

2. Contenido del Proyecto

2. Contenido del Proyecto

2-1 Concepto básico del Proyecto

2-1-1 Metas superiores y los objetivos del Proyecto

El plan superior del sector de acueducto en la República Dominicana es el “Plan nacional de rehabilitación de aguas potables y alcantarillados en las zonas rurales y las zonas urbanas marginales (1995-2000)”, en el que se indica el lineamiento básico y los objetivos de la rehabilitación del mismo sector.

Dichos objetivos fueron adoptados por el Gobierno dominicano en la reunión cumbre sobre los niños y luego de la revisión por la subcomisión nacional de aguas potables y alcantarillados, se han establecido como sigue:

1. Porcentaje de difusión

Establecimiento de los objetivos para difundir el acueducto con un nivel adecuado entre los habitantes de las zonas urbanas marginales y las zonas rurales.

Porcentaje de difusión de servicio de agua potable en las zonas urbanas marginales: 95%

Porcentaje de difusión de servicio de agua potable en las zonas rurales: 80%

2. Sostenibilidad

Planificación, construcción, operación y mantenimiento con la participación de los habitantes y promoción de las actividades de educación higiénica por las mujeres

3. Enlace con la salud

Fortalecimiento del enlace entre el servicio de salud y la rehabilitación de aguas potables y alcantarillados

Aunque todavía no se han elaborado los objetivos nacionales para la rehabilitación de aguas potables y alcantarillados a partir de 2001, las instituciones del sector de agua tienen establecidas las metas de la tasa de difusión del suministro de agua a ser alcanzada para 2010, del 92,2% para la zona urbana y el 75% para la zona rural.

Según el estudio de la situación del suministro de agua realizado en 1994 para el trazado del mencionado “Plan nacional de rehabilitación de aguas potables y alcantarillados en las zonas rurales y las zonas urbanas marginales (1995-2000)”, se informó que aproximadamente 2.475.000 personas que representan un 35% de la población nacional, no gozaban del servicio de agua potable, perteneciendo en su mayoría a la clase de ingreso bajo y pobre que vive en zonas regionales y urbanas marginales. Ante tal situación, INAPA, competente del servicio de acueducto y alcantarillado regional del país, resumió en 1995 el informe de “evaluación y rehabilitación de aguas residuales, aguas tratadas y aguas potables” en escala nacional y seleccionó 7 lugares que requieren una mejora urgente sobre la demanda de agua y la calidad de agua. Para estos lugares se informó que la capacidad de suministro de agua de las instalaciones de tratamiento de agua existentes es un 70% de la capacidad diseñada. Por

consiguiente, se determinó que es urgente e indispensable para un suministro de agua potable estable la recuperación de la capacidad original a través de la ejecución del presente Proyecto de rehabilitación.

2-1-2 Concepto básico del Proyecto

(1) Objetivos del Proyecto

De los 7 lugares que requieren urgentemente la rehabilitación, el Proyecto pretende contribuir al mejoramiento de la salud y el nivel de vida de los habitantes de Sánchez, Jarabacoa, Maimón, Piedra Blanca, Constanza y Baní y sus alrededores, excluyendo Salcedo, donde está iniciada la obra de rehabilitación por parte dominicana, con el objeto de mejorar los siguientes aspectos a través de la recuperación de las funciones de las plantas existentes en estas ciudades, cuya capacidad de tratamiento de agua se encuentra deteriorada.

- 1) Aumentar el volumen de suministro de agua en las zonas objeto.
- 2) Disminuir enfermedades infecciosas provenientes de agua y mejorar el estado higiénico mediante el mejoramiento de calidad de agua suministrada en las zonas objeto.
- 3) Mejorar la resistencia y la seguridad de las instalaciones a través del mejoramiento de la capacidad de administración y mantenimiento.

(2) Alcance del objeto de la Cooperación

El objeto de la Cooperación, para lograr los objetivos arriba mencionados, será principalmente la rehabilitación de las plantas de tratamiento de agua y el alcance del objeto será determinado teniendo suficiente consideración de los siguientes puntos.

- Básicamente recuperar la capacidad de las plantas de tratamiento de agua existentes y rehabilitar las instalaciones para la mejora de la calidad de agua tratada y la operación adecuada.
- El nivel de capacidad de las plantas a ser recuperado será en principio la capacidad de tratamiento diseñada. Sin embargo, para las plantas donde están captando una cantidad de agua muy superior a la capacidad de plantas diseñada debido a la actual demanda creciente de agua, se tendrá en cuenta la ampliación de la capacidad de planta ante la rehabilitación. En ese caso, el alcance de la obra se limitará en la mejora del proceso como por ejemplo el aumento de la velocidad de filtración y no incluirá la ampliación de las instalaciones.
- Para asegurar el volumen de agua tratada de las plantas, debe asegurarse el volumen de captación de agua. Para los lugares que requieren la rehabilitación de instalaciones de bomba de captación existentes para la recuperación de la capacidad de tratamiento de las plantas, será considerada e incluida en el objeto de la Cooperación.
- Efectuar la rehabilitación y medidas necesarias para fortalecer la capacidad de operación, mantenimiento y administración de las plantas.
- La rehabilitación de las instalaciones de distribución de agua será ejecutada en principio a cargo de INAPA. Sin embargo, en los lugares donde tienen gran déficit en la capacidad del tanque de distribución existente, se puede juzgar que la ampliación de los tanques sería eficaz para mejorar la duración del tiempo de servicio de agua y la situación del suministro de agua desde el punto de

vista del sistema de distribución de agua existente y, disponen de terrenos convenientes para la construcción, será incluida la construcción de nuevos tanques.

2-2 Diseño básico del objeto de Proyecto de cooperación

2-2-1 Lineamiento del diseño

Para el diseño básico, se tomarán en consideración los siguientes puntos como lineamientos del diseño.

1) Lineamiento básico

- La capacidad de tratamiento de las plantas una vez rehabilitadas será en principio la que fue diseñada originalmente. Sin embargo, teniendo en cuenta el actual volumen de agua captada, los casos en que sea posible aumentar el volumen de agua tratada sin necesidad de grandes obras de ingeniería civil, serán considerados.
- El suministro de agua en los lugares objeto se lleva actualmente en horas limitadas. La rehabilitación de las plantas traerá el aseguramiento del volumen de agua tratada y la mejora de la calidad de agua y en caso de justificarse que este beneficio sea m-1
- Más eficaz con la construcción de un tanque de distribución de agua, se estudiará la ampliación de tanque de distribución de agua.

2) Lineamiento para la capacidad de operación, mantenimiento y administración

- Básicamente será un sistema que ocasione poca avería y sea fácil de ser administrado y mantenido y no se agregará ningún sistema que requiera un mantenimiento y administración nuevo y complejo.
- Las plantas objeto están operando con un operador en 3 turnos, por lo que el alcance de la rehabilitación será básicamente hasta donde pueda atender el sistema actual.

3) Lineamiento para las condiciones socioeconómicas

- Debido a la circunstancia social, los operadores no suelen permanecer por largo tiempo en su puesto, por lo que el nivel de destreza es bajo. Con la finalidad de seguir buena operación, mantenimiento y administración de las instalaciones una vez rehabilitadas, se realizará una capacitación a los operadores y al personal técnico de las oficinas regionales de INAPA.
- Teniendo en cuenta la situación de la energía eléctrica del país con frecuentes apagones, ante la rehabilitación de las instalaciones de tratamiento de agua se seleccionará un método que requiera la mínima energía posible considerando las medidas para los casos de apagones.
- La rehabilitación de las instalaciones de tratamiento se efectuará teniendo en cuenta el actual modo de uso de agua y estilo de vida de los habitantes.

4) Lineamiento para la determinación de tipo de las instalaciones

- Considerando suficientemente el concepto de diseño actual de INAPA, se adoptará un sistema basado en el flujo por gravedad que requiere poca energía.

- El nivel de calidad de agua tratada que se tiene como objeto, deberá en principio satisfacer el valor de la guía para el agua potable de OMS.
- No se cambiará el método de filtración rápida que es el método existente.

5) Lineamiento para el método de adquisición

- En cuanto a los equipos y materiales que sean adquiribles localmente serán aprovechados en lo posible, pero siempre considerando su calidad y capacidad de producción.

6) Lineamiento para la duración de la obra

- Considerando la estación de lluvias, la ubicación de los 6 lugares objeto y el estado de vías de acceso, la obra será dividida en 2 etapas.

2-2-2 Plan básico

2-2-2-1 Plan de suministro de agua

(1) Pronóstico de población

Los lugares objeto del Proyecto son principales ciudades regionales incluyendo parcialmente comunidades de alrededor como zonas de servicio de agua. Para el pronóstico de población y porcentaje de aumento demográfico, serán aplicados valores de los datos del censo de 1993 y se calculará según el porcentaje promedio de aumento y disminución anual.

En 2000, INAPA contó el número real de casas con servicio de agua y midió la ruta de la tubería de distribución de agua en Maimón. Dado que al comparar la población calculada (19.464 personas) del número de casas (4.055 casas) con la población obtenida del pronóstico (19.782 personas), son casi iguales, parece conveniente emplear este porcentaje de aumento demográfico. La población diagnosticada de las zonas de servicio de los 6 lugares objeto en 2000 es el siguiente.

Lugares objeto	Población de la zona de servicio en 2000
Sánchez	16.568
Jarabacoa	38.702
Maimón	19.782
Piedra Blanca	8.512
Constanza	31.240
Baní	52.814

(2) Unidad básica del consumo de agua

Para medir el volumen de agua consumida, en este estudio local se instalaron medidores de agua en más de 10 hogares en varios lugares. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro, obteniéndose valores variados en cada lugar.

<u>Lugar</u>	<u>Volumen de agua consumido</u>	<u>Horas servidas</u>
Baní	541 l/capita/día	24 horas
Piedra Blanca	339 l/capita/día	14 horas
Sánchez	201 l/capita/día	6 horas

Estos valores medidos varían bastante según lugar. Esta diferencia no significa que el volumen de agua que consume o necesita el usuario difiera de un lugar a otro, más bien se determina por el estado de las llaves, la presión hídrica y las horas servidas. La situación general del uso de agua en los lugares objeto es muy desigual con zonas de alta presión hídrica y abundante agua y otras sin nada de agua dentro de un mismo distrito de servicio. Por otra parte, muchos hogares no tienen llaves y los que tienen llaves, las dejan abiertas debido al servicio con horas limitadas y las tarifas son uniformes sin reflejar el consumo, por lo que hay gran cantidad de agua no aprovechada. Se puede pensar que en los volúmenes medidos de agua consumida del cuadro anterior está incluida bastante cantidad de agua no aprovechada.

Por consiguiente, para determinar una unidad básica de consumo de agua/persona ante el trazado de un plan de suministro de agua, no se hará una suposición en base a los resultados de la medición anterior, sino que se establecerán 150 l/capita/día para Maimón, Piedra Blanca y Sánchez y 200 l/capita/día para los demás lugares tras las deliberaciones con INAPA teniendo en cuenta la presencia de alcantarillados y la difusión de los aparatos para el uso de agua en los lugares objeto.

(3) Determinación del porcentaje de fugas

La mayoría de los lugares objeto del Proyecto tiene servicio con horas limitadas de varias horas a más de diez horas diarias y por las noches el suministro de agua está suspendido. Por esta razón, no se puede suponer el porcentaje de fugas mediante el método de suposición del mismo a partir del caudal mínimo nocturno.

Ante tal situación, en Sánchez se hizo el estudio de fugas y se comprobó que el nivel de agua en el tanque casi no cambió manteniéndose bajo. Muchos hogares mantienen las llaves abiertas. Así, existen muchas fugas, también, después de la tubería de suministro y distribución de agua.

Para la determinación del porcentaje de fugas, tomando como referencia los valores de 35-55% experimentados en el sistema de acueducto con muchos tubos obsoletos y baja conciencia de ahorro de agua por parte de habitantes, se adoptará el 50%, valor conservador, como punto de partida por el momento para trazar el plan.

Para reducir el porcentaje de fugas, será importante que INAPA realice las medidas de mejora para un suministro de agua equitativo impulsando la revisión de las instalaciones de distribución y suministro de agua y las medidas para reducir el agua no aprovechada por parte de usuarios y las fugas.

(4) Pronóstico de la demanda de agua

Bajo el sistema de suministro de agua en horas limitadas, los habitantes almacenan el agua necesaria dentro de las horas en que se suministra el agua. Hay no pocos hogares que no tienen llaves, o succionan el agua con la bomba por falta de ajuste de presión hídrica dentro de la zona de servicio. Ante tal situación, el método realista será establecer una unidad básica de consumo de agua a ser

suministrada, determinar un porcentaje de fugas que sea de un nivel alcanzable dentro de la organización actual y a partir de estos pronosticar el volumen de agua a ser suministrada para 2010.

La demanda de agua para 2010 se muestra en el Cuadro 2-1.

(5) Balance de la demanda de agua para 2010

Tal como se muestra en el Cuadro 2-1, suponiendo a base del volumen de consumo de agua/persona arriba mencionado y el porcentaje de fugas del 50%, Jarabacoa, Constanza y Baní son los lugares que tendrán déficit en la captación de agua para 2010. En Sánchez, actualmente una nueva toma está por terminar, por lo que se solucionará la falta de agua que existe ahora y la planta una vez rehabilitada mediante el Proyecto podrá atender al volumen aumentado de agua. En Maimón, mediante el Proyecto aumentará la capacidad de la bomba de toma y no habrá falta de agua en la captación y la planta una vez rehabilitada podrá atender al volumen de agua. En Jarabacoa, se está desarrollando un plan de construcción de nueva planta de 200 lps (unos 17.000 3/d), por la cual aumentará el volumen de suministro de agua.

Para los dos lugares restantes, Constanza y Baní, INAPA debe prever urgentemente medidas para la futura demanda creciente. Se tiene prevista la falta de volumen de captación de agua y se requerirán nuevas fuentes complementarias y medidas para reducir el porcentaje de fugas.

Como se indica en la columna derecha del Cuadro 2-1, si se consigue reducir el porcentaje de fugas del 50% al 35% en Constanza y al 40% en Baní, el actual volumen de captación podrá satisfacer la demanda de agua para 2010. Como medidas de reducción del porcentaje de fugas, generalmente se puede mencionar las de detección de las fugas de la tubería de suministro y distribución de agua y la reparación programada de las mismas. Sin embargo, bajo la circunstancia especial en que los lugares objeto cuentan con el servicio en horas limitadas además de no tener medidores de agua, tal como se sugirió por los resultados de la medición del volumen de consumo de agua, hay cantidad de agua no aprovechada en los hogares y es importante también tomar medidas al respecto. Según la experiencia obtenida en varios países del mundo hasta la fecha, es obvio que la instalación de medidores de agua es eficaz para el ahorro de agua. Se han informado casos de disminución de consumo de agua en un 10% hasta un 50%, por haber pasado el sistema sin medidor al sistema con medidor y tarifas específicos.¹

Se ha comprobado la situación actual en que las nuevas fuentes están escaseando y los hogares están consumiendo gran cantidad de agua, y en las deliberaciones INAPA mencionó que estudiaría la transición al sistema con medidores desde el punto de vista de la preservación de futuras fuentes de agua.

¹ Tarifas de agua – la tendencia de los países miembro de OCDE y la comparación internacional – 2000. Por ejemplo, en Mataró, España, de 1983 a 1993 el porcentaje de la lectura de medidores aumentó del 29% al 90% y se logró un 35% de ahorro de agua. En la isla Wight, Inglaterra, de 1988 a 1992 el aumento de la población con la lectura de medidores del 1% al 97%, se logró un 21,3% de ahorro de agua anual.

Cuadro 2-1 Previsión de la demanda de agua para 2010

	Población de la zona objeto de abastecimiento de agua			Taza de crecimiento demográfico	No. de contratos en 2000	% de difusión en 2000	% de difusión objeto para 2010	Población servida prevista para 2010	Consumo proyectado /c/d para 2010	% de fugas previsto para 2010	Demanda prevista del agua para 2010 m3/d	Actual volumen de agua cruda entrada en la planta m3/d	Instalaciones en proyecto /construcción por INAPA	Déficit de agua para 2010
	Censo de 1993	Pronóstico para 2000	Pronóstico para 2010											
Sánchez	15.125	16.568	18.871	0,0131	2.216	58%	95%	17.927	150	50%	5.378	4.500		No habrá déficit de agua.
Sánchez	10.684												Instalaciones de toma y aducción de 400GPM en construcción	No habrá déficit. Las instalaciones de toma y aducción están por terminar y la planta podrá atender al aumento de volumen de agua tratada mediante la rehabilitación
El Higuero	926													
Santa Capuza	285													
Punta Gorda	689													
Los Mangos	403													
El Catey	1.211													
Los Chicharrones	440													
Agua Buena	487													
Jarabacoa	24.329	38.702	46.534	0,0186	3.667	45%	95%	44.207	200	50%	17.683	13.800		3.883
		*Se aplica el resultado del estudio de la población por la Junta Central Electoral de Jarabacoa de 2000											Proyecto de construcción de nueva planta de 200 lps en ejecución	Es deseable la pronta construcción de planta de tratamiento de agua.
Maimón	16.790	19.782	25.003	0,0237	1.543	37%	95%	23.753	150	50%	7.126	3.730		No habrá déficit de agua.
Maimón	9.337												Un pozo de fuente cerca del río Yuna está en desarrollo.	Por la rehabilitación de la bomba de toma se captarán 7.200 m3/d de agua y la planta una vez rehabilitada podrá atender al nuevo volumen.
Bo. Puerto Rico	1.858													
Bo. B. Vista y B. Aires	5.595													
Piedra Blanca	7.228	8.516	10.764	0,0237	1.344	76%	95%	10.226	150	50%	3.068	4.700		No habrá déficit de agua.
Piedra Blanca	6.346												No hay	
Los Cacaos	276													
Mata Gorda	606													
Constanza	27.459	31.240	37.562	0,0186	3.126	48%	95%	35.684	200	50%	14.274	11.100		3.174
Constanza	17.241												No hay	Si se consigue reducir el porcentaje de fugas al 35%, no faltará el volumen de suministro de agua. Es necesario hacer esfuerzo para reducir el porcentaje de fugas y desarrollar nueva fuente de agua.
Colonia España	2.587													
Colonia Japonesa	1.420													
Colonia Kennedy	670													
La Sabina	1.743													
El Chorro	631													
Valle Secano	711													
El Valle	462													
Canada Seca	1.143													
Las Auyamas	560													
Pinar Bonito	191													
Arroyo Arriba	100													
Baní	47.554	52.814	61.353	0,0151	7.386	62%	95%	58.285	200	50%	23.314	20.600		2.714
													No hay	Si se consigue reducir el porcentaje de fugas al 40%, no faltará el volumen de suministro de agua. Dado que la situación del suministro de agua está muy desigual, es necesario hacer una revisión drástica de la red de distribución de agua.

2-2-2-2 Determinación de la capacidad de las instalaciones de tratamiento de agua a ser rehabilitadas

La capacidad máxima de tratamiento de agua de las plantas existentes de los lugares objeto está diseñada para una velocidad de filtración de 150 m/día. Pero, algunos de los lugares solicitados tienen déficit de agua para suministrar, introducen una cantidad de agua superior a la capacidad diseñada de la planta y la suministran con un tratamiento insuficiente. Ante la rehabilitación de las plantas, se determinará la capacidad objetivo de las instalaciones a ser rehabilitadas, teniendo en cuenta el posible volumen de captación, actual volumen de captación, demanda de agua, proyectos de ampliación de INAPA, etc. Los lineamientos básicos de la rehabilitación incluyendo la capacidad de las instalaciones a ser rehabilitadas de cada planta de tratamiento se establecen a continuación. El presente Proyecto de Cooperación está basado en la recuperación de la capacidad de las plantas existentes al estado original y no pretende ampliar la capacidad de tratamiento para adecuarla a la demanda de 2010, pero, a continuación se describe el posicionamiento del Proyecto en comparación con la demanda de agua de 2010.

En el Cuadro 2-2 se resume el establecimiento de la capacidad de las instalaciones de cada planta.

(1) Sánchez

En relación con la capacidad de las instalaciones de la planta existente (6.000 m³/d), se está captando un volumen inferior (4.900 m³/d). Para solucionarlo, una obra de toma (incluyendo la estación de bomba) de 400 GPM (1.500 m³/d) está en construcción por INAPA y pronto se completará, lo que permitirá una captación de agua adecuada a la capacidad de la planta. Asimismo podrá ser atendida la demanda de agua para 2010 con la recuperación de la capacidad original de las instalaciones mediante la rehabilitación. El contenido principal de la rehabilitación es en principio la recuperación de la capacidad original de las instalaciones existentes a través de la restauración del proceso de tratamiento deteriorado o averiado como los dosificadores de sulfato de aluminio y cloro, instalaciones mezcladoras, floculadores, sedimentadores y filtros.

(2) Jarabacoa

Para atender a la creciente demanda está captando un volumen de agua más de doble (13.200 m³/d) de la capacidad de la planta existente (4.700 m³/d). Y, para atender a la demanda de agua para 2010 (17.700 m³/d) será imposible si no se hace la ampliación de gran escala en adelante. Actualmente INAPA está proyectando la construcción de una nueva planta de tratamiento y está en proceso de selección de terreno para la planta. La rehabilitación del presente Proyecto pretende lograr un nivel que pueda atender en lo posible al actual volumen de captación y en caso de que la rehabilitación no consiga atender la totalidad, la nueva planta en proyecto atenderá a la parte faltante.

La capacidad de tratamiento aumentada serán 7.600 m³/d, que se refiere a un volumen de agua que pueda ser atendido con el aumento de la velocidad de filtración mediante capas múltiples en los filtros, basándose en el caudal del estiaje de la toma del río Guasara en el pasado. No se ampliarán los filtros ni sedimentadores. Sin embargo, debido a la capacidad limitada de tratamiento de los sedimentadores existentes, cuando aumente la turbiedad del agua cruda, será necesario un control para reducir el volumen de agua tratada. Los demás objetos de rehabilitación son principalmente los

dosificadores de sulfato de aluminio y cloro, mezcladores, floculadores, sedimentadores e instalaciones de lavado de filtros, deteriorados o averiados.

(3) Maimón

En relación con la capacidad de tratamiento existente (7.200 m³/d), el actual volumen captado (4.600 m³/d) es inferior debido a la falta de capacidad de la bomba de toma. La capacidad de las instalaciones será recuperada a la capacidad diseñada originalmente, lo que podrá atender a la demanda de agua para 2010. Mediante la restauración de la bomba de toma y la rehabilitación de los dosificadores de sulfato de aluminio y cloro, mezcladores, floculadores, sedimentadores y filtros, deteriorados o averiados, se recuperará la capacidad original de las instalaciones de 7.200 m³/d.

(4) Piedra Blanca

La capacidad de la planta existente (3.600 m³/d) es igual al volumen captado actualmente (3.600 m³/d). La capacidad de las instalaciones será recuperada a la capacidad diseñada originalmente, lo que podrá atender a la demanda de agua para 2010. Mediante la rehabilitación del proceso de tratamiento deteriorado o averiado, como los dosificadores de sulfato de aluminio y cloro, mezcladores, floculadores, sedimentadores y filtros, se recuperará la capacidad original de las instalaciones.

(5) Constanza

Para atender a la creciente demanda, en relación con la capacidad de instalaciones de planta existente (6.800 m³/d), está captando un volumen de agua 1,4 veces mayor (9.600 m³/d). En las estaciones secas se está captando casi totalidad del caudal superficial del río. La rehabilitación de la capacidad de la planta pretende lograr un nivel que pueda atender al actual volumen captado. La capacidad de las instalaciones a ser aumentada es un 40% de la original, lo que será factible operando con la velocidad límite de 180 m/d de un filtro de capa simple, superior a la velocidad de filtración estándar de 150 m/d, sin grandes reparaciones de las instalaciones existentes y rehabilitando los dosificadores de sulfato de aluminio y cloro, mezcladores, floculadores, sedimentadores y filtros, deteriorados o averiados. Sin embargo, debido a la capacidad limitada de tratamiento de los sedimentadores existentes, cuando aumente la turbiedad del agua cruda, será necesario un control para reducir el volumen de agua tratada.

Para poder atender a la demanda de agua para 2010 (14.300 m³/d), será imposible si no se desarrolla nueva fuente de agua en adelante. Es necesario que INAPA elabore inmediatamente un plan para asegurar nueva fuente de agua.

(6) Baní

Para atender a la creciente demanda, en relación con la capacidad de instalaciones de planta existente (12.600 m³/d), está captando un volumen de agua 1,6 veces mayor (20.300 m³/d). La rehabilitación de la capacidad de la planta pretende lograr un nivel que pueda atender al actual volumen captado, con el aumento de la velocidad de filtración mediante capas múltiples en los filtros y no se ampliarán los sedimentadores ni filtros. Y es necesario rehabilitar conjuntamente los dosificadores de sulfato de aluminio y cloro, mezcladores, floculadores, sedimentadores e instalaciones de lavado de filtros, deteriorados o averiados. Para poder atender a la demanda de agua para 2010, es necesario que INAPA

asegure recursos de agua mediante el desarrollo de nueva fuente de agua en el futuro.

Cuadro 2-2 Establecimiento de la capacidad de instalaciones de cada planta

Item Lugares objeto	Capacidad de tratamiento de planta existente (Velocidad de filtración: 150m/d) (m3/día)	Actual caudal entrante a la planta	Demanda de agua para 2010 (m3/día)	Nivel de recuperación	Razón de establecimiento
		Arriba: febrero de 2001 Abajo: mayo de 2001 (m3/día)			
Sánchez	6.000	4.500 4.900	5.400	6.000m3/d	Recuperar la capacidad de tratamiento original. La cantidad de agua tomada estará asegurada con nueva toma y la bomba, que están en construcción.
Jarabacoa	4.700	13.200 12.400	17.700	7.600m3/d	Teniendo en cuenta la actual operación de planta con sobrecarga, se recuperará hasta una capacidad que pueda ser atendida por el aumento de la velocidad de filtración.
Maimón	7.200	4.600 4.400	7.100	7.200m3/d	Recuperar la capacidad de tratamiento original. La cantidad de agua captada estará asegurada mediante rehabilitación de la bomba de toma.
Piedra Blanca	3.600	3.600 3.600	3.100	3.600m3/d	Recuperar la capacidad de tratamiento original.
Constanza	6.800	9.600 8.500	14.300	8.100m3/d	Se recuperará para poder atender al actual caudal entrante a la planta.
Baní	12.600	19.200 20.300	23.300	20.200m3/d	Se recuperará para poder atender al actual caudal entrante a la planta.

2-2-2-3 Plan de instalaciones

(1) Norma y condiciones de diseño

1) Norma de diseño

Para la rehabilitación se adoptará básicamente como norma de diseño de las instalaciones de tratamiento de agua las normas de la asociación de acueducto japonesa (JWWA) y de la asociación de acueducto americana (AWWA). INAPA tiene adoptada la norma de diseño de CEPIS (1984) bajo la cooperación de GTZ etc. Esta norma es similar a las normas del Japón y los EE.UU. antes mencionadas. No obstante, dado que existen plantas construidas antes de 1984 entre las plantas de los lugares solicitados, el método de rehabilitación será determinada considerando el estado y el resultado de la operación de las instalaciones existentes.

2) Condiciones de diseño

Comprobación de la resistencia del cuerpo de concreto

El cuerpo de concreto armado de las plantas existentes está cubierto de mortero de 3-5 mm de espesor en toda la superficie, por lo que hay muy poca parte descubierta del cuerpo. Según los resultados de la prueba de resistencia realizada con el martillo Schmitt, mostrados en el Cuadro 2-3, la resistencia de concreto del propio cuerpo es de alrededor de 300 kg/cm² en la parte seca de concreto situada por encima de la superficie de agua. La de la parte de mortero de la pared exterior no sumergida es de cerca de 400 kg/cm².

Cuadro 2-3 Resistencia del cuerpo según la prueba con el martillo Schmitt

(parte no sumergida)

Item Lugares	Punto de medición (A: Propio cuerpo, B: Parte cubierta de mortero)	A	B	Aplicación
		Resistencia del cuerpo (Valor promedio kg/cm ²)	Resistencia de la parte cubierta de mortero (Valor promedio kg/cm ²)	
Sánchez	Totalidad de las paredes exteriores y	380	440	Parte sumergida de la pared interior de floculador, propio cuerpo: 290 kg/cm ²
Jarabacoa	Parte superior de la pared interior de sedimentador Pared interior de sedimentador y la pared exterior total	280	380	Parte sumergida de la pared interior de sedimentador, propio cuerpo: 210 kg/cm ²
Maimón	, Pared interior y pared exterior total	340	380	Parte sumergida de la pared interior de filtro, propio cuerpo: 140 kg/cm ²
Piedra Blanca	, Pared interior y pared exterior total	300	360	Parte sumergida de la pared interior de sedimentador, parte de mortero: 210 kg/cm ²
Constanza	Parte superior de la pared interior de floculador Todas las paredes interiores y exteriores	300	390	Parte sumergida de la pared interior de floculador, propio cuerpo: 280 kg/cm ²
Baní	Parte superior de la pared interior de sedimentador Pared interior de sedimentador y la pared exterior total	360	370	
Promedio		330	390	

Nota: En general, debido a que hay muy poca parte descubierta, la resistencia del propio cuerpo obtenido en la prueba es un valor parcial. Los valores del cuadro son promedios de 10 lugares medidos. Aunque se registraron frecuentemente valores superiores a 450 kg/cm² según el lugar de medición, estos valores fueron eliminados para el cálculo de promedio.

Normalmente la norma de diseño de concreto para el cuerpo de una planta de tratamiento de agua es de 210 kg/cm², y 240 kg/cm² para el concreto impermeable (con el 55% de la proporción de agua y cemento). Los valores promedio medidos sobrepasan bastante este valor.

No fue posible obtener el plano de armadura pero INAPA tiene aplicada la norma americana de ASTM (American Standard for Testing & Measurement) para el cálculo de resistencia desde hace 40 años. De otros planos de armadura se deduce que se aplica el diseño estándar. El espesor mínimo de la pared de depósitos es de 28 cm aprox., por tanto, se mantendrá una resistencia estructural.

Existe suficiente resistencia contra las ligeras cargas y la durabilidad supuestas en la obra de

rehabilitación del Proyecto, por lo que podrá aguantar satisfactoriamente la carga adicional de la obra.

Por otra parte, aunque la magnitud varía según la planta, se hará una reparación ligera para la parte relevada de mortero con la finalidad de proteger la superficie de concreto.

Comprobación de las condiciones del suministro de energía eléctrica

La situación del suministro de energía eléctrica en la República Dominicana no es buena con frecuente apagones. El Cuadro 2-4 muestra la frecuencia de apagones en los lugares solicitados. Está ocasionando un promedio diario de 3 - 5,5 horas de apagones, por lo que será necesario tenerlo en cuenta para estudiar el diseño de las instalaciones que requieren una operación continua y energía eléctrica.

Cuadro 2-4 Registro de apagones en cada lugar (mayo de 2001) Unidad: horas

	Sánchez			Jarabacoa			Maimón			Piedra Blanca			Constanza			Baní		
	Mañana	Tarde	Noche	Mañana	Tarde	Noche	Mañana	Tarde	Noche	Mañana	Tarde	Noche	Mañana	Tarde	Noche	Mañana	Tarde	Noche
14 de mayo,2001				2	2		3	4		3		1				3	2	2
15	2	4	2					3	6		2	3	3	3			4	
16				4	2		6	2		4						5	3	
17	3	3	1	1	5						3	3	2		4	7	2	1
18	4	2		3	6		3										3	
19						4				2	2	2	3	1		4	2	
20	5	6		3	3			4	2							3	3	
21						2				5	6						2	2
22	2	3		4	2		2	3			4		4		2	5	1	2
23				1	3					3	2	2						
24	4	1					5	1		4			5	2		7	3	
25				4	2						6	2						
26								3	3							4	1	1
27	4				2	3							4	4	2	6	2	
28			4	2	4			4	2		5	3						
29										2	6		3	3		3	3	
30		4			3	3	3	3			2						6	2
31			3	2	2						6		4	2				
Promedio/día de duración de apagones	3,4			4,4			3,6			4,9			3,0			5,5		

Fuente: INAPA

Suelo de las plantas existentes

Todas las plantas de los lugares objeto están construidas sobre un suelo independiente (en caso de Baní, capa de grava). Aunque no está consolidado con estacas, no se ha presentado problema de hundimiento irregular en las instalaciones de tratamiento de agua.

En Sánchez, la base de la planta está construida sobre la tierra sedimentada (o roca blanda) mezclada con grava y en Constanza, sobre la arenisca. El suelo de Maimón y Piedra Blanca es de laterita y este material es generalmente más duro que el limo de Kanto japonés (por lo menos se espera una resistencia de suelo de más de 5-6 t/m²), por lo que no se requieren estacas para construir una estructura con una carga estándar (5-6 t/m²) como instalación de tratamiento de agua y se puede juzgar que la carga comprendida en el Proyecto no presentará problemas en la ejecución de obra.

(2) Método de rehabilitación de las instalaciones y equipo de las plantas

1) Rehabilitación de obra de toma

La obra de toma de cada lugar está en general operando bien excepto equipos de bomba y no hay problemas en la captación. Entre Sánchez y Maimón, donde se hace la captación por bombeo, actualmente INAPA está rehabilitando el equipo de bomba de Sánchez y pronto estará terminada. La compuerta de captación será reemplazada por la cantidad de fugas que hay. Para el método de rehabilitación del equipo de bomba de toma de Maimón y el generador eléctrico para la operación de la bomba de toma en caso de apagones, objeto de la rehabilitación del Proyecto, a continuación se describe la evaluación de la justificación.

Equipo de bomba de toma de Maimón

El tipo de bomba de toma existente es una bomba de eje vertical de flujo mixto. Esta bomba presenta los siguientes problemas:

- a. La bomba existente fue traída de otra instalación donde se había instalada originalmente y el actual volumen de captación es bastante inferior a la capacidad de la planta. Además, debido a que se han perdido la curva de actuación, especificaciones técnicas, dibujo acotado y secciones, no es posible una operación y administración adecuada y la adquisición de equipo de reserva.
- b. Por no estar instalado el medidor de caudal del agua captada ni la válvula reguladora de caudal, no se podía controlar bien la operación de la bomba, además de que hay fugas del tubo de aducción, y se operaba con un caudal bastante mayor que el especificado, lo que provoca frecuentemente la avería en el motor por la sobrecarga. El motor está dañado.
- c. Las principales piezas averiadas son el cojinete intermedio, eje intermedio y junta de eje intermedio.
- d. El tipo de cojinete intermedio es un cojinete de goma sin corte y parece tener una estructura sin el tubo protector. El cojinete intermedio queda desgastado por las sustancias turbias de tierra roja contenidas en el agua cruda cuando llueva, por lo que es necesario adoptar una estructura con el tubo protector.
- e. Debido a que el eje intermedio es largo, es difícil el montaje y desmontaje, además de que se tuerce fácilmente porque es delgado el eje.
- f. El empuje de bomba está apoyado en el motor, pero el cuerpo de revolución está expuesta y es peligroso.
- g. No se aplica la lubricación hídrica al cojinete intermedio.

Teniendo en cuenta las problemáticas arriba mencionadas, se retirará la bomba de toma existente para instalar una nueva bomba de toma. De acuerdo con los resultados del análisis del Cuadro 2-5 de comparaciones, el tipo de bomba de toma se cambiará de la bomba de eje vertical de flujo mixto a una bomba sumergible.

Generador eléctrico para la bomba de toma

No se instalará el generador eléctrico por las siguientes razones:

- a. Según el cálculo del costo de operación del generador eléctrico de Maimón, cuando opere

siempre que haya apagones, cuestan US\$ 2.349/mes (RD\$ 38.000²), siendo una cifra superior al monto de tarifas de agua recaudadas/mes de RD\$ 25.000, y será un costo de operación y mantenimiento excesivo. Pasa lo mismo en Sánchez.

- b. La capacidad del tanque de distribución de Sánchez es la mayor entre los 6 lugares objeto y contando el tanque que está en construcción, será asegurado un volumen de agua para 9 horas de suministro. El actual método de operación de la planta y suministro de agua consiste en primero almacenar el agua en el tanque y luego iniciar el suministro en determinadas horas y este método no cambiará hasta que instalen medidores de agua en cada hogar. Si se almacena el agua en el tanque de distribución en las horas fuera del tiempo de apagones diariamente, podrán asegurarse casi mismas horas de suministro de agua que las horas sin apagones, aun no teniendo generador eléctrico. En cuanto a Maimón, como se indica posteriormente en “**2-2-2-3 (3) Análisis de instalación de tanque de distribución de agua**”, será construido un tanque de distribución de agua en el Proyecto y será asegurado un volumen de agua almacenada para 7 horas de suministro. Si se opera el tanque almacenando el agua en las horas fuera de apagones, podrán asegurarse casi mismas horas de suministro de agua que las horas sin apagones. Como consecuencia, en ambos lugares podrá reducirse el riesgo de los apagones a través del aprovechamiento de los tanques.

² 1 US\$ = RD\$ 16,095

Cuadro 2-5 Comparación de tipo de bomba

Item de comparación	A. Bomba sumergible	B. Bomba de eje vertical con flujo mixto
1. Lugar de instalación	<ul style="list-style-type: none"> • El tubo curvado de descarga se instala en el suelo, lo que requiere poco espacio de instalación. Hay que tomar medidas para proteger el motor de la humedad. 	<ul style="list-style-type: none"> • La bomba se instala en el suelo y el motor se coloca sobre ella, lo que requiere un espacio y altura mayor de instalación. Hay que tomar medidas para proteger el motor de la humedad.
2. Operatividad para el arranque y la detención	<ul style="list-style-type: none"> • Ya que se instala debajo de L.W.L del vertedero, no se necesita ningún preparativo de arranque como el agua de cebado. Basta con apretar los botones de arranque o detención. 	<ul style="list-style-type: none"> • Debido a que el propulsor está sumergido, no es necesaria el agua de cebado. Pero es necesario suministrar el agua de lubricación en el cojinete intermedio antes del arranque, también el interbloqueo para verificarlo. Una vez verificado, se aprieta el botón de arranque. Para detener, basta con apretar el botón de detención.
3. Instalaciones complementarias	<ul style="list-style-type: none"> • Como se trata de un motor sellado hidráulicamente, puede que sea necesario un depósito de agua complementaria. Para tal caso, debido a que la caseta de bomba de toma está ubicada fuera de la zona de servicio, será necesario traer el agua de la planta. Es recomendable cambiar el agua una vez a la semana. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere un instrumento de lubricación de agua para el cojinete intermedio sumergido. Asimismo, la tubería para este efecto. Debido a que la caseta de bomba de toma está ubicada fuera de la zona de servicio, será necesario bombear el agua cruda del vertedero con una bomba sumergible e inyectarla en la bomba como agua de lubricación para el cojinete intermedio sumergido a través del filtro tipo retrolavado automático.
4. Control de operación y automatización	<ul style="list-style-type: none"> • El depósito de agua complementaria es la única instalación complementaria, por lo que el control de operación es simple y la automatización es fácil. 	<ul style="list-style-type: none"> • El depósito de agua complementaria es la única instalación complementaria, por lo que el control de operación es simple y la automatización es fácil.
5. Mantenimiento y administración	<ul style="list-style-type: none"> • La longitud de la bomba es corta y es fácil el desmontaje e instalación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesaria la revisión periódica y reemplazo del lubricante del motor y el cojinete de bomba. • La longitud de la bomba es larga y es complejo el desmontaje e instalación.
6. Estructura de bomba, frecuencia de averías y atenciones a las mismas	<ul style="list-style-type: none"> • La bomba y el motor forman un sólo cuerpo, lo que permite mantener el montaje preparado en la fábrica y tener averías con menos frecuencia. • El interior del motor está aislado por un sellado mecánico del agua del río Maimón. • En caso de producirse fugas en el sellado mecánico, será necesario mandarlo a reparar al fabricante de bomba, pero según experiencia obtenida hasta la fecha las averías se producen con poca frecuencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • La distancia desde el fondo del vertedero hasta el suelo para la instalación de bomba son 12,0m, por lo que se hace largo el tubo intermedio de bombeo. En este tubo está instalado el cojinete de goma. Debido a que las sustancias turbias del río Maimón son de tierra roja y tienen abrasividad, es necesario instalar un tubo protector en el tubo de bombeo para proteger el eje de bomba y el cojinete de goma. • La bomba de eje vertical con eje intermedio largo, es difícil de montar y desmontar. Además, el eje intermedio es delgado y se encorva fácilmente, lo que puede ocasionar desgaste y vibraciones en el cojinete intermedio. • Estuvieron instaladas 2 bombas de toma inicialmente, siendo las dos retiradas por la avería y actualmente funciona 1 bomba prestada de otra planta.
6. Precio	100	120
Evaluación general		

2) Instalación de vertedero

Las plantas de Sánchez, Maimón y Constanza no disponen de vertedero y actualmente el agua está entrando directamente en el extremo del flujo parcial y no puede estabilizarse el nivel de agua. Para solucionar tal situación y reducir el peligro del golpe de ariete producido por la manipulación de la válvula del tubo de entrada controlando la entrada del agua cruda de alta turbiedad, se instalará un vertedero. En el vertedero se colocará un tubo de rebosadura con las siguientes normas de diseño.

- Tiempo de permanencia: 0,5 – 1,0 minuto
- Profundidad de agua: 1 m

3) Rehabilitación de mezcladores de sulfato de aluminio

El objetivo de la mezcla (agitación rápida) es difundir el coagulante en el agua cruda de manera rápida y uniforme. Por tanto, es necesario mezclar en mínimo tiempo posible (teóricamente en varios segundos). Las instalaciones mezcladoras de las plantas existentes funcionan con un método de flujo, lo que es un método de mezcla utilizado en común. Este método tiene ventaja en el ahorro de energía y la facilidad de mantenimiento y administración, en comparación con el método de mezcla mecanizada, pero la pérdida de carga hidrostática es mayor. Mientras que el método de mezcla mecanizada tiene ventaja en la adaptabilidad a la variación de caudal y la seguridad de mezcla, sin embargo no será adoptado como método de rehabilitación debido a que se requieren la introducción de nuevos equipos e instalaciones eléctricas y los trabajos de mantenimiento y administración por los operadores, sino que la rehabilitación se ejecutará de siguiente manera para asegurar la intensidad de mezcla por el actual método de flujo.

Sánchez, Maimón y Constanza

Está instalado el flujo parcial en el punto de entrada de agua de las instalaciones existentes, funcionando como medidor de caudal entrante y mezclador de coagulante. Sin embargo, el punto de inyección de sulfato de aluminio está fijado en el curso abajo del flujo parcial, por lo que no se obtiene una intensidad suficiente de mezcla. Se instalará un dique de rebosadura en el curso arriba del flujo parcial para que sea el punto de inyección y que se pueda gotear uniformemente el sulfato de aluminio desde justo encima del dique en el agua rebosante con el fin de obtener una mezcla segura.

Jarabacoa

Se instalará un tubo de inyección de sulfato de aluminio en el curso arriba del punto de entrada de agua del vertedero existente al floculador para mezclar aprovechando la turbulencia que sale del vertedero.

Piedra Blanca

En el curso abajo del punto de entrada de agua existente está instalado un dique de caída de más de 50cm. Este dique será el punto de inyección y se hará que gotee uniformemente la disolución de sulfato de aluminio justo encima del dique para una mezcla segura.

Baní

Se instalará un tubo de inyección de sulfato de aluminio en el curso arriba de la boca de entrada del tubo de comunicación entre el vertedero existente y el sedimentador circular de corriente ascendente para mezclar aprovechando la turbulencia que sale del vertedero.

4) Rehabilitación de floculadores

Los floculadores pertenecen al 2º etapa de la coagulación y son para agrandar los flóculos formados por la mezcla rápida haciéndolos chocar entre sí. En los floculadores es importante realizar una mezcla gradual para que sea cada vez más moderada con la finalidad de acelerar la floculación. La frecuencia de los choques de los flóculos por un tiempo unitario se expresa en un valor G. Los floculadores de las plantas existentes tienen adoptado el método de corriente alternante de arriba y abajo, u otro método semejante. Aunque existe un método de floculación que aprovecha la energía mecánica como el mezclador lento, no será adoptado por las mismas razones que las del mezclador rápida. En las plantas donde no están aprovechadas suficientemente las funciones de floculación, se hará una rehabilitación para mejorar las funciones de mezcla por la corriente. Para la rehabilitación, las normas de diseño de los floculadores son las siguientes:

- El tiempo de permanencia en los floculadores serán 20 – 40 minutos para la capacidad de tratamiento de la planta.
- El valor G serán $10 - 75 \text{ sec}^{-1}$ y estará diseñado para que baje gradualmente la intensidad de mezcla desde el curso arriba hacia abajo de los floculadores.
- El valor GT serán 23.000 – 210.000.

Sánchez, Maimón y Constanza

El floculador de estos lugares está dividido en 4 compartimentos y las bocas de entrada y salida de cada compartimento son angostas, lo que presenta una desventaja de mal formación de flóculos porque la alta velocidad de paso de la corriente los estropea. Además, en cada compartimento no están instalados suficientes tabiques de retención, lo que impide obtener una intensidad adecuada de mezcla para la formación de flóculos. Para solucionar este problema, se ampliarán las bocas de entrada y salida de cada compartimento y se instalarán tabiques de retención para dividir cada compartimento en 4 porciones con el fin de recuperar las funciones de floculación mediante suficiente oportunidad de mezcla.

Jarabacoa

Los floculadores cuentan 2 sistemas con 10 compartimentos, pero debido a que las aperturas de entrada y salida de cada compartimento son angostas e igual que el caso anterior, impiden la formación de los flóculos. En la rehabilitación se ampliarán las aperturas.

Piedra Blanca

Los floculadores tienen método de corriente alternante de arriba y abajo con los tabiques de asbesto de retención instalados, pero un 20% de los mismos están dañados o caídos, lo que impide las funciones de floculación. En la rehabilitación, se reemplazarán tabiques de retención y se ajustarán los intervalos de los tabiques para obtener una intensidad de mezcla adecuada.

Baní

La floculación se hace mediante una mezcla moderada por el flujo de agua en el centro del sedimentador circular de corriente ascendente. En el interior de los floculadores existentes existen partes con alta velocidad de corriente, por lo que se ampliará la apertura. Los floculadores tienen poca capacidad, pero gracias a la estructura de sedimentador de tipo conectado, se obtiene cierta floculación

dentro del sedimentador, por tanto, no se reformarán los floculadores.

5) Rehabilitación de sedimentadores

En un método común de filtración rápida, casi totalidad de las sustancias turbias del agua cruda quedan eliminadas en los sedimentadores y en el tratamiento posterior de filtración se eliminan los flóculos minuciosos que no se hayan sedimentado en los sedimentadores. A tal efecto, en la coagulación, proceso previo al tratamiento de sedimentación, es deseable que se formen flóculos grandes y pesados que sean eliminados fácilmente en los sedimentadores para mejorar la eficiencia de sedimentación y que en general, la turbiedad del agua que entra en los filtros sea menos de 4 NTU. Los sedimentadores, sin importar el grado de la turbiedad del agua entrante, deben mantener baja la turbiedad del agua que sale. Cuando aumentan los flóculos rebosantes (entrada de flóculos en los filtros sin sedimentarse en los sedimentadores), aumenta la cantidad de flóculos a ser eliminados en los filtros del proceso posterior, aumenta también la frecuencia de lavado de filtros y la pérdida de agua tratada.

Generalmente, la eficiencia de los sedimentadores se expresa en un porcentaje de sobrecarga superficial (Q/A).

$E = V/(Q/A)$ (E: eficiencia de sedimentación, V: velocidad de sedimentación de los flóculos, Q: caudal, A: superficie sedimentada del sedimentador)

Como se observa de la fórmula anterior, existen los siguientes métodos:

- A. Agrandar la superficie sedimentada A del sedimentador
- B. Agrandar la velocidad de sedimentación de los flóculos V.
- C. Reducir el caudal Q.

Entre estos, el método A es para mejorar las funciones de los sedimentadores existentes de las plantas sin ampliarlos, concretamente, instalando instrumentos de sedimentación tales como placas inclinadas y tubos inclinados.

El método de sedimentadores adoptados en las plantas existentes son los 3 siguientes y las placas inclinadas ya están adoptadas en 4 plantas.

- Sánchez, Maimón, Piedra Blanca y Constanza: Sedimentador de corriente ascendente con placas inclinadas
- Jarabacoa: Sedimentador de corriente horizontal
- Baní: Sedimentador circular de corriente ascendente

El sedimentador con placas inclinadas tiene las siguientes ventajas:

- a) Como el método de placas inclinadas tiene efecto de rectificar la corriente, si se colocan adecuadamente los tabiques o placas de rectificación, se estabilizará el flujo en el sedimentador.
- b) El sedimentador de alta velocidad tipo contacto tiene poca tolerancia contra la variación de la temperatura, caudal y la calidad de agua, por lo que es difícil adoptarlo en un lugar con gran variación de turbiedad del agua de la fuente. Por otra parte, el método de placas inclinadas tiene resultados estables en muchas plantas.
- c) Tratándose de una misma eficiencia de sedimentación, el método de placas inclinadas, en relación con el método de corriente horizontal, puede tener una superficie menor y estructura

más compacta.

Sánchez, Maimón, Piedra Blanca y Constanza

Las placas inclinadas de los sedimentadores existentes ya llevan más de 20 años desde la instalación, se observan encorvadura, deflexión y rotura y han deteriorado las funciones de sedimentación. En Piedra Blanca, a pesar de que llevan 10 años desde la instalación, en 2 de los 8 sedimentadores, un 50% de las placas inclinadas ya se ha dañado o caído. Considerando la vida útil después de la rehabilitación, es necesario instalar nuevas placas inclinadas.

Las placas inclinadas actuales son de asbesto (contiene el 17%). En Japón, en los años 80 se planteó socialmente el problema del efecto de cemento asbesto sobre la salud humana.

En las plantas existentes, las placas inclinadas de asbesto están utilizadas en los sedimentadores, por tanto, aunque se disuelva en el agua, será sedimentado o filtrado en los filtros y afectará poco al agua de acueducto. Pero, las placas de asbesto instaladas en las plantas son varios cientos y las placas caídas o dañadas están abandonadas y se preocupa la influencia de estas sobre el medio ambiente, por lo que en esta rehabilitación no será adoptada la placa de asbesto.

Las normas de diseño para la rehabilitación de los sedimentadores con placas inclinadas son las siguientes:

- En porcentaje de sobrecarga superficial del instrumento sedimentador de placas inclinadas en el método de corriente ascendente será de 14 mm/min.
- La velocidad promedio de la corriente dentro del sedimentador serán 80 mm/min.
- El ángulo de inclinación del instrumento serán 60°.
- Las placas inclinadas serán de PVC o FRP.

Jarabacoa

Los sedimentadores existentes son del método de corriente horizontal y están divididos en 8 compartimentos en serie. Aunque la capacidad de los sedimentadores es bastante insuficiente para el volumen de agua actualmente captada (13.200 m³/d), el porcentaje de sobrecarga superficial es de 40 mm/min. en relación con la capacidad de 7.600 m³/d, que será el nivel recuperado y en comparación con la norma de diseño de JWWA, es de 15-30 mm/min., es un poco más alto. En el presente Proyecto se atenderá este problema en la operación aumentando la frecuencia de lavado de los filtros. Cuando aumente la turbiedad del agua cruda y la turbiedad en los sedimentadores sobrepase 10 NTU, será necesario tomar medidas operacionales como el control del volumen de agua tratada para que el porcentaje de sobrecarga superficial sea menos de 30 mm/min.

Baní

El sedimentador existente es del método de corriente ascendente en forma circular, parecido al método de tarta de cienos, pero por la poca profundidad no se forman tartas. Actualmente el sedimentador no cuenta con el depósito para la concentración de cienos, por lo que se sedimentan los cienos en el fondo. Al presente, los obreros entran en el sedimentador para sacar los lodos manualmente. Por tanto, si se instalan placas inclinadas en la totalidad del sedimentador, se hará difícil la evacuación de lodos. La turbiedad del agua cruda de Baní está baja manteniéndose menor a 10 NTU excepto cuando llueva,

por lo que no será muy frecuente que aumente la turbiedad del agua cruda y la turbiedad del agua de sedimentador sobrepase 10 NTU por la rebosadura de flóculos. Por consiguiente, se rehabilitarán los filtros, proceso posterior al sedimentador, para que puedan atender hasta 10 NTU de carga de la turbiedad y no se ampliará el sedimentador. Para la rehabilitación del sedimentador, se limitará en aumentar la altura de las canaletas de evacuación para evitar la corriente de cortocircuito provocada por las canaletas sumergidas, haciendo uniforme la corriente en el sedimentador.

6) Rehabilitación de los filtros rápidos

Los filtros pertenecen a la última etapa de la eliminación de la turbiedad dentro del sistema de filtración rápida y se necesita disponer de las siguientes funciones que aseguren suficientemente la turbiedad del agua tratada.

- Alta capacidad de eliminación de las sustancias turbias entradas
- Tolerancia para la variación del tamaño de las sustancias turbias
- Recuperación de la capacidad de tratamiento

El método de filtración rápida de las plantas existentes son filtros de mono capa de arena con la velocidad de filtración estándar de 120-150 m/d y hasta 180 m/d como máxima según la experiencia obtenida hasta la fecha. Si se realiza la filtración con esta velocidad de filtración y los materiales estándares y adecuados, aunque varíe algo la turbiedad del agua que entra del sedimentador, se podrá obtener generalmente una buena agua filtrada. No obstante, a medida que continúa la filtración, la capa filtrante se vuelve obstruida por las sustancias turbias, por tanto, debe ser limpiada periódicamente con el agua tratada y limpia. Cuando se vuelva alta la turbiedad en la sedimentación, aumenta la frecuencia de retrolavado. Cuando aumenta la frecuencia de retrolavado gasta mayor volumen de agua tratada en el retrolavado.

Los filtros existentes se clasifican en dos tipos siguientes:

- a) Tipo auto lavado: Sánchez, Maimón, Piedra Blanca y Constanza
- b) Tipo lavado por bombeo: Jarabacoa y Baní

El tipo auto lavado consiste en hacer retrolavado de unos filtros con el agua filtrada de otros filtros a los que no aplique el retrolavado en ese momento, aprovechando la carga hidrostática de la canaleta de evacuación. Por otra parte, el tipo lavado con presión utiliza el agua presionada mediante un tanque elevado o bomba. Aunque el tipo lavado con presión requiere bomba, tanque elevado y válvulas de la tubería de los filtros, es fácil establecer la intensidad del retrolavado y se puede obtener buen resultado de lavado. El tipo auto lavado, aunque se trata de un diseño compacto sin grandes válvulas y es fácil el mantenimiento y revisión, se opera de manera que se asegure un volumen de agua para el retrolavado con el agua filtrada de otros filtros.

El método de rehabilitación para cada filtro de las instalaciones existentes será determinado de siguiente manera teniendo en cuenta el método de lavado actual y el estado de las viguetillas.

Sánchez, Maimón , Constanza

De los filtros de tipo auto lavado de estos lugares, los de Sánchez y Maimón no disponen de un volumen de agua suficiente para el auto lavado, como consecuencia de la insuficiencia de volumen de

agua captada para la capacidad de las instalaciones existentes. Por esta razón, actualmente no pueden hacer el retrolavado de manera adecuada, pero este problema será solucionado por la restauración de las obras de toma.

La problemática común entre estos filtros es la imposibilidad de retrolavado por las compuestas corroídas de los filtros y fuera de operación, y la estructura inadecuada de las viguetillas ubicadas debajo de los filtros. Las viguetillas actuales son bloques triángulos perforados o llamado tipo TP, fueron fabricados con una norma de diseño antigua y se trata de bloques colocados en forma de rejilla en un filtro y el agua filtrada sale del intersticio entre los poros y los bloques. En este método se impide una filtración uniforme, la arena filtrante se pierde del intersticio de los bloques y el agua de retrolavado tampoco se difunde de manera uniforme. Por consiguiente, se hará la siguiente rehabilitación:

- Las viguetillas de tipo antiguo serán reemplazadas por las de tipo TP nuevo y eficiente, conforme a la norma de diseño de INAPA.
- Los materiales filtrantes serán cambiados con los nuevos, dado que la capa filtrante se encuentra reducida por haber perdido cantidad de materiales filtrantes.
- Reemplazo de las compuertas averiadas o deterioradas
- Determinar una longitud adecuada de las canaletas de evacuación de retrolavado para asegurar el efecto del retrolavado.
- Aumentar la intensidad de lavado. Establecer nuevamente la altura del dique de evacuación de los filtros para asegurar el nivel de agua de retrolavado. (Se instalarán diques móviles en el dique de evacuación de la galería de agua tratada, para el ajuste fino de la altura a 1-1,5 m por debajo del borde de los filtros. La altura de cada dique será determinada según el cálculo detallado de nivel de agua.)

Para estas 3 plantas de tratamiento de agua, se hará también la rehabilitación de floculadores y sedimentadores con placas inclinadas, que corresponden al tratamiento preparativo antes de los filtros, por lo que se espera bajar y estabilizar la turbiedad del agua que entra en los filtros a través de la mejora de las funciones de sedimentación. Por consiguiente, el método de filtros será la filtración con mono capa de arena, mismo método utilizado hasta ahora. La velocidad de filtración serán 150 m/d como estándar para Sánchez y Maimón y 180 m/d para Constanza, el límite máximo de la filtración con mono capa de arena.

Las normas de diseño para la rehabilitación de los filtros de mono capa son las siguientes:

- La velocidad de filtración serán 150 m/d como estándar con el límite máximo de 180 m/d.
- El estándar del espesor de la capa de arena serán 60-70 cm, con el diámetro efectivo de 0,45-0,75 mm.
- Las viguetillas tendrán una estructura que permita filtración y lavado uniforme y eficiente.
- La capa de grava será determinada apropiadamente de acuerdo con las viguetillas. Se colocarán los granos gruesos abajo y los fino arriba de manera que no se produzca la irregularidad.

- El volumen de agua de retrolavado 0,6 m³/min., tiempo de retrolavado 10 minutos, presión de retrolavado 1,6-3,0 m, intervalo de retrolavado 24 horas.

Jarabacoa

Los filtros de Jarabacoa son de filtración rápida tipo equilibrio natural y tienen adoptado el método de lavado por bombeo. Las viguetillas, igual que Sánchez, Maimón y Constanza, son de tipo TP antiguo, produciendo problemas parecidos. Actualmente la capa de arena está bastante reducida dejando pasar casi directamente el agua sedimentada. Para las sustancias turbias en caso de lluvias, ni los floculadores ni los sedimentadores actuales funcionan satisfactoriamente y el agua está suministrada sin que se eliminen suficientemente las sustancias turbias. La bomba de retrolavado no proporciona suficiente intensidad de retrolavado y se requiere la mejora de las funciones de filtración de los filtros y la recuperación de la capacidad de retrolavado.

A pesar de que existe gran déficit de capacidad de tratamiento de las instalaciones existentes para la demanda de agua de Jarabacoa, dejan entrar un volumen excesivo de agua cruda en la planta, por lo que no sólo los filtros sino toda la instalación está operando con sobrecarga. En “**2-2-2-2 Determinación de la capacidad de las instalaciones de tratamiento de agua a ser rehabilitadas**”, para la recuperación de la capacidad de tratamiento tras la rehabilitación, se establece un nivel que permita asegurar en lo posible una capacidad de tratamiento que corresponda al volumen de agua captada. Para la rehabilitación, los filtros se cambiarán de mono capa a capas múltiples con ansuracita y arena. La bomba de retrolavado se revisará y se instalará el equipo de lavado superficial para fortalecer las funciones de los filtros. La velocidad de filtración serán 240 m/d, velocidad estándar para un filtro de doble capa. El Cuadro 2-6 resume las comparaciones entre el método de filtración de mono capa y el de capa doble. Como equipo de lavado superficial existen tipo giratorio y el tipo fijo y éste será adoptado desde el punto de vista de mantenimiento y administración y el costo, como se muestra en el Cuadro 2-7.

Para las viguetillas de los filtros, serán adoptadas viguetillas tipo colador, que tiene buenos resultados y evaluación estable ante la adopción del método de filtración de capa doble. Es necesario mantener la formación de las capas de manera que las ansuracitas de diámetro grande con menor peso específico permanezcan encima de la capa de arena de pequeña diámetro con mayor peso específico, después del lavado. Aunque existen otros tipos de viguetillas, como se indica la comparación en el Cuadro 2-8, se puede juzgar que el tipo colador es el más ventajoso.

Cuadro 2-6 Comparación entre un filtro de mono capa y un filtro de capa múltiple

	Filtro de mono capa (convencional)	Filtro de capa múltiple (adoptado en Jarabacoa y Baní)																															
Características	<ul style="list-style-type: none"> * Es un tipo convencional y de uso común. * Velocidad de filtración 120 m/d – 150 m/d máx. * Diámetro de grano de arena filtrante Diám. efectivo 0,45-0,7 mm * Si aumenta el espesor de la capa de arena utilizando una arena de diámetro mayor, es posible aumentar la velocidad de filtración sin aumentar la pérdida de carga hidrostática. En este caso, es necesario mejorar la capacidad de lavado aumentando la velocidad de retrolavado o empleando conjuntamente el lavado neumático. El diámetro efectivo de 0,6-0,7 mm, y el espesor de la capa de arena de 60-70 cm son comunes. * Para el lavado de capa filtrante, el método combinado de retrolavado con el lavado superficial será el método estándar. El lavado neumático será combinado según necesidad. 	<ul style="list-style-type: none"> * Es un filtro en que se emplean materiales variados: arena, ansuracita, granate, etc. * Por la alta tendencia de filtración interna, es grande el volumen de suciedad restringida y es alto el rendimiento de filtración. * La pérdida de carga hidrostática contra el volumen de suciedad restringida es baja y la duración de filtración es larga. * Puede aumentar la velocidad de filtración. * Basta con una proporción pequeña de agua de retrolavado sobre el volumen de agua filtrada. * Es posible aumentar el volumen de agua tratada mediante la filtración de alta velocidad. * Velocidad de filtración máxima 240m/d * Dado que la ansuracita tiene poco peso específico, hay que tener cuidado con la pérdida de la misma en el momento del retrolavado. Pero, basta con una velocidad de retrolavado baja. * Como método de lavado de capa filtrante, está adoptada la combinación de lavado superficial con retrolavado, retrolavado con lavado neumático y lavado superficial con retrolavado, agregando lavado neumático. * En general, la ansuracita tiene diámetro efectivo de 0,7-1,5 mm, y el espesor de capa filtrante es más grueso que el de mono capa, con 60-80 cm como estándar. <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="6">Ejemplo estándar (unidad: mm)</th> </tr> <tr> <th></th> <th colspan="2">Ansuracita</th> <th colspan="2">Arena filtrante</th> <th rowspan="2">Espesor total de capa</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Espesor de capa filtrante</th> <th>Diámetro efectivo</th> <th>Espesor de capa filtrante</th> <th>Diámetro efectivo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Caso 1</td> <td>200-300</td> <td rowspan="3">0,9-1,4</td> <td>300-400</td> <td rowspan="3">0,45 - 0,6</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>Caso 2</td> <td>200-400</td> <td>300-500</td> <td>700</td> </tr> <tr> <td>Caso 3</td> <td>300-500</td> <td>300-500</td> <td>800</td> </tr> </tbody> </table>	Ejemplo estándar (unidad: mm)							Ansuracita		Arena filtrante		Espesor total de capa		Espesor de capa filtrante	Diámetro efectivo	Espesor de capa filtrante	Diámetro efectivo	Caso 1	200-300	0,9-1,4	300-400	0,45 - 0,6	600	Caso 2	200-400	300-500	700	Caso 3	300-500	300-500	800
Ejemplo estándar (unidad: mm)																																	
	Ansuracita		Arena filtrante		Espesor total de capa																												
	Espesor de capa filtrante	Diámetro efectivo	Espesor de capa filtrante	Diámetro efectivo																													
Caso 1	200-300	0,9-1,4	300-400	0,45 - 0,6	600																												
Caso 2	200-400		300-500		700																												
Caso 3	300-500		300-500		800																												

Piedra Blanca

Los filtros de Piedra Blanca llevan 10 años de construcción y las viguetillas son de nuevo tipo TP conforme a la norma de diseño de INAPA actual y no hay problemas, pero para los demás puntos, al igual que Sánchez y Maimón mencionados anteriormente, no es posible la operación de retrolavado por las compuertas de filtros corroídas. Por lo tanto, las funciones de filtros serán recuperadas a través de la rehabilitación de las compuertas de los filtros, materiales filtrantes, canaletas de evacuación de retrolavado, etc. Los filtros serán de filtración de mono capa de arena, igual que ahora, con la velocidad de filtración estándar de 150 m/d.

Cuadro 2-7 Comparación de equipo de lavado superficial

Item \ Tipo	Rotatorio	Fijo
Caudal de lavado superficial	0,05 ~ 0,10 m ³ /(min · m ²)	0,15 ~ 0,20 m ³ /(min · m ²)
Presión de lavado (Interior de la tobera)	30 ~ 40 m	15 ~ 20 m
Operatividad del remplazo de arena filtrante	Buena ○	Mala △
Eficiencia de lavado	Buena ○	Mala △
Lavado superficial de los rincones de los filtros	Se necesita emplear el lavado superficial fijo conjuntamente. △	Puede hacer el lavado superficial de los rincones. ○
Forma de la parte filtrante	Limitada. Proporción de vertical y horizontal debe ser número par. △	No limitada ○
No. y distribución de canaleta de evacuación de lavado	Limitada △	No limitada ○
Pérdida de materiales filtrantes	La intensidad de lavado superficial es grande parcialmente, por lo que la pérdida de materiales filtrantes es algo mayor. △	Se inyecta sobre la totalidad de los filtros, por lo que la pérdida de materiales filtrantes es menor. ○
Economía	En caso del producto SUS, es algo más barato que el tipo fijo. ○	En caso del producto SUS, es algo más costoso. △
Diámetro de bomba de lavado superficial	Pequeño ○	Grande △
Diámetro de tubo de conexión de lavado superficial	Pequeño ○	Grande △
reparación y revisión	Por la existencia de la parte deslizante(cojinete cerrado, etc.), la frecuencia de la revisión es mayor que el tipo fijo. En caso de SCS, es necesario cambiar el cojinete cada 15 años. △	Existen muchas partes roscadas en la tobera, cuesta trabajo la revisión y reparación de tobera. Como no existe la parte deslizante, la frecuencia de revisión es menor. ○
Aplicación	En general hay muchos casos de aplicación en plantas grandes y medianas. △	Hay muchos casos de aplicación en plantas medianas y pequeñas. Más adoptado que el tipo rotatorio. ○

Cuadro 2-8 Comparación de viguetillas de filtros

Tipo	Tipo tobera A	Tipo tobera B	Tipo hormigón perforado	Tipo bloques perforado	Tipo TP de cemento PC
Forma de viguetilla	Ranuras longitudinales	Ranuras longitudinales	Poros minuciosos	Tipo redondo perforado ϕ 4,5-35 (No. de perforaciones: 150/m ²)	8 ~ 10
Material	Tobera: polipropileno Losa de suelo: concreto armado	Tobera: polipropileno Losa de suelo: concreto armado (instalación en el lugar)	Capa de hormigón poroso: cemento aluminio Losa alveolar, tubo de dispersión: concreto simple	Plástico (polietileno para baja presión)	Tobera: PVC (tubo de cloruro de vinilo) Bloque triángulo : concreto armado
Resistencia, anticorrosividad	Grande No hay problema en el agua que contiene el cloro en una concentración normal.	Grande No hay problema en el agua que contiene el cloro en una concentración normal.	Grande Casi no hay problema	Medio No hay problema en el agua que contiene el cloro en una concentración normal.	Grande No hay problema en el agua que contiene el cloro en una concentración normal.
Resistencia al golpe	○ No hay problema porque la losa de suelo es de concreto armado.	○ No hay problema porque la losa de suelo es de concreto armado.	△ Algo inferior por ser totalmente de hormigón poroso.	△ El cuerpo por sí es resistente, pero en las juntas mecánicas puede haber problemas.	○ No hay problema porque el bloque triángulo es de concreto armado.
Laborabilidad	○ Se trata de entregar en el lugar las losas de suelo normalizadas y elaboradas en una fábrica, fijarlas con pernos de base y darles tratamiento en las juntas. Es una ejecución fácil.	× Insertar la boquilla de tobera con la tapa obturadora puesta en el hoyo del panel moldeado de suelo de viguetilla, sobre lo cual instalar el concreto armado en el lugar de obra. Luego retirar la tapa obturadora e insertar el vástago de tobera, pero es necesario despegar el concreto alrededor de la tapa.	△ Sobre las vigas de soporte instaladas, colocar el tubo de dispersión, losas alveolares y capa de grava, y además es necesario instalar el hormigón poroso. Por esta razón, es difícil una ejecución homogénea de capa de grava y se requiere una destreza.	△ Basta con colocar los bloques perforados en la base baja del filtro y fijarlos con mortero y es una ejecución fácil. Pero, para la uniformidad de entrada y retrolavado, es necesario asegurar la horizontalidad del fondo del filtro. Asimismo hay que tener cuidado con las juntas mecánicas.	△ Sobre las vigas de soporte instaladas, colocar y fijar los bloques triángulos y tapar los intersticios entre los bloques con una lechada de cemento. La ejecución no es difícil, pero para la uniformidad de entrada y retrolavado, es necesario asegurar la horizontalidad de los bloques triángulo y el intervalo de colocación.

Tipo	Tipo tobera A	Tipo tobera B	Tipo hormigón perforado	Tipo bloques perforado	Tipo TP de cemento PC
facilidad de mantenimiento y administración	○ Aunque se dañe la tobera, basta con cambiar sólo la pieza y el mantenimiento es fácil.	○ Aunque se dañe la tobera, basta con cambiar sólo la pieza y el mantenimiento es fácil.	△ En caso de que la capa de hormigón poroso quede obstruida o dañada, será necesario reparar totalmente.	△ La limpieza es difícil y el reemplazo será complicado.	△ Es difícil revisar y limpiar debajo de la losa de vigueta y el reemplazo será complicado.
Problemática	Hay posibilidades de obstrucción. (Será necesario tomar medidas como el ajuste de la dirección de las ranuras hacia interior.)	Hay posibilidades de obstrucción. (Será necesario tomar medidas como el ajuste de la dirección de las ranuras hacia interior.)	Hay posibilidades de obstrucción en la capa de hormigón poroso.	Hay posibilidades de obstrucción si no es suficiente la grava de soporte. (No es posible la inspección.)	Hay posibilidades de evacuación de sustancias turbias y arena filtrante si no se asegura suficientemente la capa de grava.
Aplicación	Hay (Principalmente en Europa y EE.UU.)	Hay (Principalmente en Europa y EE.UU.)	Hay (Principalmente en Japón)	Hay	Hay (Dominica)
Economía	100	100	105	100	90
Pérdida de carga hidrostática	100 ~ 150mmAq	200 ~ 300mmAq	10 ~ 30mmAq	150 ~ 200mmAq	100 ~ 150mmAq
Evaluación integral	Existen muchos casos de aplicación en el extranjero. La pérdida de carga hidrostática es baja y el costo de mantenimiento y administración es barato. También está adoptado en muchos filtros de capa múltiple y será adoptado en los filtros que tendrán capa múltiple por la rehabilitación.	Existen muchos casos de aplicación en el extranjero. La pérdida de carga hidrostática es grande pero el costo de ejecución, mantenimiento y administración es barato.	Cada vez hay más casos de aplicación en el extranjero. La pérdida de carga hidrostática es baja pero el costo de ejecución, mantenimiento y administración es alto.	Existen casos de aplicación en el extranjero. La pérdida de carga hidrostática es mediana y el costo de ejecución es barato, pero presenta muchos problemas por la pérdida de arena.	Existen casos de aplicación en la filtración de mono capa en la República. Se puede reducir la pérdida de carga hidrostática y será adoptado en el filtro de mono capa de arena con auto lavado.

Baní

Los filtros de Baní, igual que los de Jarabacoa, son de filtración rápida tipo equilibrio natural por la gravedad y con el método de lavado por bombeo. Las viguetillas son parecidas a las de Sánchez, Maimón y Constanza, pero son bloques tipo TP sin poros. El agua filtrada sale de las zanjas de los intersticios entre los bloques colocados, estructura que no permite una filtración ni retrolavado uniforme. En la superficie de los filtros después del retrolavado la arena forman pasos de agua a lo largo de las zanjas, dificultando una filtración suficiente.

Aunque la planta de Baní actualmente ya se encuentra operando con sobrecarga, es difícil disminuir el volumen actual de agua captada debido a alta demanda de agua. Sin embargo, la ampliación de los sedimentadores que pertenecen al proceso anterior a los filtros, será difícil por la limitación del terreno de la planta, asimismo la ampliación de la misma planta. Por esta razón, en los sedimentadores podrá mejorar el efecto de sedimentación a través de la homogeneización de la corriente ascendente por el aumento de la altura de las canaletas de evacuación. Respecto a los filtros, al igual que Jarabacoa, para atender al actual volumen de agua captada se aumentará la velocidad de filtración mediante capa doble en los filtros, y al mismo tiempo, se instalará el equipo de lavado superficial, se renovará la bomba de retrolavado para reforzar las funciones de lavado, con el propósito de obtener la velocidad de filtración estándar de 240 m/d para las capas dobles.

La rehabilitación pretenderá una estructura de capas filtrantes similar a la de Jarabacoa, el reemplazo de las viguetillas de los filtros y la instalación del equipo de lavado superficial. Asimismo será reemplazada la bomba de retrolavado por falta de capacidad.

7) Rehabilitación de dosificadores de cloro

Los dosificadores de cloro de las plantas de cada lugar objeto son del método de inyección de gas de cloro, pero la mayoría tiene averías o problemas de funciones, por lo tanto, la rehabilitación se basará en los siguientes conceptos.

Método de inyección de cloro

Como método de inyección de cloro, existe el método de inyección en húmedo que consiste en inyectar el gas de cloro después de mezclado con el agua presionada, y el método de inyección en seco en que se inyecta el gas de cloro directamente. La inyección en seco requiere poco equipo ya que no se necesita el agua presionada, pero tiene desventaja de presentar el porcentaje de inyección no uniforme o posibles fugas de gas de cloro no disuelto. Como producto de cloro, además de gas de cloro, existe hipoclorito, pero las plantas de 140 lugares del país bajo la competencia de INAPA, utilizan el gas de cloro. INAPA tiene intención de seguir utilizando el gas de cloro por el momento. Puesto que fueron entregados 150 juegos de dosificador de cloro a INAPA en junio de 2001, se considera difícil cambiar por el hipoclorito sólo para las plantas de los lugares objeto desde el punto de vista de generalización. Luego de comparar y analizar los métodos de inyección de cloro a ser adoptados, desde el punto de vista de seguridad, generalidad y economía, se ha seleccionado el método en húmedo que consiste en inyectar el gas de cloro proporcionando el agua presionada, como se muestra en el Cuadro 2-9.

Determinación de la dosis de inyección

El porcentaje de inyección será determinado a continuación para que se detecte el cloro libre efectivo de más de 0,1 mg/l en la llave del extremo de la tubería de distribución, tomando como referencia los

datos obtenidos de INAPA hasta la fecha.

Porcentaje promedio de inyección: 2,0 mg/l

Porcentaje máximo de inyección: 3,0 mg/l

Cuadro 2-9 Comparación de métodos de inyección de cloro

	Gas de cloro		Hipoclorito de calcio	Hipoclorito sódico
	En seco	En húmedo		
Estado físico	Gas en líquido		Polvo	Líquido
Contenido de cloro efectivo	más de 99,4%		30% ~ 70%	5 ~ 12 %
Seguridad	Sustancia peligrosa. Se requiere un manejo adecuado.		Se requieren medidas para el ambiente laboral como la ventilación contra salpicadura producida en el trabajo de disolución.	Sustancia peligrosa. Se requiere un manejo adecuado.
Precisión de inyección	Media	Alta	Generalmente baja por la característica de la solución	Alta
Conservación	Es necesario guardar evitando la luz directa del sol y se puede conservar largo tiempo.		Se conserva bien.	No se conserva bien. Se deteriora rápidamente y no se puede guardar en gran cantidad.
Generalidad	INAPA tiene adoptado ambos métodos en mayoría de los casos.		No está aplicado ni en las plantas objeto ni las demás plantas. Se aplica sólo en acueductos muy pequeños.	No está adoptado en INAPA.
Costo	7-12 RD\$/kg de cloro efectivo		20-30 RD\$/kg de cloro efectivo	Más costoso que hipoclorito de calcio.
Bomba	No es necesaria.	Es necesaria para el suministro de agua presionada.	Se puede inyectar por la gravedad y sin bomba.	Se puede inyectar por la gravedad y sin bomba.
Problemática en mantenimiento y administración	Posibilidades de fuga de gas de cloro no disuelto	No es posible la inyección en el momento de apagones.	Existen muchas impurezas en la solución, lo que causa la incrustación en el tubo de inyección.	No hay problema de incrustación. Por la imposibilidad de almacenar gran cantidad, es necesario adquirir frecuentemente.

Instrumentos de seguridad

Las plantas de cada lugar objeto está diseñadas para utilizar cilindro de de 150 lb (68 kg). Actualmente existen lugares donde utilizan cilindros de 1 t, pero debido a que las especificaciones no son uniformes, pueden provocar posibles accidentes imprevistos de fuga de cloro. Por esta razón, se propone a INAPA utilizar el cilindro de 150 lb(68 kg) por la seguridad. Y, además de utilizar los cilindros adecuados, se dotará de mascara de antigás como instrumento de seguridad.

Medidas contra apagones

En los lugares objeto, el agua cruda entra por gravedad y la disolución de sulfato de aluminio se inyecta también por gravedad, por lo que no es necesario considerar las medidas especiales contra apagones, excepto para el retrolavado. Por consiguiente, la instalación de un generador eléctrico de poca capacidad podrá servir como fuente eléctrica de emergencia en caso de apagones para la

operación de la bomba de presión para la inyección de cloro.

8) Dosificador de sulfato de aluminio

Método de inyección

En las plantas de los lugares objeto existen los 3 siguientes métodos de inyección de sulfato de aluminio, indicados en el Cuadro 2-10, y han sido analizados y comparados. El método de inyección por una bomba medidora no está aplicado en ninguna planta de los lugares objeto y uno de los dos métodos restantes están aplicado. Teniendo en cuenta los resultados y la preferencia en la operación y administración en INAPA, se ha seleccionado el método de inyección que permite medir e inyectar por la gravedad. El equipo de medición e inyección deben ser los que tengan buenos resultados. También hay que considerar las funciones de ajuste de caudal para que los operadores puedan comprobar fácilmente la dosis de inyección.

Cuadro 2-10 Análisis de métodos de inyección de sulfato de aluminio

Item de comparación	Método de inyección		
	Equipo de medición e inyección por la gravedad	Equipo de inyección de polvo	Bomba medidora
Energía eléctrica	No necesita la electricidad y puede inyectar aun con apagones.	Necesita	Necesita
Precisión de inyección	Media	Alta	Alta
	La precisión es algo inferior que otros métodos, pero no hay problema en la práctica.		La precisión puede ajustarse con la revolución de la carreta y es alta.
Costo de operación	Medio	Alto	Alto
Aplicación, generalidad	Está aplicado también en otras plantas de INAPA	INAPA tuvo experiencia en el pasado, pero debido a la avería frecuente, ha dejado a aplicarlo.	INAPA no tiene experiencia hasta la fecha.
Problemática	El dosificador fabricado localmente no tiene buenas funciones de medición y no puede ajustar bien la dosis, según lo que indica INAPA. Es necesario adoptar un dosificador aceptado ampliamente con buenos resultados.	Por la imposibilidad de reparación de parte mecánica, una vez averiado el equipo, en muchos casos se deja abandonado.	La solución de sulfato de aluminio con muchas impurezas causa fácilmente la incrustación.
Mantenimiento y administración	La mayoría tiene estructura simple y es fácil el mantenimiento y administración, pero es necesario revisar la incrustación en el dosificador y tubo de inyección.	Es necesaria la revisión periódica de parte mecánica y el reemplazo de la parte desgastada.	Son necesarios piezas de repuesto para el cambio periódico como el diafragma.

Porcentaje de inyección de sulfato de aluminio

El porcentaje de inyección de sulfato de aluminio será determinado de acuerdo con la turbiedad del agua cruda. Respecto a la turbiedad del agua cruda, en Maimón, que tiene toma en el curso medio del río y en Baní, la cuenca media, tiende a aumentar la turbiedad y con mayor duración. Según los valores obtenidos de INAPA, el porcentaje de inyección de sulfato de aluminio se determina como sigue:

Sánchez, Jarabacoa, Maimón y Constanza

Porcentaje promedio de inyección: 10 mg/l (para Al 203)

Porcentaje máximo de inyección: 10 mg/l (para Al 203)

Maimón y Baní

Porcentaje promedio de inyección: 20 mg/l (para Al 203)

Porcentaje máximo de inyección: 50 mg/l (para Al 203)

9) Rehabilitación de instalaciones eléctricas

Las instalaciones de las plantas existentes están diseñadas de manera que requieran equipos mecanizados lo menos posible, por tanto, las instalaciones eléctricas son solamente el transformador de poste para la recepción eléctrica, iluminaciones e interruptores instalados en la pared. El estado de las instalaciones receptoras eléctricas actuales se muestra en el Cuadro 2-11.

Cuadro 2-11 Estado de las instalaciones eléctricas existentes

Lugar		Capacidad de recepción eléctrica	Generador eléctrico	Observaciones
Sánchez	Obra de toma	Trifásica, transformador, 220V	No hay	Está colocado en la azotea del edificio de bomba y la parte inferior está corroída por la humedad.
	Planta	Monofásica, transformador de poste	No hay	Fue averiado por el deterioro y reemplazado por uno nuevo en mayo de 2001.
Jarabacoa		Trifásica, transformador de poste 220V	No hay	
Maimón	Obra de toma	Trifásica, transformador de poste 220V	No hay	Del conmutador está caída una fase y sustituida por un cable descubierto. El poste está en peligro de caerse.
	Planta	Monofásica, transformador de poste, 120V	No hay	
Piedra Blanca		Monofásica, transformador de poste, 120V	No hay	
Constanza		Monofásica, transformador de poste, 120V	No hay	
Baní		Trifásica, transformador de poste, 220V	Existe generador para la bomba de retrolavado	

La problemática principal de las instalaciones eléctrica es la frecuencia de los daños en el motor por falta de panel receptor, panel impulsor e instrumentos protectores y el peligro que se presenta por los cables deteriorados y descubiertos debido a que los interruptores están retirados de la pared. Para la rehabilitación, se instalarán paneles de recepción e impulsión para solucionar esta situación. Además, los aparatos de iluminación de las plantas serán cambiados con los nuevos y se instalará el panel de distribución para la iluminación.

(3) Análisis de instalación de tanque de distribución de agua

1) Análisis de lugar de construcción de tanque de distribución de agua

El objetivo principal del Proyecto es la rehabilitación de plantas de tratamiento de agua, pero, si se consigue mejorar la situación del servicio de suministro de agua mediante la construcción de una parte de instalaciones de distribución de agua, para ser más eficiente el beneficio del Proyecto, la construcción será considerada para ser incluida en el objeto de la cooperación.

Por consiguiente, de acuerdo con los resultados del estudio local, se seleccionaron lugares donde el efecto del Proyecto sería grande con la construcción de tanque de distribución de agua y se analizaron las instalaciones de distribución de agua (tanque y parte de tubería).

Las condiciones de la selección se muestran a continuación:

Flujo de análisis de los lugares para mejorar la situación de suministro de agua

1) Relación con los proyectos en marcha

- Lugares que no coincidan con los proyectos de INAPA.

2) Situación de sistema de distribución de agua en cada lugar

- Lugares favorecidos para la construcción de tanque de distribución de agua

3) Volumen de agua tratada de la planta y la capacidad de tanque de distribución

- Lugares donde falte la capacidad de tanque y se requiera la construcción de otro tanque

4) Selección de lugares candidatos para la construcción de tanque

- A partir del contenido de 1) a 4), se seleccionan los lugares para la construcción de tanque.

Determinación de los lugares para la construcción de tanque.

En base al flujo anterior, se hará el análisis para cada lugar. Conforme al contenido analizado, el lugar objeto será Maimón.

Lugar objeto de construcción de tanque: Maimón

Las evaluaciones de juicio para cada lugar se muestran en el Cuadro 2-12.

Cuadro 2-12 Análisis de lugares para la construcción de tanque de distribución(1/2)

Item	Sánchez	Jarabacoa	Maimón	Piedra Blanca	Constanza	Baní
1) Relación con los proyectos en marcha	Nuevo tanque en construcción	Una planta y nuevo tanque en proyecto	Pozos complementarios + tanque de distribución, instalaciones de impulsión de agua (Poco probable)	No hay	No hay	Traslado del dique de toma, pero poco factible.
2) Situación de sistema de distribución de agua (Posición del tanque y el terreno)	El tanque está en una altitud suficiente para la zona. El sistema de distribución de agua es sencillo y puede suministrar el agua por la gravedad.	Hay distritos más altos que el nivel de agua del tanque. El sistema de distribución es complejo y requiere una revisión general.	El tanque está en una altitud suficiente para la zona. El sistema de distribución de agua es sencillo y puede suministrar el agua por la gravedad.	El tanque está en una altitud suficiente para la zona. El sistema de distribución de agua es sencillo y puede suministrar el agua por la gravedad.	Hay distritos más altos que el nivel de agua del tanque. El sistema de distribución es complejo y requiere una revisión general.	Hay distritos no muy bajos que el nivel de agua del tanque. Se trata de falta de nivel de agua del tanque y no mejora la situación de suministro de agua.
3) Volumen de agua tratada de la planta y la capacidad de tanque de distribución Comparado con el tiempo de permanencia en un tanque de 8-12 horas, según la guía de diseño de las instalaciones de acueducto de Japón	Si se incluye el tanque de distribución que está en construcción, la capacidad de tanque será casi suficiente aun después de la puesta en marcha de la bomba de toma.	Con relación a la capacidad de tratamiento de la planta, la capacidad del tanque es para menos de 5 horas. Como se describe en 2), el nivel de agua del tanque es insuficiente para la altitud del terreno de la zona de servicio.	Prolongación de las horas de servicio. De los lugares objeto, es el lugar con el tiempo de servicio más corto y se encuentra en un estado apremiante. El reemplazo de la bomba de toma hará mucho efecto.	La capacidad del tanque existente mantiene un volumen casi suficiente. Aunque se da el servicio en horas limitadas actualmente, si se consigue reducir las fugas de la tubería de suministro y fugas dentro de la tubería de distribución, será posible el suministro de agua en 24 horas.	La capacidad del tanque es para 7,7 horas y tiende a faltar. Actualmente se suministra el agua en horas limitadas. Como se describe en 3), el nivel de agua del tanque es insuficiente para la altitud del terreno de la zona de servicio.	La capacidad del tanque presenta gran déficit. Aunque se da el servicio en 24 horas actualmente, el tanque está siempre vacío.
Capacidad de tanque (total)	2.100 m3 (incluyendo el tanque en construcción)	1.470 m3	1.140 m3	1.040 m3	2.465 m3	1.900 m3
Volumen proyectado de agua tratada de la planta (velocidad de filtración)	6.000 m3/d (a la velocidad de filtración 150 m/d)	7.600 m3/d (a la velocidad de filtración 240m/d)	7.200 m3/d (a la velocidad de filtración 150m/d)	3.600 m3/d (a la velocidad de filtración 150m/d)	8.100 m3/d (a la velocidad de filtración 180m/d)	20.200 m3/d (a la velocidad de filtración 240m/d)
Volumen de suministro de agua proyectado (5% desperdiciado en la planta) (tiempo de permanencia)	5.700 m3/d (8,8 h)	7.220 m3/d (4,9 h)	6.860 m3/d (4,0 h)	3.420 m3/d (7,3 h)	7.695 m3/d (7,7 h)	1.9190 m3/d (2,4 h)

2-32

: Apto para las condiciones

: No apto para las condiciones

Cuadro 2-12 Análisis de lugares para la construcción de tanque de distribución (2/2)

Item	Sánchez	Jarabacoa	Maimón	Piedra Blanca	Constanza	Baní
4) Lugares seleccionados para la construcción de tanque de distribución Necesidad de tanque de distribución y resumen de las evaluaciones para la instalación	Actualmente un tanque nuevo de 750 m ³ está en construcción. También está ampliando la obra de toma. Cuando terminen estas instalaciones, el volumen de captación y de almacenamiento en el tanque aumentará bastante y será posible alargar el horario del servicio de agua. Por tanto, no es necesario planear un tanque de distribución en el presente diseño básico.	En Jarabacoa, INAPA tiene proyectada una planta y un tanque nuevo, por tanto no es necesario planear un tanque de distribución en el presente diseño básico. No obstante, debido a que la situación de suministro de agua es compleja, es necesario revisar el sistema de distribución de agua.	Maimón es el lugar donde tiene el tiempo de servicio más corto entre los lugares objeto. Como se tiene previsto el reemplazo de la bomba de toma, podrá aumentar el volumen de captación y el agua tratada. Por consiguiente, el aumento de volumen de almacenamiento de agua por la construcción de tanque de distribución, permitirá prolongar las horas de servicio. Sin embargo, hay que comprobar que si la red de distribución actual tiene suficiente capacidad.	El volumen de agua entrada en la planta medido en este estudio está más bajo que el medido en febrero. Esto debe a la nueva bifurcación instalada para el uso agrícola en el medio del tubo de aducción. Primero hay que asegurar un volumen de aducción adecuado a la capacidad de planta original.	El nivel de agua del tanque existente no tiene suficiente altitud con relación a la altitud del terreno de la zona de servicio. Por eso, aunque se construyera un tanque al lado del tanque existente (tanque de acero), no podrá solucionar el problema de falta de agua en los distritos altos. Para atender al problema, es necesario construir un tanque en un terreno más alto que el del tanque existente y en tal caso, será indispensable proyectar las instalaciones tales como la caseta de bomba impulsora para enviar el agua al tanque y la tubería de impulsión. También será necesario proyectar la construcción de caseta de bomba para dar la presión.	El nivel de agua del tanque existente no está suficientemente alto con relación a la altitud del terreno de la zona de servicio. Por eso, aunque se construyera un tanque al lado del tanque existente (tanque de acero), no podrá solucionar el problema actual de falta de agua en los distritos altos. Para atender al problema, igual que el caso de Constanza, es necesario construir un tanque en un terreno más alto que el del tanque existente y en tal caso, será indispensable proyectar la caseta de bomba impulsora para enviar el agua al tanque y la tubería de impulsión.
Evaluación general						

: Lugar seleccionado para la construcción de tanque de distribución

: Lugar no seleccionado

2) Capacidad de tanque de distribución

Para la determinación de la capacidad de tanque, se analizará sobre: el horario actual de la operación de tanque, el estado del tanque en el momento del servicio y el estado del tanque en el servicio de 24 horas, y será adoptado un valor que satisfaga las condiciones y .

Actualidad del horario de operación de tanque

El tanque de Maimón está operando de siguiente manera.

Actualmente en Maimón se da el servicio de agua separadamente en dos distritos de Maimón y Buenos Aires. La situación de suministro de agua en cada distrito se muestra en el Cuadro 2-13. La variación actual del nivel de agua del tanque se muestra en la Figura 2-1.

Cuadro 2-13 Zona de servicio y horario de servicio de agua del tanque en Maimón

Nombre del distrito servido	Horario de servicio	Horas servidas	Volumen suministrado/día (m ³ /d)	Caudal en el momento del suministro (m ³ /min)
Maimón	7:30am - 9:30am 18:00pm - 19:30pm	3,5 h	2.075	9,88
Buenos Aires	13:00pm - 18:00pm	5,0 h	945	3,15
Total		8,5 h	3.020	13,03
Observaciones				

Horario de la operación de planta 5:00 – 22:00 (17horas)

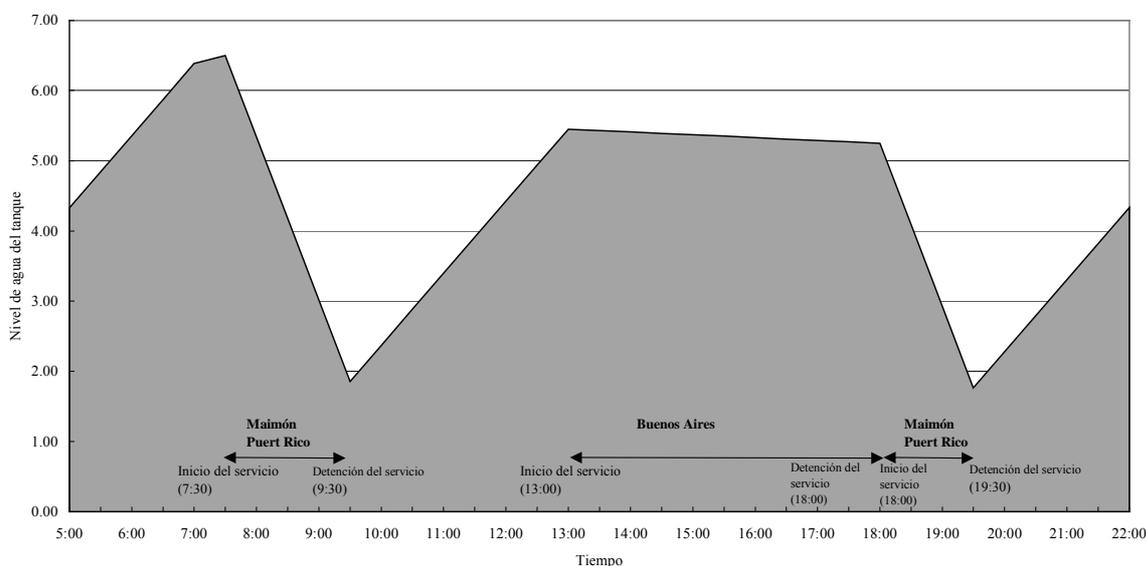


Figura 2-1 Variación del nivel de agua del tanque existente

Estado del tanque en el momento del servicio en horas limitadas

Se comparan el horario de servicio, volumen de agua suministrada, tiempo de operación de la planta y la población beneficiaria en los dos casos: uno con sólo el tanque existente y el otro con la construcción de otro tanque además del existente. Las condiciones del análisis son las siguientes:

1. El horario de servicio será de 6:00 a 23:00, cuando hay consumo de agua en general.
2. Se suministrará el agua simultáneamente a Buenos Aires y a Maimón.
3. El caudal que sale del tanque será el caudal actual en el momento del suministro.
4. El volumen de agua entrante al tanque será el volumen de agua tratada de la planta (6.860 m³/d)

De acuerdo con las condiciones anteriores, es necesario que la capacidad del tanque sea una capacidad que pueda proporcionar el suministro de agua de mayor duración y llenar el tanque en 24 horas. Como consecuencia del análisis para determinar una capacidad que cumpla estas condiciones, la capacidad del tanque necesaria serán 860 m³.

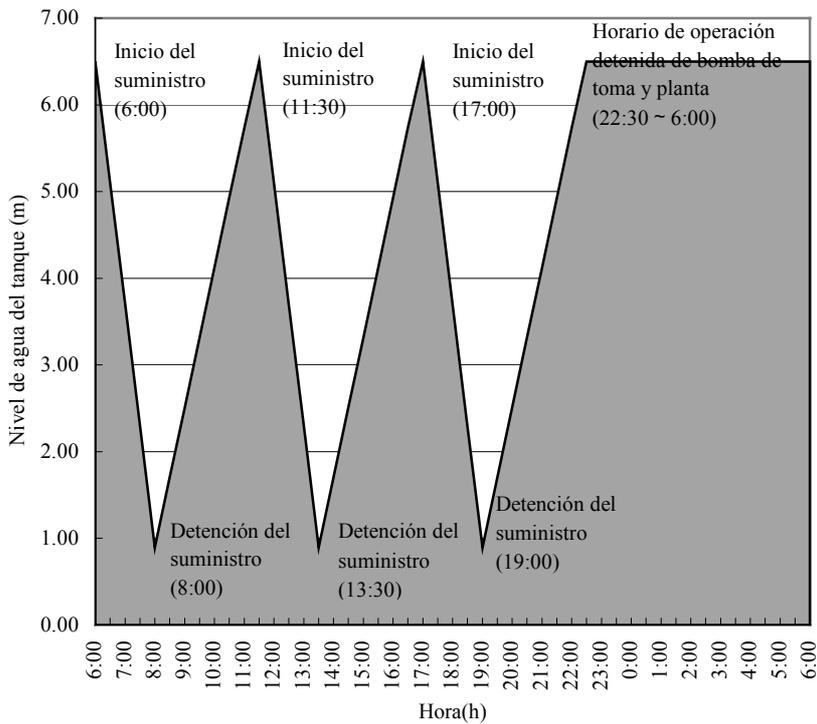
Además, debido a los apagones frecuentes, se hizo la comparación de los dos casos: uno con sólo el tanque existente y el otro con la construcción de nuevo tanque. El resumen aparece en el Cuadro 2-14, Figuras 2-2 y 2-3.

Cuadro 2-14 Comparación de operación de tanque

Tanque de distribución de agua	Nombre	Condición	Caudal suministrado (m ³ /min)	Caudal tratado de la planta (m ³ /d)	Capacidad de tanque (m ³)	Horario de servicio	Volumen suministrado	Población beneficiaria	%
Sólo con el tanque existente	Caso 1	No hay apagones	13,03	6.860	1.140	6 horas 6:00 ~ 8:00 11:30 ~ 13:30 17:00 ~ 19:00	4.691m ³	15.636 habitantes	1,00 (1,09)
	Caso 2	Hay apagones	13,03	6.860	1.140	5.5 horas 6:00 ~ 8:00 11:30 ~ 13:00 19:00 ~ 21:30	4.300m ³	14.333 habitantes	0,92 (1,00)
Tanque existente + tanque nuevo	Caso3	No hay apagones	13,03	6.860	Existente 1.140 Nuevo 860 Total 2.000	8 horas 6:00 ~ 10:00 17:00 ~ 21:00	6.254m ³	20.846 habitantes	1,33 (1,45)
	Caso4	Hay apagones	13,03	6.860	Existente 1.140 Nuevo 860 Total 2.000	7 horas 6:00 ~ 10:00 12:00 ~ 12:30 20:30 ~ 23:00	5.573m ³	18.242 habitantes	1,17 (1,27)
Observaciones		Horario de apagones 12:00 ~ 16:00	Según los resultados del estudio local	Volumen suministrado máx./día	Nota 1)			Caudal suministrado ÷ (150Lpcd/50%)	Nota 2)

Nota 1: La capacidad de nuevo tanque son 860 m³.

Nota 2: La proporción de la población beneficiaria fue calculada suponiendo que el caso 1 fuera 1,00. Los valores de () fueron calculados suponiendo que el caso 2 fuera 1,00.



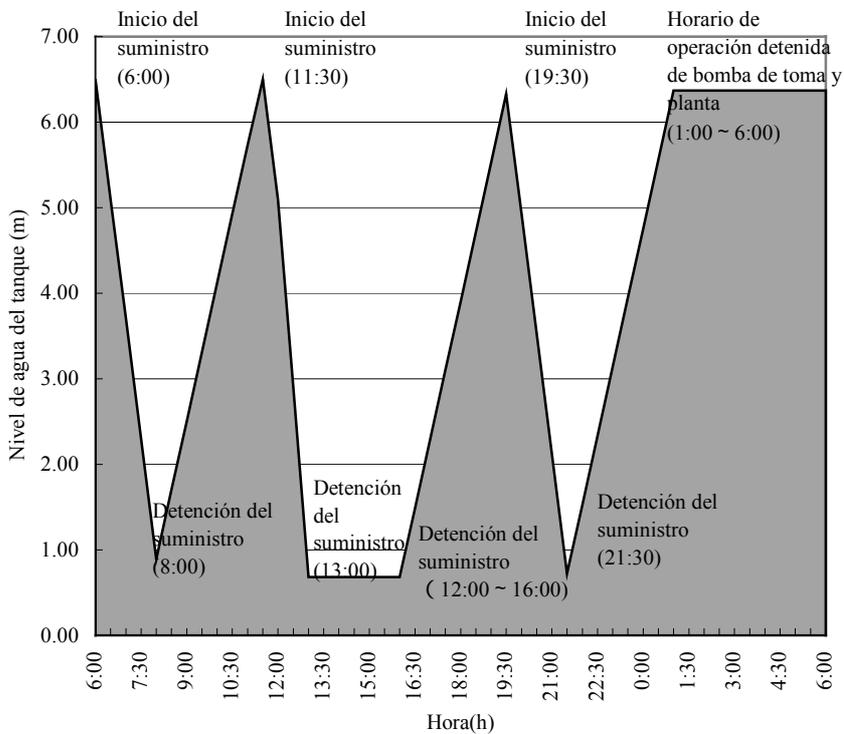
Caso 1:
 Tanque existente + sin apagones

Horario de servicio
 6:00 ~ 8:00 (2,0 h)
 11:30 ~ 13:30 (2,0h)
 17:00 ~ 19:00 (2,0 h)
 Total 6,0 h

Volumen suministrado
 4.691m³

Población beneficiaria
 15.636 personas

Horario de operación de bomba de toma
 6:00 ~ 22:30 (16,5h)



Caso 2:
 Tanque existente + con apagones

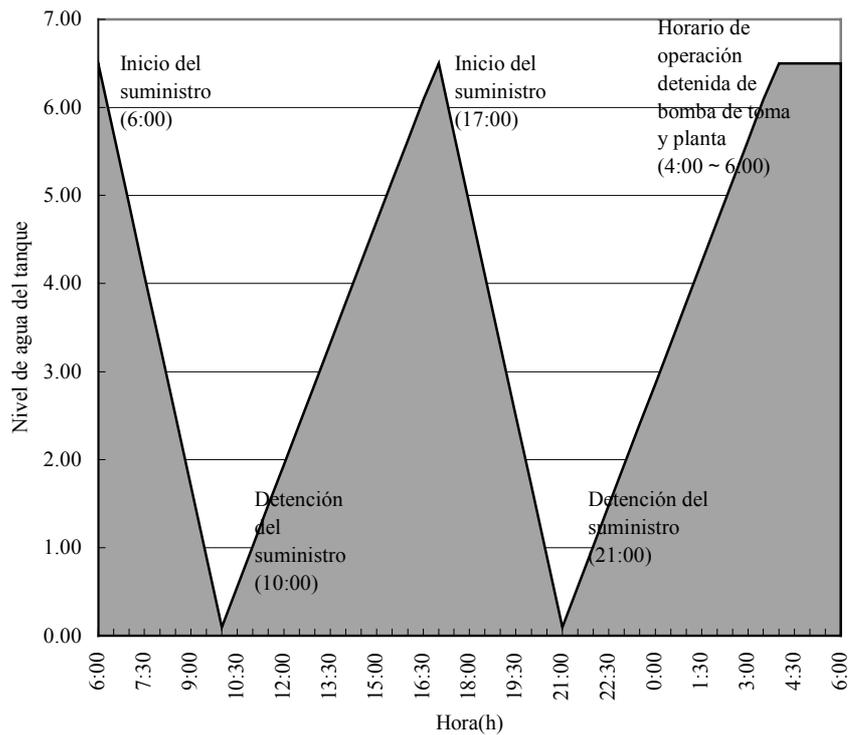
Horario de servicio
 6:00 ~ 8:00 (2,0 h)
 11:30 ~ 13:00 (1,5h)
 17:00 ~ 19:00 (2,0 h)
 Total 5,5 h

Volumen suministrado
 4,300m³

Población beneficiaria
 14.333 personas

Horario de operación de bomba de toma
 6:00 ~ 12:00 (6,0h)
 16:00 ~ 1:00 (9,0h)
 Total 15 h

Figura 2-2 Actualidad (sólo con el tanque existente)



Caso 3:

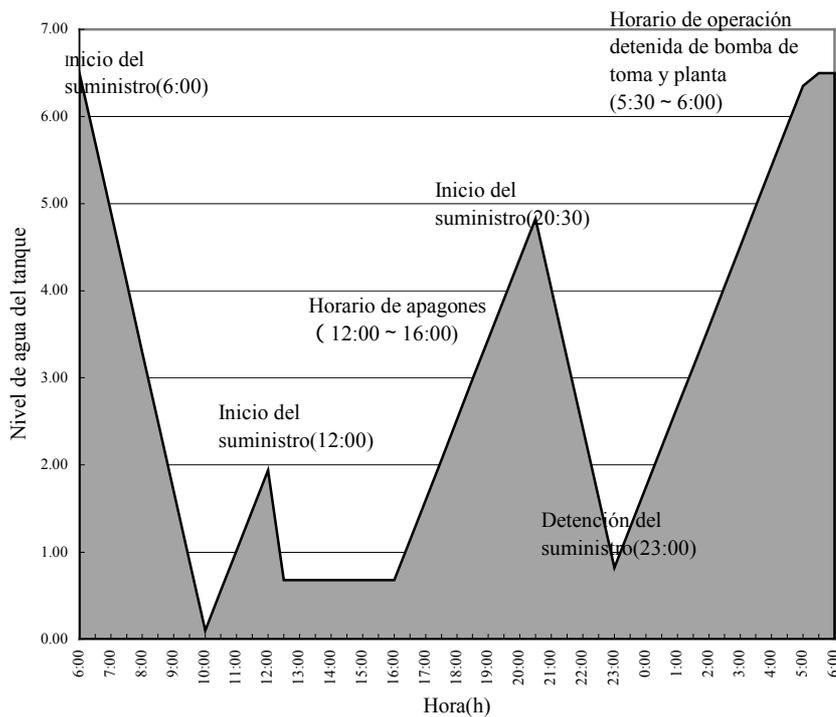
Ampliación de tanque + sin apagones

Horario de servicio
6:00 ~ 10:00 (4,0 h)
17:00 ~ 21:00 (4,0 h)
Total 8,0 h

Volumen suministrado
6,254m³

Población beneficiaria
20.848 habitantes

Horario de operación de bomba de toma
6:00 ~ 4:00 (22h)



Caso 4:
Ampliación de tanque + con apagones

Horario de servicio
6:00 ~ 10:00 (4,0 h)
12:00 ~ 12:30(0,5 h)
20:30 ~ 23:00 (2,5 h)
Total 7,0 h

Volumen suministrado
5.473 m³

Población beneficiaria
18.242 personas

Horario de operación de bomba de toma
6:00 ~ 12:00 (6,0h)
16:00 ~ 5:30 (13,5h)
Total 19,5 h

Figura 2-3 Tanque existente + tanque nuevo

Como se muestra en el cuadro, bajo las condiciones sin apagones, con la construcción de nuevo tanque la población beneficiaria aumentará en unas 5.000 personas, en comparación con el caso de sólo el tanque existente. Aun con los apagones, si se construye el tanque nuevo, la población beneficiaria aumentará en 4.000 personas, en comparación con el caso de sólo el tanque existente. Es decir, a partir de este cuadro y figuras se puede juzgar que la construcción de nuevo tanque mejorará evidentemente el efecto del beneficio, por lo tanto se determina la construcción de un tanque nuevo en Maimón.

3) Estado de tanque en el momento de servicio en 24 horas

Según la guía de las instalaciones de acueducto de Japón, se establece que el tiempo de permanencia en el tanque de distribución serán 8 – 12 horas como estándar para el volumen máx. de suministro de agua proyectado. La capacidad del tanque de Piedra Blanca, el más reciente, tiene el tiempo de permanencia de 7 horas. Ampliando 860 m³ calculados anteriormente y operando 24 horas, el tiempo de permanencia en el tanque será el siguiente:

$$\text{Capacidad de tanque} = (1.140 \text{ m}^3 \text{ (existente)} + 860 \text{ m}^3 \text{ (nuevo)}) / 6.860 \text{ m}^3/\text{d} \times 24\text{h} = 7 \text{ h}$$

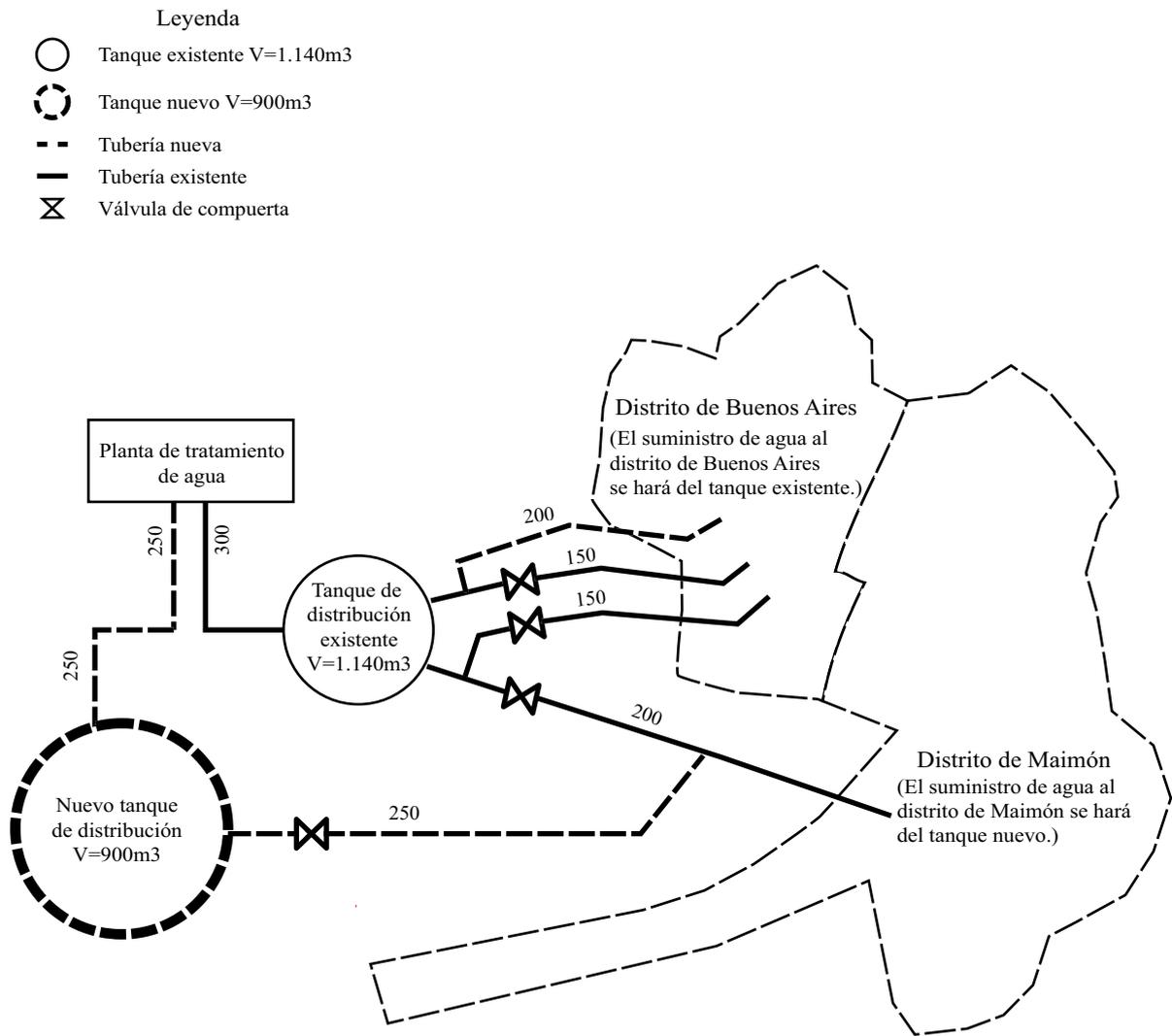
Teniendo en cuenta que se obtuvo un tiempo de permanencia casi igual que el del tanque de Piedra Blanca, aunque fue algo menos que el valor estándar de la guía, y que se comprobaron ciertos efectos indicados en el Cuadro 2-14 y en las Figuras 2-2 y 3-3, la capacidad de diseño serán 860m³, pero con el fin de asegurar una capacidad de margen y por las condiciones topográficas de Maimón, serán 900 m³.

Tanque nuevo: 900 m³

4) Diseño del tanque

El nuevo tanque será construido en el lado izquierdo del camino de acceso a la planta y como se muestra en la Figura 2-4, el tanque existente suministrará el agua a los distritos de Maimón y Buenos Aires y el nuevo, a los de Maimón y Puerto Rico. La estructura y la dimensión del nuevo tanque a ser construido son las siguientes:

- Dimensión del tanque: ancho 12,0m x largo 12,0 m x profundidad efectiva 6,5 m (capacidad 900 m³)
- Material del tanque: concreto armado



Nota: Como se muestra en otra figura, actualmente el suministro de agua se hace separadamente en Maimón y Buenos Aires, pero en el presente Proyecto lo hará considerando como una sola zona. Las salidas de la tubería de distribución para cada distrito se mantendrán como ahora y el tubo que sale del tanque nuevo se conectará con la tubería de distribución que sale del tanque existente para Maimón. Por consiguiente, el nivel de agua efectivo, HWL y LWL del tanque nuevo se mantendrán en la misma altura que los del tanque existente para que los dos operen paralelamente.

Fig. 2-4 Plan de ampliación de tanque distribución de agua en Maimón

3) Red de tubería de distribución de agua

Ante la construcción del tanque, se comprueba la capacidad de la red de tubería de distribución actual para suficiente suministro de agua y si es necesaria la ampliación de la misma, se presentará una propuesta al efecto.

Determinación del volumen evacuado de agua en las juntas

Para comprobar que si la tubería de distribución tiene asegurado un valor suficiente con el diámetro actual, se hará el cálculo de la red de tubería y en caso de que falte, será necesario instalar el tubo de distribución. El cálculo se hará con las siguientes condiciones. Maimón está dividido en:

- Zona de Maimón (Incluye dos distritos de Maimón y Puerto Rico y el análisis de la red de distribución de agua será realizado para cada distrito por separado según conveniencia.)
- Zona de Buenos Aires

Así está dividido en 2 grandes distritos y la zona de Maimón, en dos subdistritos. De acuerdo con los resultados del estudio de población obtenidos en el estudio, se repartió la población en la zona juzgando del estado de la concentración de viviendas, a partir de lo cual se determinó el volumen evacuado en las juntas.

Cuadro 2-15 Cálculo del volumen suministrado de agua en el futuro en Maimón

Nombre del distrito	Población del distrito servido (personas)	Difusión de suministro de agua (%)	Población servida (personas)	Unidad básica de consumo (Lpcd)	% de fuga (%)	Volumen de agua eficiente (m3/d)	Volumen suministrado (m3/d)	Volumen suministrado (convertido) (m3/d)	Volumen suministrado (m3/min)	Coefficiente de tiempo K=	Volumen suministrado máx (m3/min)
Maimón	13.904	95	12.439	150	50	1.981	3.963				
Bo.Pto. Rico	2.767	95	2.629	150	50	394	789				
Sub-total	16.671	95	15.068	150	50	2.376	4.751	4.573	3,18	2,00	6,36
B. Aires											
Bo. B. Vista	8.332	95	7.915	150	50	1.187	2.375	2.286	1,59	2,00	3,18
Total	25.003		22.983			3.563	7.126	6.860	4,76	2,00	9,52
Observaciones								6.860/7.126 =0,96			

Establecimiento de coeficiente de tiempo

Según los resultados del estudio, el coeficiente de tiempo en los distritos de Maimón y Buenos Aires es alto, siendo más de 4, bajo las condiciones del servicio en horas limitadas. Esto debe a un conjunto de varias condiciones tales como las numerosas fugas en la tubería de distribución, muchos hogares con la llave siempre abierta y falta de volumen suministrado en una zona por la imposibilidad de servicio. Por otra parte, en Piedra Blanca el suministro de agua es posible para toda la zona de servicio y el coeficiente de tiempo es menor que el de Maimón. Es decir, si aumenta el volumen suministrado en Maimón, el coeficiente de tiempo bajará necesariamente.

Cuadro 2-16 Resultados del suministro de agua en horas limitadas en Maimón y Piedra Blanca

Nombre del distrito	Volumen suministrado (valor real)		Volumen máx. suministrado por tiempo unitario		Coeficiente de tiempo K=
	(m3/d)	(m3/min)	(m3/min)	(L/sec)	
Maimón					
Maimón y Bo. Pto. Rico	2.075	1,44	9,88	164.667	6,86
Bo. B. Vista y B. Aires	945	0,66	3,15	52.500	4,80
Piedra Blanca					
Piedra Blanca Mañana	1.429	0,99	2,70	46.429	2,81
Piedra Blanca Tarde	2.298	1,60	6,78	112.986	4,25

He aquí la fórmula del coeficiente de tiempo, como valor referencial indicado en la guía de las instalaciones de acueducto de Japón (p.371). Según la fórmula el coeficiente de tiempo se calcula de siguiente manera:

$$K = 2,7445 \times (Q/24)^{-0,0726}$$

$$Q = 7.200 \text{ m}^3/\text{d} \text{ (volumen de agua tratada de la planta)}$$

$$= 1,813$$

Es una condición para un caso como el de Japón, donde existen muy pocas fugas en los extremos y el servicio de 24 horas, pero si aumenta el volumen suministrado de agua por tiempo unitario en Maimón y se prolonga el tiempo de servicio, naturalmente el coeficiente de tiempo disminuirá. Por consiguiente, el coeficiente de tiempo para este caso será establecido como sigue:

$$K = 1,813 \quad 2$$

y será comprobado la posibilidad de suministro del volumen de agua proyectado en la actual red de tubería.

Resultados del cálculo de la red de tubería

Los resultados del cálculo de la red de tubería revelaron que la carga hidrostática efectiva tendrá presión negativa en la parte extrema de Maimón y los barrios de Buenos Aires. Esto debe a la falta de diámetro de la tubería, como se indica en el Cuadro 2-17. Los tubos de distribución para Buenos Aires están muy afectados por la tubería principal del tanque a la zona servicio y para mejorar el efecto del beneficio de la planta, es necesario rehabilitar la tubería principal.

Cuadro 2-17 Resultados del cálculo de la red de tubería

Nombre	Carga hidrostática efectiva (resultados del cálculo de la red de tubería)	Carga hidrostática efectiva (resultados del 2° estudio)	Razón
Maimón	Se produce una presión negativa en el extremo.	Se produce una presión negativa en el extremo.	Falta el diámetro del tubo de distribución para suministrar el agua a los extremos, por lo que aumenta la pérdida de carga hidrostática en el tubo y falta la carga hidrostática efectiva en los extremos.
Puerto Rico	Está asegurada la carga hidrostática efectiva en cada junta.	Está asegurada la presión hídrica.	Está asegurada la presión hídrica en casi toda la zona.
Buenos Aires	Se produce una presión negativa en muchos puntos.	En el lado del tanque hay agua, pero en los demás zonas no alcanza el agua.	Falta el diámetro del tubo de distribución para suministrar el agua a los extremos, por lo que aumenta la pérdida de carga hidrostática en el tubo y falta la carga hidrostática efectiva en los extremos.

Propuesta para la instalación de tubos de distribución

En base al cálculo de la red de tubería efectuado hasta ahora, se propone la siguiente instalación de tubos de distribución.

- Tanque nuevo – Maimón 250, L = 224m indispensable
- Tanque existente – Buenos Aires 200, L = 584m indispensable

Diseño de tubo de distribución

Los tubos de distribución serán instalados de acuerdo con las siguientes condiciones. Dado que no está indicada una norma de diseño en INAPA, el diseño de tubo de distribución se hará siguiendo la guía del Japón. El material del tubo será PVC conforme a la solicitud de INAPA.

(4) Contenido del diseño básico de instalaciones y equipo

El Cuadro 2-18 resume las instalaciones y equipo objeto. El contenido de la rehabilitación de cada lugar se resume en los Cuadros 2-19 (1) a (6).

Cuadro 2-18 Relación de los planes de instalaciones y equipo

Equipos objeto de rehabilitación		Sánchez	Jarabacoa	Maimón	P. Blanca	Constanza	Bani	Observaciones
Obra de toma	Cambio de compuerta de toma							La descarga de lodo no se abre ni cierra. El eje de entrada está deformado.
	Instalación de bomba de toma							En Maimón, para aumentar la capacidad se instalan 3 bombas incluyendo la de reserva.
	Reparación de válvulas alrededor de la bomba							En Sánchez existe otro proyecto.
	Instalación de vertedero							Hay rebosadura de agua cruda, estabilizar el nivel de agua variado y la inyección del químico.
	Instalación y rehabilitación de mezclador							Dique
Floculador	Instalación de placas de retención (rehabilitación)							Asegurar suficiente mezcla
	Ampliación de la boca de comunicación							La apertura es pequeña y se estropean floculos formados.
	Ampliación de la boca de comunicación del sedimentador							Ampliar el ancho de la boca al máximo hasta el límite estructural para madurar los floculos.
Sedimentador	Cambio de placas inclinadas (instalación)							No es posible La reparación de la parte deformada de las placas inclinadas y las partes movidas.
	Rehabilitación de canaleta recolectora							La rebosadura actual es insuficiente y hay que hacer evacuar de manera uniforme.
	Cambio de compuertas de entrada y salida							
	Instalación de bomba de lavado							Acorotar el tiempo de trabajo de lavado.
	Limpieza y Cambio de tubo de descarga de lodo							El desgüe es imposible en una parte de la tolva actual.
Filtro	Cambio de materiales filtrantes							Sustancias pegajosas adheridas.
	Cambio de material de filtrantes							Ansuracita
	Rehabilitación de viguetillas (TP)							Modificar el desequilibrio del retrolavado
	Rehabilitación de viguetillas (depurador)							Modificar el desequilibrio del retrolavado
	Cambio de bomba de retrolavado							Aumentar la intensidad de retrolavado en Jaraba. y Bani, dentro del límite del generador eléctrico.
	Introducción de sistema de lavado superficial							Aumentar la capacidad de lavado.
	Instalación de bomba de lavado superficial							Id.
	Reforma de canaleta de evacuación							Aumentar la capacidad de retrolavado.
	Reforma de galería de evacuación							
	Cambio de válvulas de entrada, salida y evacuación							
Cambio de válvulas de entrada, salida y evacuación								
Galería de agua tratada	Dique móvil							
Tubería interna de la planta	Instalación de cámara de válvula							
	Instalación de tubería interna							Tubo de impulsión desde la salida de la planta hasta el tanque
	Tubería de distribución							Tubo de conexión desde el tanque hasta la tubería principal
	Instalación de tanque de distribución de agua							
Dosificador de floculante	Construcción de depósito de almacenaje de sulfato de aluminio							Introducción de inyección de solución
	Reforma y reparación de depósito de almacenaje de sulfato de aluminio							Asegurar la impermeabilidad
	Instalación y cambio de elevador							Aumentar la eficiencia del trabajo
	Instalación y cambio de mezclador							
	Instalación y cambio de dosificador de sulfato de aluminio							Asegurar una dosis exacta para la inyección
	Instalación y cambio de bomba de suministro de agua							
Dosificador de cloro	Rehabilitación de válvulas de tubo de inyección							
	Instalación y cambio de equipo de inyección							Control higiénico completo, seguridad en el trabajo
	Cambio e instalación de bomba de agua presionada							
	Rehabilitación de válvulas de tubo de inyección							
	Instalación de instrumentos de seguridad							Seguridad en el trabajo
Rehabilitación de cuarto de dosificador							Id.	
Otros	Instalación de medidor de caudal de entrada y salida							Administración adecuada de agua tratada (volumen de agua tratada)
	Cambio de aparatos de iluminación							Facilidad de revisión y mantenimiento.
	Cambio de escalera espiral							Seguridad en el trabajo
	Instalación y cambio de barandillas y cubiertas							Seguridad en el trabajo
	Adquisición de equipos de examen para la administración							Dotación de medidor de pH, cloro residual y turbiedad. Administración adecuada de la inyección del químico.
	Instalación de generador eléctrico							Administración de operación en caso de los apagones (para la inyección del químico y la iluminación)

Instalación o rehabilitación

Cuadro 2-19 (1) Lista del contenido de la obra en cada instalación

Nombre de la ciudad: Sánchez

No.	Nombre de la instalación	Instalación/equipo	Clasificación	Norma/especificaciones	Cantidad	Observaciones
1	Instalaciones de vertedero	Vertedero	Nueva	Concreto reforzado	1 unidad	
2	Instalaciones de floculador	Compuerta de entrada Compuerta de By-pass Compuerta de salida Tabique de separación/Placa de retención Reforma de apertura Reforma de canal	Cambio Cambio Cambio Nueva Rehabilitación Rehabilitación	500W×300H 500W×300H 1000 W×300H	1 unidad 1 unidad 1 unidad 1 unidad 7lugares 1 lugar	
3	Instalaciones de sedimentador	Compuerta de cambio de canal de By-pass Placas inclinadas Placas de rebose Bomba de lavado	Cambio Cambio Cambio Nueva	500 W×300H 13,2mL×2,4m W×1,05m H 13,2mL aprox. 50×200L/min×15m	2unidades 2 lugares 2 placas 1unidad	
4	Instalaciones de filtro rápido	Compuerta de entrada Compuerta de evacuación Compuerta de salida de agua tratada Válvula de desagüe de filtro Capa filtrante Viguetilla Canaleta de evacuación Dique móvil para la salida de la galería de agua tratada	Cambio Cambio Cambio Nueva Rehabilitación Rehabilitación Rehabilitación	350W.×350H (Boca de salida ø300) 300 W×300 H 350 W×350 H 100 Dimensión de capa de arena 3,2mL×2,5m W×0,6m H. Dimensión de capa de grava 3,2mL×2,5m W×0,3m H Dimensión 3,2mL×2,5m W×0,3m H 0,2m W ×0,5m H.×2,8mL 2 canaletas 0,4m W×0,5m H 1 canaleta 0,8mH×1,4m H 1 canaleta 500 W×300 H	5 unidades 5 unidades 5 unidades 5 unidades 5 tanques 5 tanques 5 tanques 1 unidad	
5	Instalaciones de inyección de sulfato de aluminio	Mezclador para el disolvedor Tanque de carga constante Elevador Elevador Bomba de suministro de agua Reparación de disolvedor existente	Cambio Nueva Cambio Cambio Nueva Cambio	Diámetro de pala 470, desmultiplicación 1:17 Capacidad efectiva 20L 0,5t×altura de elevación 10m Cesta 25/25×0,05 m3/min×15m H Pintura epoxi.	2unidades 2 tanques 1 unidad 1 unidad 2unidades 2unidades	Una de reserva incluida
6	Instalaciones de inyección de cloro	Dosificador Bomba de agua presionada	Cambio Nueva	1 kg/hr con expulsor 20×30 l/min×34m	2unidades 2unidades	Una de reserva incluida Una de reserva incluida
7	Instalaciones eléctricas	Panel de control Panel de operación Generador eléctrico de emergencia Iluminación interior Iluminación exterior	Rehabilitación Rehabilitación Rehabilitación Nueva Nueva	1200 W×2300 H×500D 300 W.×400 H.×200D 1 3 W. 220V 60Hz 10KVA 40 W. 200 W.	1unidad 1unidad 1 unidad 8 unidades 4 unidades	
8	Otros	Caseta de bomba Cuarto de cloro Escalera espiral existente Barandilla Tapón de la boca Hoyo de válvula Pintura exterior Pintura de tanque existente	Nueva Nueva Cambio Rehabilitación Rehabilitación Nueva Rehabilitación Rehabilitación	Caseta de CB de una sola planta de concreto reforzado Pintura de acabado Pintura de acabado	1 unidad 1 unidad 1 lugar 1 lugar 1 unidad 8lugares 1 unidad 1 unidad	

Cuadro 2-19(2) Lista del contenido de la obra en cada instalación

Nombre de la ciudad: Jarabacoa

No.	Nombre de la instalación	Instalación/equipo	Clasificación	Norma/especificaciones	Cantidad	Observaciones
1	Instalaciones de vertedero	Válvula de desagüe	Cambio	100	1unidad	
2	Instalaciones de floculador	Compuerta de entrada Válvula de desagüe Reforma de apertura Reforma de canal	Cambio Cambio Rehabilitación Rehabilitación	350 W×350 H 100 Ampliación de ancho Ampliación de ancho	2unidades 4 unidades 8lugares 1lugar	
3	Instalaciones de sedimentador	Placa de rebose Canaleta de rebose Bomba de lavado	Nueva Nueva Nueva	7,95mL aprox. 0,3m W. ×0,4m H.×1,4mL×5 canaletas 50×200L/min×15m	1unidad 1unidad 1unidad	
4	Instalaciones de filtro rápido	Capa filtrante Viguetilla Equipo de lavado superficial Canaleta de evacuación Bomba de lavado superficial Bomba de retrolavado Medidor de caudal para lavado superficial Medidor de caudal para retrolavado	Rehabilitación Rehabilitación Nuevo Rehabilitación Nueva Rehabilitación Nuevo Nuevo	Capa de ansuracita 3,13mL×3,1m W.×0,3m H Dimensión de capa de arena 3,13mL×3,1m W.×0,3m H Dimensión de capa de grava 3,13mL×3,1m W.×0,3m H Dimensión 3,13mL×3,1m W 0,4m W.×0,60m H.×3,1mL×1 canaleta 125/125×1,6m3/min×30 H. φ250/200×6,4m3/min×9m H Tipo flotante Tipo flotante	3 tanques 3 tanques 3 tanques 3 tanques 2unidades 2unidades 1unidad 1unidad	Una de reserva incluida Una de reserva incluida
5	Instalaciones de inyección de sulfato de aluminio	Mezclador para el disolvedor Tanque de carga constante Elevador Elevador Bomba de suministro de agua Disolvedor	Nuevo Nuevo Cambio Cambio Nueva Nuevo	Diámetro de pala 270, desmultiplicación 1:11 Capacidad efectiva 10L 0,5t x altura de elevación 10m Cesta 20/20×0,015 m3/min×12mH	2unidades 2tanques 1unidad 1unidad 2unidades 2tanques	Una de reserva incluida
6	Instalaciones de inyección de cloro	Dosificador Bomba de agua presionada	Cambio Cambio	1 kg/hr con expulsor 20×30 L/min×30m	2unidades 2unidades	Una de reserva incluida Una de reserva incluida
7	Instalaciones eléctricas	Panel de control Panel de control Panel de operación Generador eléctrico de emergencia Iluminación interior Iluminación exterior	Rehabilitación Rehabilitación Rehabilitación Nueva Nueva Nueva	1400 W×2300 H×500D 1200 W×2300 H×500D 300 W×400 H×200D 1 3W 220V 60Hz 10KVA 40W 200W	1unidad 1unidad 1unidad 1unidad 8unidades 4unidades	
8	Otros	Caseta de inyección de químico Barandilla Tapón de la boca	Nueva Rehabilitación Rehabilitación	Caseta de CB de 3 plantas	1unidad 1unidad 1unidad	

Cuadro 2-19 (3) Lista del contenido de la obra en cada instalación

Nombre de la ciudad: Maimón

No.	Nombre de la instalación	Instalación/equipo	Clasificación	Norma/especificaciones	Cantidad	Observaciones
1	Obra de toma	Bomba de toma Válvula de descarga de bomba Válvula de retención	Rehabilitación Rehabilitación Rehabilitación	150×2,5 m3/min×93m 150 150	3unidades 3unidades 3unidades	Una de reserva incluida Una de reserva incluida Una de reserva incluida
2	Instalaciones de canal de entrada	Válvula de entrada de agua cruda Vertedero	Remoción Nuevo	300 de concreto reforzado	1unidad 1unidad	
3	Instalaciones de floculador	Compuerta de entrada Válvula de descarga de lodo existente Tabique de separación, placa de retención Reforma de apertura Válvula de desagüe	Cambio Cambio Nueva Rehabilitación Nueva	500 W.×300H 150 Ampliación de ancho, nueva instalación, cierre 150	2unidades 2unidades 1unidad 12lugares 2tanques	
4	Instalaciones de sedimentador	Placas inclinadas Válvula de desagüe Bomba de lavado	Rehabilitación Nueva Nueva	Dimensión de instalación 4,8mL×2,25mW,×1,05mAl, 200 50×200L/min×15m	4tanques 2unidades 1unidad	
5	Instalaciones de filtro rápido	Compuerta de entrada Compuerta de evacuación Compuerta de salida de agua tratada Válvula de desagüe de filtro Capa filtrante Viguetilla Canaleta de evacuación Dique móvil para la salida de la galería de agua tratada Válvula de descarga de lodo de la galería de salida Válvula de descarga de lodo de la galería de agua tratada Reforma de apertura Reforma de losas	Cambio Cambio Cambio Nueva Rehabilitación Rehabilitación Rehabilitación Rehabilitación Nuevo Cambio Cambio Rehabilitación Rehabilitación	300 W×300 H 300 W×300 H 350 W×350 H 100 Dimensión de capa de arena 2,95mL×2,7m W,×0,6m H, Dimensión de capa de grava 2,95mL×2,7m W,×0,3mH Dimensión 2,95mL×2,7m W,×0,3m H. 0,25mW,×0,54m H,×2,45mL×2 canaletas 0,5m W,×0,54m H,×1,0Lm×2canaletas 600 W x 600 carretas 100 150 Construcción, Remoción Se retiran las losas de CR y se instalan nuevas losas de CR.	6unidades 6unidades 6unidades 6unidades 6tanques 6tanques 6tanques 6tanques 1unidad 1unidad 1unidad 10lugares 1lugar	
6	Instalaciones de inyección de sulfato de aluminio	Mezclador para disolvedor Tanque de carga constante Disolvedor Elevador Elevador Bomba de suministro de agua	Nueva Rehabilitación Rehabilitación Cambio Cambio Nueva	Diámetro de pala 670 desmultiplicación 1:29 Capacidad efectiva 20L 0,5t x altura de elevación 10m Cesta 25/25×0,075 m3/min×13mH	2 2tanques 2tanques 1 1 2unidades	Una de reserva incluida
7	Instalaciones de inyección de cloro	Dosificador Bomba de agua presionada	Cambio Cambio	1 kg/hr con expulsor 20×30L/min×30m	2unidades 2unidades	Una de reserva incluida Una de reserva incluida
8	Instalaciones eléctricas	Panel de control Panel de control Panel de control Panel de operación Generador eléctrico de emergencia Iluminación interior Iluminación exterior Iluminación interior Iluminación exterior	Rehabilitación Rehabilitación Rehabilitación Rehabilitación Nuevo Nueva Nueva Nueva Nueva	1600 W.×2300H×500D 600 W.×2300H×500D 1200 W.×2350H×500D 300 W.×400H×200D 1 3 W 220V 60Hz 10KVA 40W 200W 40W 200W	1unidad 1unidad 1unidad 1unidad 1unidad 2unidades 3unidades 10unidades 5unidades	Obra de toma Obra de toma Planta de tratamiento Planta de tratamiento Planta de tratamiento Obra de toma Obra de toma Planta de tratamiento Planta de tratamiento
9	Otros	Caseta de cloro Caseta de bomba Barandilla Tapón de la boca	Nueva Rehabilitación Rehabilitación Rehabilitación	Caseta de CB de una sola planta Colocación de puerta, instalación de paredes Renovación Renovación	1unidad 1unidad 1unidad 1unidad	
10	Tanque de distribución	Tanque Tubo de impulsión de agua Tubo de distribución de agua Tubo de distribución de agua	Nuevo Nuevo Nuevo Nuevo	Nuevo 900m3, de CR Planta – tanque 250mm Tanque – Maimón 250mm Tanque existente – Buenos Aires 200mm	1tanque 200m 220m 600m	

Cuadro 2-19 (4) Lista del contenido de la obra en cada instalación

Nombre de la ciudad: Piedra Blanca

No.	Nombre de la instalación	Instalación/equipo	Clasificación	Norma/especificaciones	Cantidad	Observaciones
1	Instalaciones de canal de entrada	Válvula de entrada de agua cruda	Nueva	300	1 unidad	
2	Instalaciones de floclador	Vigueta durmiente Placa de retención	Cambio Cambio	800W.×500H 2,7mL×0,8mW	1 lugar 75lugares	
3	Instalaciones de sedimentador	Válvula de descarga de lodo existente Placas inclinadas Compuerta de entrada Bomba de lavado	Rehabilitación Rehabilitación Cambio Nueva	300 3,5mL×1,2m W.×1,05m H 400 W.×500 H 50×200L/min×15m	4unidades 8tanques 4unidades 1unidad	
4	Instalaciones de filtro rápido	Compuerta de entrada Capa filtrante Viguetilla Compuerta de evacuación de retrolavado Compuerta de salida de agua tratada Válvula de desagüe de filtro	Cambio Rehabilitación Rehabilitación Cambio Cambio Cambio	400 W.×400 H Dimensión de capa de arena 1,75mL×1,7m W.×0,6m H Dimensión de capa de grava 1,75mL×1,7m W.×0,3m H Dimensión 1,75mL×1,7m W.×0,3m H 400W×400 H 400W×400 H 100	8unidades 8tanques 8unidades 8unidades 8unidades 8unidades	
5	Instalaciones de inyección de sulfato de aluminio	Mezclador para disolvedor Tanque de carga constante Elevador Elevador Bomba de suministro de agua	Rehabilitación Rehabilitación Cambio Cambio Nueva	Diámetro de pala desmultiplicación 1:8 Capacidad efectiva 10L 0,5t x altura de elevación 10m Cesta 20/20×0.015 m3/min×7m H	200 2unidades 2tanques 1unidad 1unidad 2unidades	Una de reserva incluida
6	Instalaciones de inyección de cloro	Dosificador Bomba de agua presionada	Cambio Cambio	0,5 kg/hr con expulsor 20×30L/min×33m	2unidades 2unidades	Una de reserva incluida Una de reserva incluida
7	Instalaciones eléctricas	Panel de control Panel de operación Generador eléctrico de emergencia Iluminación interior Iluminación exterior	Rehabilitación Rehabilitación Nuevo Nueva Nueva	1200 W×2300 H×500D 300 W×400 H×200D 1 3W 220V 60Hz 10KVA 40W 200W	1unidad 1unidad 1unidad 8unidades 3unidades	
8	Otros	Caseta de bomba Barandilla Tapón de la boca Pintura de tanque existente	Nueva Rehabilitación Rehabilitación Rehabilitación	Caseta de CB de una sola planta Pintura de acabado	1unidad 1unidad 1unidad 1unidad	

Cuadro 2-19 (5) Lista del contenido de la obra en cada instalación

Nombre de la ciudad: Constanza

No.	Nombre de la instalación	Instalación/equipo	Clasificación	Norma/especificaciones	Cantidad	Observaciones
1	Obra de toma		Cambio Cambio	800W.×800H 800W.×800H	1unidad 1unidad	
2	Instalaciones de canal de entrada	Vertedero	Nuevo	de concreto reforzado	1unidad	
3	Instalaciones de floculador	Compuerta de entrada Compuerta de entrada Compuerta de By-pass Compuerta de evacuación Válvula de descarga de lodo Tabique de separación, placas de retención	Cambio Cambio Cambio Cambio Nuevo Rehabilitación	500 W.×300 H 500 W.×300 H 500 W.×300 H 150 Nueva instalación Ampliación de ancho, nueva instalación, cierre	1unidad 1unidad 1unidad 1unidad 1unidad 7lugares	
4	Instalaciones de sedimentador	Compuerta de By-pass existente Compuerta de cambio de canal de By-pass Placas inclinadas Placas de retención Válvula de descarga de lodo Cpuerta de salida de galería de agua tratada Bomba de lavado	Remoción Cambio Rehabilitación Nueva Cambio Cambio Nueva	400W×400H 500W×300H 13,49m×2,41mW×1,05mH 13,49m×2 placas 200 700W×500H 50×200L/min×15m	1unidad 2unidades 2tanques 1unidad 3unidades 1unidad 1unidad	
5	Instalaciones de filtro rápido	Compuerta de entrada Compuerta de evacuación Capa filtrante Viguetilla Canaleta de evacuación Dique móvil para la salida de la galería de agua tratada Reforma de apertura	Rehabilitación Rehabilitación Rehabilitación Rehabilitación Rehabilitación Nuevo Rehabilitación	350 W.×350 H 350 W.×350 H Dimensión de capa de arena 3,2mL×2.348m W.×0,6m H. Dimensión de capa de grava 3,2mL×2.348m W.×0,3m H. Dimensión 3,2mL×2.348m W.×0,3m H. 0,2m W.×0,42m H×2,8mL×2 canaletas 0,4m W.×0,42m H×0,824m×2canaletas 500 W.×300 H.	6unidades 6unidades 6tanques 6tanques 6tanques 1unidad 12lugares	
6	Instalaciones de inyección de sulfato de aluminio	Mezclador para disolventor Tanque de carga constante Elevador Elevador Bomba de suministro de agua Disolventor	Nuevo Nuevo Cambio Cambio Nueva Rehabilitación	Diámetro de pala 250 desmultiplicación 1:11 Capacidad efectiva 20L 0,5t x altura de elevación 10m Cesta 25/25×0,03 m3/min×9m H.	2unidades 2tanques 1unidad 1unidad 2tanques 2tanques	Una de reserva incluida
7	Instalaciones de inyección de cloro	Dosificador Bomba de agua presionada	Cambio Cambio	1,5 kg/hr con expulsor 20×40L/min×28m	2unidades 2unidades	Una de reserva incluida Una de reserva incluida
8	Instalaciones eléctricas	Panel de control Panel de operación Generador eléctrico de emergencia Iluminación interior Iluminación exterior	Rehabilitación Rehabilitación Nuevo Nueva Nueva	1600 W.×2300 H.×500D 300 W.×400 H.×200D 1 3 W 220V 60Hz 10KVA 40W 200W	1unidad 1unidad 1unidad 8lugares 4lugares	
9	Otros	Caseta de cloro Barandilla	Nueva Rehabilitación	Caseta de CB de una sola planta Renovación	1unidad 1unidad	

Cuadro 2-19 (6) Lista del contenido de la obra en cada instalación

Nombre de la ciudad: Baní

No.	Nombre de la instalación	Instalación/equipo	Clasificación	Norma/especificaciones	Cantidad	Observaciones
1	Instalaciones de floclador	Compuerta de descarga de lodo de floclador existente	Rehabilitación	500 W.×400H	2unidades	
2	Instalaciones de sedimentador	Bomba de lavado	Nueva	50×0,2 m3/min×15m	1unidad	
		Compuerta de salida de galería de evacuación	Cambio	700 W.×700 H	2unidades	
		Compuerta de desagüe de galería de evacuación	Cambio	700 W.×700 H	2unidades	
		Placas de rebose	Nueva	71,63mL	1unidad	
3	Instalaciones de filtro rápido	Compuerta de entrada	Cambio	500 W.×400 H	4unidades	
		Capa filtrante	Rehabilitación	Capa de anuracita 7,0mL×3,0m W×0,3m H Dimensión de capa de arena 7,0mL×3,0m W×0,3m H Dimensión de capa de grava 7,0mL×3,0m W,×0,3m H	4tanques	
		Viguetilla	Rehabilitación	Dimensión, 7,0mL×3,0mW×0,25mH	6tanques	
		Canaleta de evacuación	Rehabilitación	0,3m W. × 0,4m H. × 6,4mL. × 2 Canaletas 0,6m W. × 0,4m H. × 1,2mL. × 2 Canaletas	6tanques	
		Bomba de lavado superficial	Rehabilitación	150/150×3,2 m3/min×30m H	2unidades	Una de reserva incluida
		Bomba de retrolavado	Nueva	250×7,5 m3/min×8m H	2unidades	Una de reserva incluida
		Válvula de retención	Nueva	200	4unidades	
		Reforma de apertura	Rehabilitación		6lugares	
		Válvula de desagüe de filtro	Nueva	200	4unidades	
		Tubo de desagüe de retrolavado	Nueva	16m (Longitud total/ Para 2 filtros)	2unidades	
4	Instalaciones de inyección de sulfato de aluminio	Mezclador para disolvidor	Nuevo	Diámetro de pala 500 desmultiplicación 1:21	2unidades	
		Disolvidor	Nuevo		2tanques	
		Tanque de carga constante	Nuevo	Capacidad efectiva 80L	2tanques	
		Elevador	Cambio	0,5t x altura de elevación 10m	1unidad	
		Elevador	Cambio	Cesta	1unidad	
		Bomba de suministro de agua	Nuevo	25/25×0,1 m3/min×9m H.	2unidades	Una de reserva incluida
5	Instalaciones de inyección de cloro	Dosificador	Cambio	2 kg/hr con expulsor	2unidades	Una de reserva incluida
		Bomba de agua presionada	Cambio	25×50L/min×35m	2unidades	Una de reserva incluida
6	Instalaciones eléctricas	Panel de control	Rehabilitación	1600 W.×2300H×500D	1unidad	
		Panel de control	Rehabilitación	1200 W.×2300H×500D	1unidad	
		Panel de operación	Rehabilitación	300 W.×400H×200D	1unidad	
		Generador eléctrico de emergencia	Nuevo	1 3 W 220V 60Hz 10KVA	1unidad	
		Iluminación interior	Nueva	40W	13lugares	
		Iluminación exterior existente	Rehabilitación	200W	5lugares	
7	Otros	Caseta de bomba	Nueva	Caseta de CB de 2 plantas	1unidad	
		Barandilla	Rehabilitación		1unidad	
		Tapón de la boca	Rehabilitación		1unidad	

2-2-2-4 Plan de equipos

(1) Objetivo de uso de los equipos a ser adquiridos y su contenido

Con la finalidad de administrar adecuadamente la operación de las plantas una vez rehabilitadas e implementar los trabajos de mantenimiento y administración de manera de manera funcional y eficiente, se adquirirán los siguientes equipos.

1) Dotación de los equipos de análisis de calidad de agua en cada planta de tratamiento de agua

Las plantas de tratamiento de agua en cada lugar objeto actualmente no cuentan con equipo de análisis de calidad de agua necesario para la operación de las plantas. Por esta razón, la administración regular de operación del proceso de tratamiento de agua se hace dependiendo de la percepción de los operadores. Para operar adecuadamente las plantas rehabilitadas, será necesario dotar de equipos básicos de análisis de calidad de agua como el medidor de turbiedad, medidor de pH y medidor de cloro residual en cada planta. Mediante estos equipos serán comprobados la evaluación de las funciones de floculación, sedimentación y filtración y el efecto de desinfección y se hará posible mantener una buena calidad de agua tratada. Para la administración de operación del proceso de tratamiento, a través de la introducción del componente de programación, se realizará el entrenamiento de los operadores con la transferencia técnica sobre el modo de uso de los equipos de análisis de calidad de agua adquiridos y el método de aprovechamiento de los datos de calidad de agua.

2) Dotación de medidor de caudal en cada planta

Las plantas de tratamiento de agua en cada lugar objeto no cuentan con instalaciones de medición de caudal, por lo que hasta la fecha no se ha tenido conocimiento de caudal entrante de agua cruda, volumen de agua tratada y volumen de agua suministrada. La comprensión del caudal entrante en una planta es fundamental para la operación del proceso de tratamiento. Si se tiene conocimiento de caudal entrante en la planta y el volumen de agua tratada, podrá ser determinada adecuadamente la dosis del floculante y del cloro necesaria para el tratamiento de agua. El establecimiento de una dosis adecuada permitirá no solamente mejorar el efecto del tratamiento sino también minimizar el consumo de los productos químicos, es decir, el ahorro del costo de mantenimiento y administración.

Conocer el volumen de agua producida en la planta es importante también para la administración de operación de las instalaciones de suministro y distribución de agua. La comparación entre el volumen de agua suministrada y el volumen consumido puede ser aprovechada para la elaboración de datos básicos de la administración del servicio de acueductos, como la estimación de fugas y volumen de agua no aprovechada.

El medidor será de tipo portátil considerando lo siguiente.

- Las plantas de los lugares objeto captan el agua cruda por gravedad y tienen un caudal entrante casi constante. Aun con la captación por bombeo, casi siempre se introduce una determinada cantidad de agua y una vez llenado el tanque de distribución por las noches, se detiene la bomba. Por esta razón, no hay grandes variaciones en el caudal de agua tratada en el momento de la operación de las plantas y no es necesario vigilar y controlar el caudal entrante mediante una medición constante y seguida. Por consiguiente, será suficiente en la práctica un chequeo

periódico de caudal con un medidor portátil.

- La ventaja de la donación de un medidor de caudal portátil es que puede ser aplicado según necesidad a la medición de caudal en varios lugares como la salida del tanque de distribución de agua y la tubería de distribución, aducción e impulsión, además de la vigilancia del caudal entrante en las plantas. Y, también puede ser aprovechado en el mantenimiento y administración, como por ejemplo, el estudio de fugas.

Considerando lo arriba mencionado, será adquirido un medidor de caudal portátil para cada oficina regional encargada de mantenimiento y administración de las plantas objeto.

3) Dotación de absorciómetro atómico en el laboratorio central

El laboratorio central de INAPA se encarga de análisis de calidad de agua para las instalaciones de acueducto existentes y nuevas fuentes de agua por desarrollar bajo su competencia, sin embargo no cuenta con equipos de análisis de metal pesado. En la República Dominicana existen minas de oro, plata, níquel, etc., por lo que hay sistemas hídricos con posible influencia de aguas residuales mineras. El absorciómetro atómico a ser adquirido es para analizar metales pesados indicados en la guía de agua potable de OMS. Los resultados del análisis será aprovechados para comprobar la seguridad de agua de las fuentes y tomar medidas necesarias.

En la fuente de agua de Maimón, uno de los lugares objeto, se detectó níquel en el agua cruda mediante el análisis de calidad de agua realizado en el estudio local. El nivel de concentración, normalmente está más bajo que el valor de la guía de agua potable de OMS y no presenta problemas. Pero, cuando el agua de la fuente se vuelva muy turbia debido a lluvias fuertes, hay posibilidades de que la concentración de níquel total sobrepase el valor de la guía de agua potable de OMS, por el níquel absorbido en las sustancias turbias. Será necesario hacer un monitoreo de turbiedad de agua cruda, concentración de níquel en el agua cruda y concentración de níquel en el agua tratada, y como consecuencia del monitoreo, tomar medidas en la operación de la planta, como la suspensión de la captación de agua al alcanzar una cierta turbiedad del agua cruda.

A través de la introducción de componente de programación, se hará la transferencia técnica sobre el análisis de metal pesado y el monitoreo de calidad de agua para el laboratorio central de INAPA. Sobre Maimón, con la colaboración del laboratorio, se realizará el muestreo y monitoreo de agua cruda para comprender la relación entre la turbiedad de agua cruda y la concentración de níquel en el agua cruda y evaluar la necesidad y el método de control de captación de agua en caso de alta turbiedad.

4) Dotación de vehículos para el mantenimiento y administración

Las oficinas municipales son las que operan, mantienen y administran las plantas de cada lugar objeto, sin embargo, como se mencionará posteriormente en “**2-4-3 Dotación de vehículos para el mantenimiento y administración**”, 5 de los 6 lugares no cuentan con ningún vehículo, no pudiendo atender de manera oportuna la operación, mantenimiento y administración diaria y los accidentes. Las plantas y obras de toma están ubicadas en sitios alejados del centro ciudad, por lo que es necesario dotar como mínimo de 1 vehículo con plataforma en cada lugar para transportar los equipos, materiales y obreros de mantenimiento y administración.

(2) Especificaciones de equipos a ser adquiridos

Ante la selección de los equipos a ser adquiridos, en el Cuadro 2-20 se resumen las especificaciones requeridas con sus razones.

Cuadro 2-20 Especificaciones de los equipos a ser adquiridos

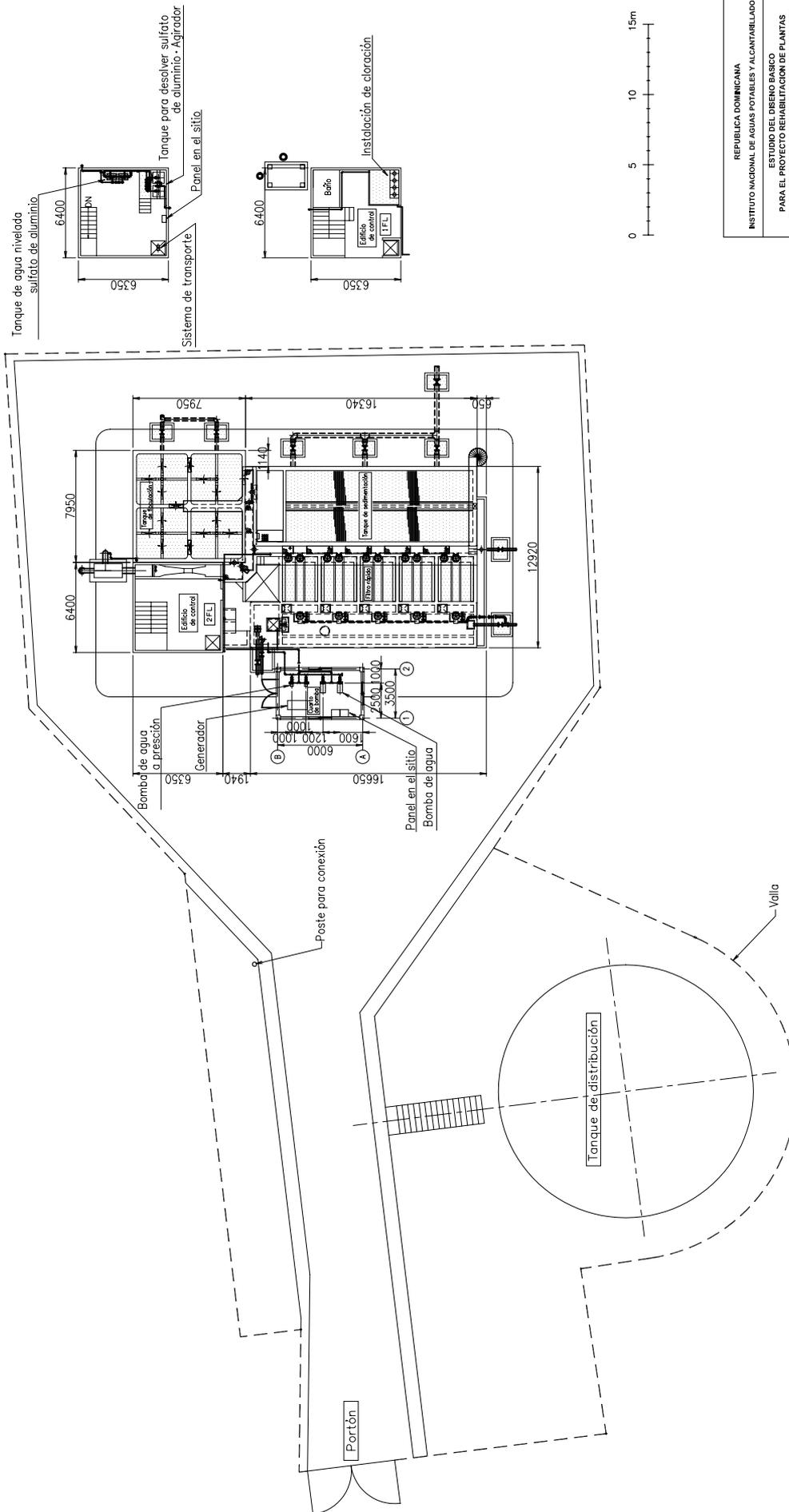
Equipos a ser adquiridos	Especificaciones	Cantidad	Razones
Medidor de turbiedad	Método de medición: Luz difusa Rango de medición: Conmutable en los rangos de baja, media y alta turbiedad de 0-1,0-20,0-200 Sensibilidad: menos de 0,01NTU Ref.: Que sea similar al medidor de turbiedad de RATIO, de la firma HACH	6 unidades	Se requiere un medidor con amplio rango de medición que permita evaluar las funciones de cada proceso mediante la turbiedad de agua cruda, agua sedimentada y agua filtrada, y que pueda atender a menos de 1 NTU en el rango bajo para la evaluación de agua tratada final. Los modelos utilizados por INAPA serán tomados como referencia.
Medidor de pH	Tipo: Comparador tipo disco Rango de medición : pH5,0-8,0 aprox. Indicador: solución BTB	6 unidades	Será un medidor portátil, resistente y sencillo para el uso en las fuentes, planta y tubería de distribución.
Medidor de cloro residual	Tipo: Comparador tipo disco (método colorimétrico) Rango de medición: 0-2ppm aprox. como cloro libre efectivo Indicador: reactivo DPD	6 unidades	Será un medidor portátil, resistente y sencillo para el uso no sólo en la planta sino también en los trabajos de comprobación de cloro residual en la red de distribución.
Medidor de caudal	Tipo: Portátil Método de medición: Método de propagación de ultrasonido de fase diferencial en el tiempo Tolerancia de medición: menos de 2% Indicación: Pantalla LSD Contenido de pantalla: cambio de unidad de medición, caudal momentáneo, caudal acumulado Resultado de salida digital: Tiempo de medición, caudal momentáneo, caudal acumulado Fuente de energía: Adaptador DC/AC conmutable	6 unidades	Será un medidor portátil para el uso en el caudal entrante en la planta, y caudal saliente del tanque de distribución, además de tubo de aducción, impulsión y distribución de agua. Será de método ultrasonido que no requiere una obra de instalación en el propio tubo y permite la medición colocando sensores en la superficie exterior del tubo. Fue utilizado en el estudio local del diseño básico y la facilidad de manejo y las funciones de medición fueron confirmadas por ingenieros de INAPA.
Absorciómetro atómico	Método: sistema de horno/llama Longitud de onda: 190-900nm Límite de detección: Garantizada la medición de la concentración metálica indicada en la guía de agua potable de OMS	1 unidades	Se requieren las funciones de horno/llama para que el límite de detección de los metales pesados objeto esté debajo del valor de la guía de agua potable de OMS.
Vehículos de mantenimiento y administración	Camioneta pick-up, 4WD 5 plazas Volante izquierdo Sólo equipamiento estándar	5 unidades	Los caminos de acceso a las plantas y obras de toma suelen ser pendientes pronunciadas o de mal estado, por lo que se necesitan vehículos de 4WD, tipo pick-up con 5 plazas para poder transportar obreros, equipos y materiales de mantenimiento y administración.

2-2-3 Plano de diseño básico

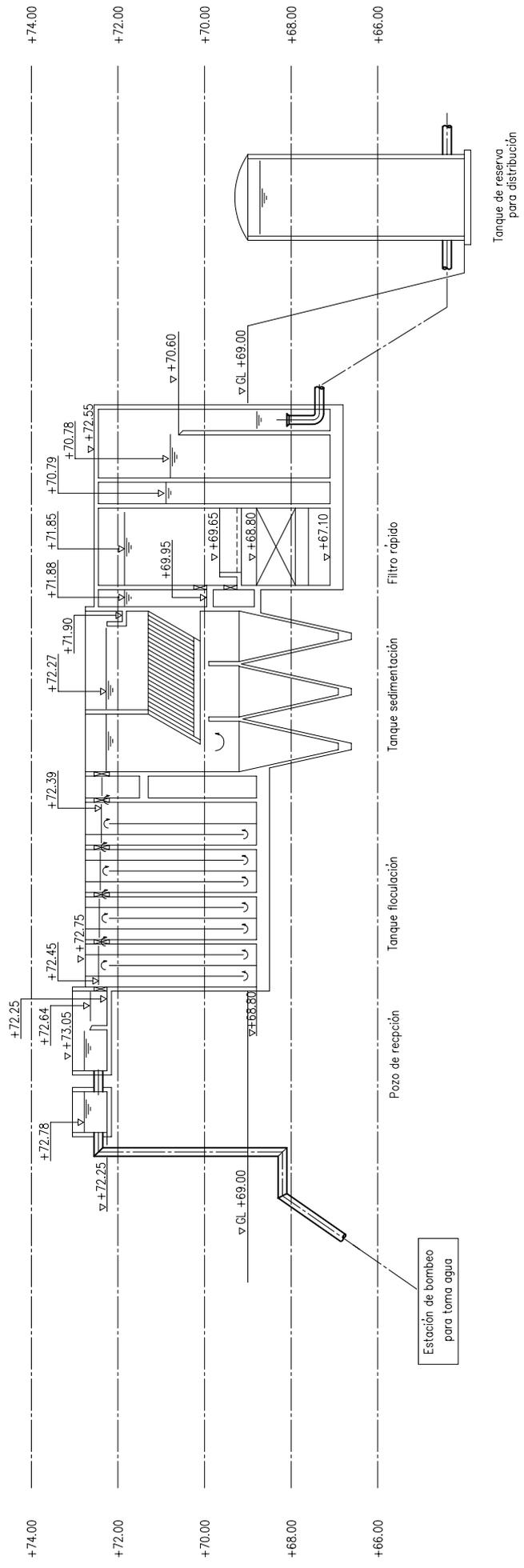
Se muestran los planos de diseño básico elaborados basándose en el contenido de la rehabilitación de las instalaciones en las siguientes páginas. Sus títulos se resumen en la lista abajo.

	<u>No. De plano</u>		<u>Escala</u>
Sánchez	S1	Planta general	: 1/300
	S2	Desnivel de agua	: No escala
	S3	Hoja de flujo	: No escala
	S4	Planta (1)	: 1/ 50
	S5	Planta (2)	: 1/ 50
	S6	Sección	: 1/ 50
Jarabacoa	J1	Planta general	: 1/200
	J2	Desnivel de agua	: No escala
	J3	Hoja de flujo	: No escala
	J4	Planta (1)	: 1/ 50
	J5	Planta (2)	: 1/ 50
	J6	Sección	: 1/ 50
Maimón	M1	Planta general de la caseta de bomba de toma	: 1/200, 1/100
	M2	Planta general (Nuevo tanque)	: 1/400, 1/200
	M3	Desnivel de agua	: No escala
	M4	Hola de flujo	: No escala
	M5	Planta general	: 1/200
	M6	Planta (1)	: 1/ 50
	M7	Planta (2)	: 1/ 50
	M8	Sección	: 1/ 50
	M9	Planta de instalación de tubería de distribución de agua	: 1/4000
	M10	Estructura de nuevo tanque	: 1/100
Piedra Blanca	P1	Planta general	: 1/300
	P2	Desnivel de agua	: No escala
	P3	Hoja de flujo	: No escala
	P4	Planta (1)	: 1/ 50
	P5	Planta (2)	: 1/ 50
	P6	Sección	: 1/ 50
Constanza	C1	Planta general	: 1/200
	C2	Desnivel de agua	: No escala
	C3	Hoja de flujo	: No escala
	C4	Planta (1)	: 1/ 50
	C5	Planta (2)	: 1/ 50
	C6	Sección	: 1/ 50
Baní	B1	Planta general	: 1/150
	B2	Desnivel de agua	: No escala
	B3	Hoja de flujo	: No escala
	B4	Planta (1)	: 1/100
	B5	Planta (2)	: 1/100
	B6	Sección	: 1/100

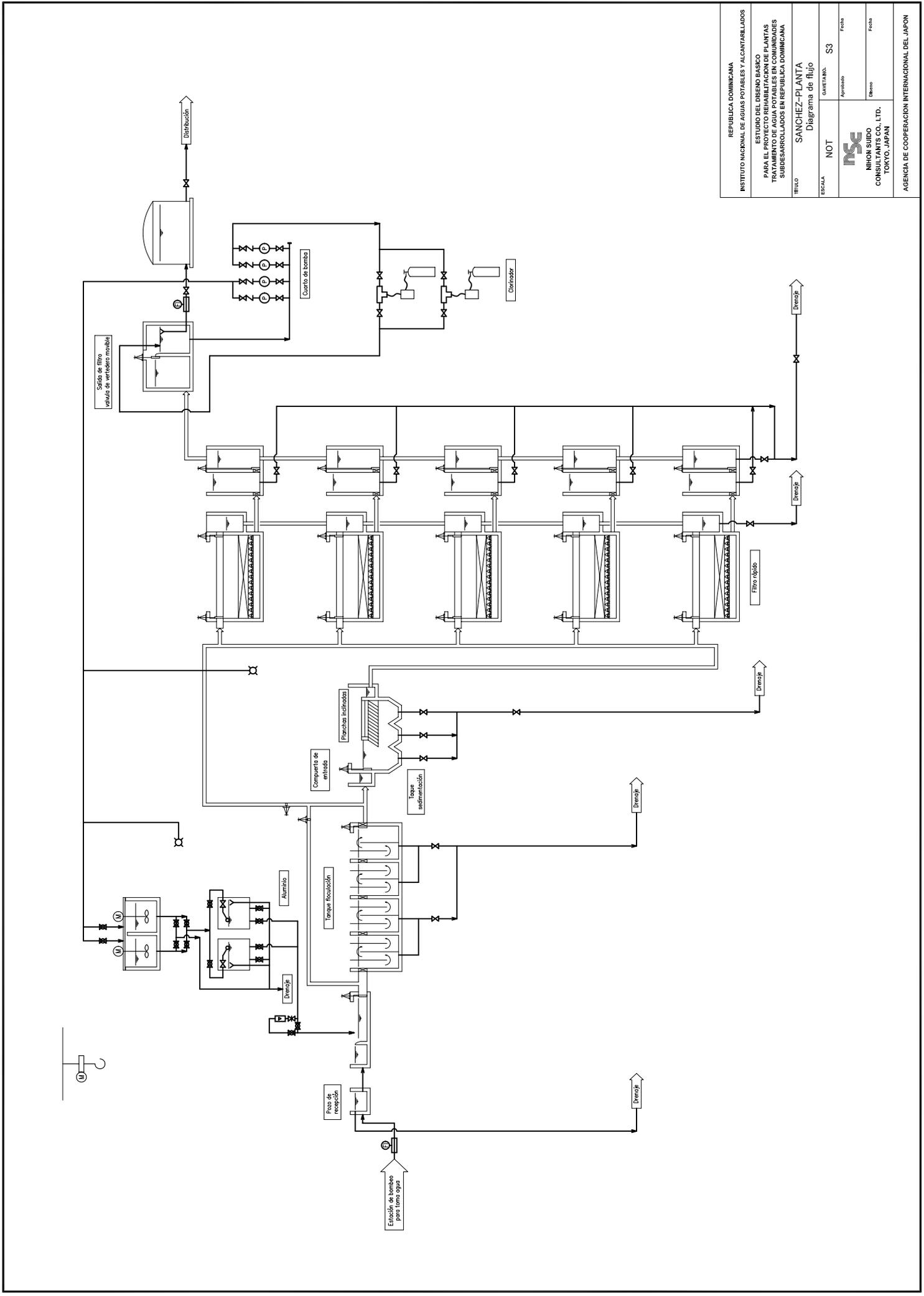
Nota: Las escalas arriba indicadas son los valores en tamaño A1.



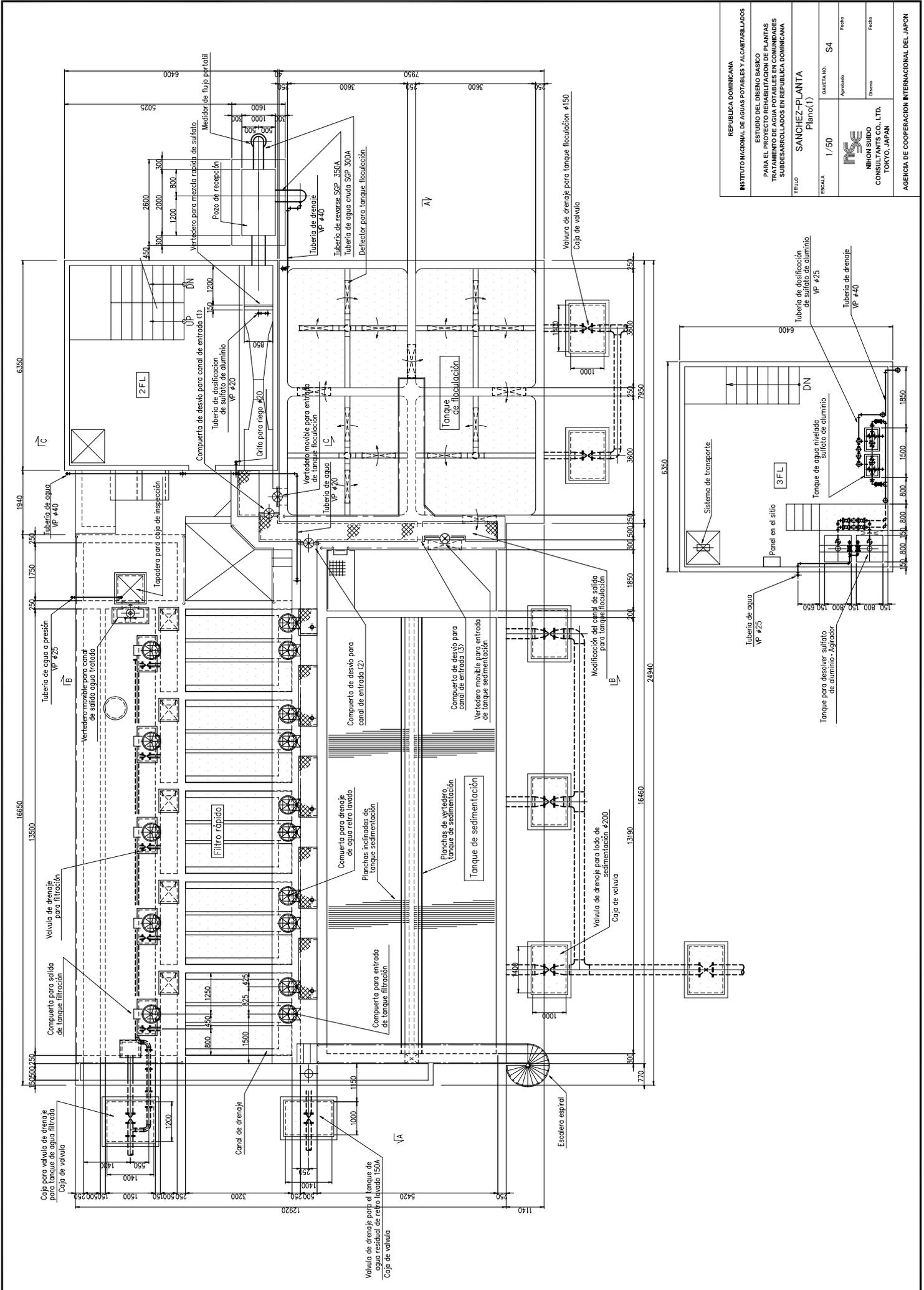
REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO	
PARA EL PROYECTO REHABILITACION DE PLANTAS	
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLES EN COMUNIDADES	
SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO	SANCHEZ-PLANTA
	Plan General
ESCALA	1/300
GAUETA NO.	SI
Aprobado	Fecha
Diseño	Fecha
NIHOJI SUDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



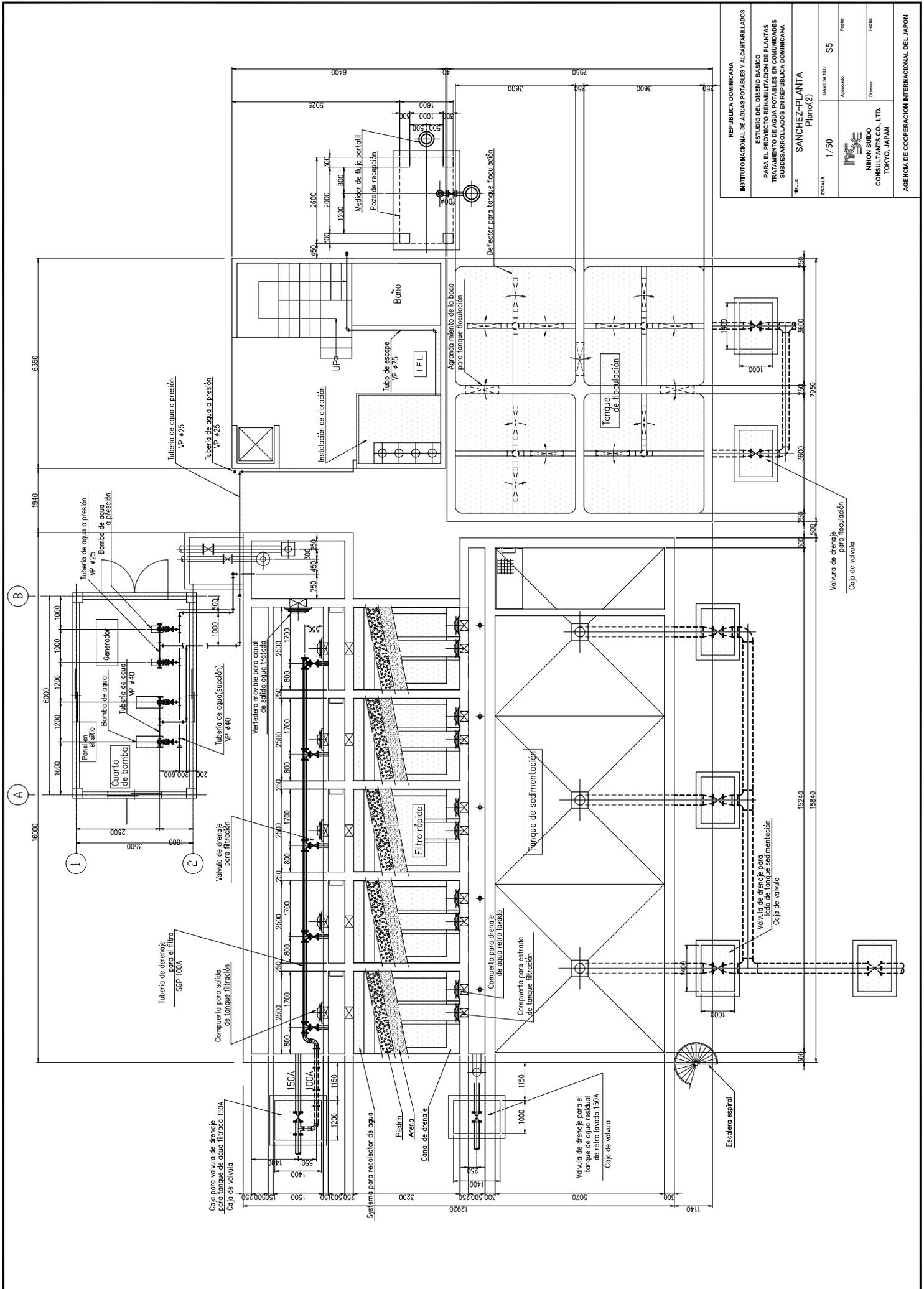
REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO DE LAS OBRAS DE RECONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO	SANCHEZ-PLANTA
Figura de nivel de agua ajustada	
ESCALA	NOT
CARTELA NO.	SZ
Aprobado	Fecha
Diseño	Fecha
	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



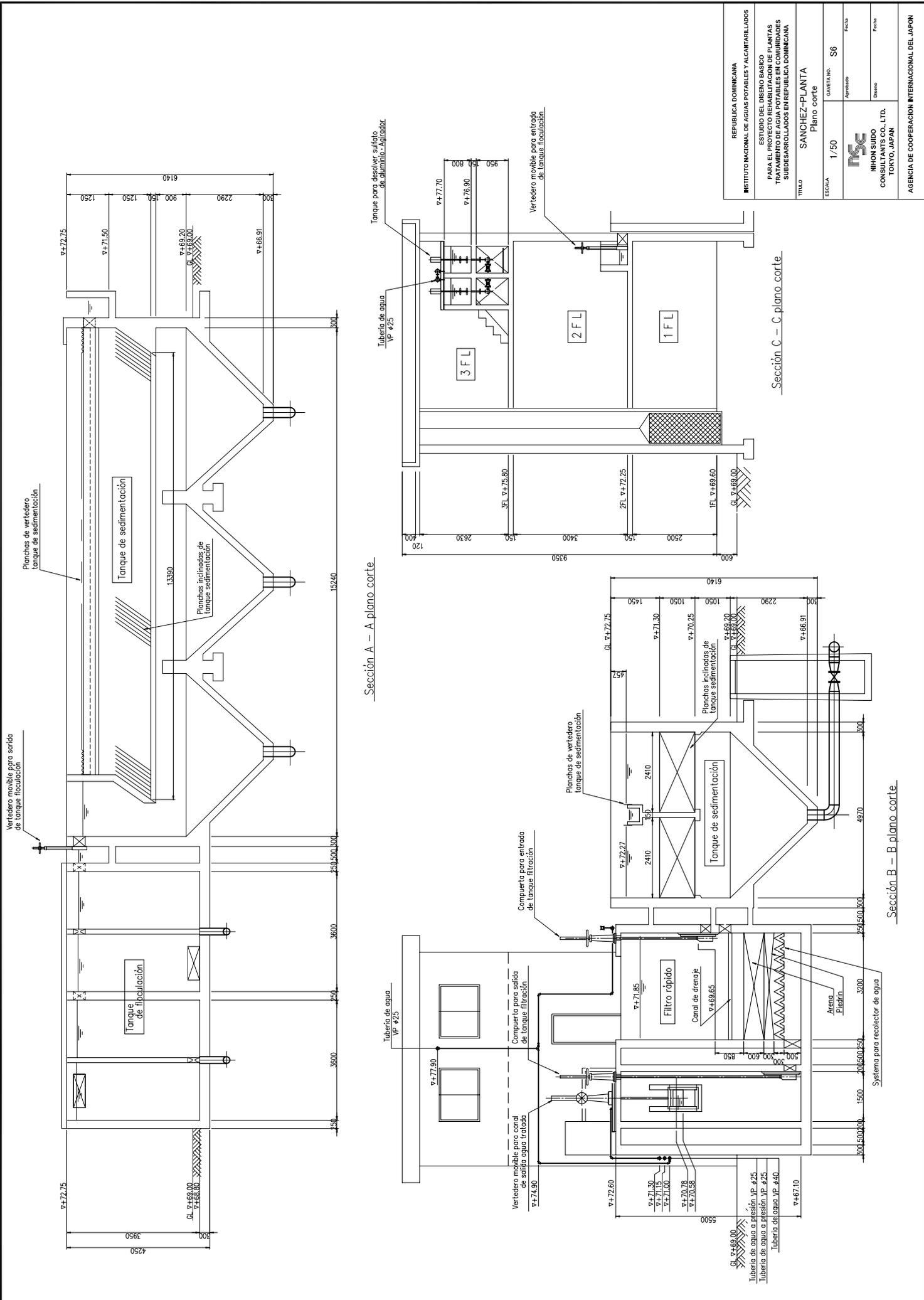
REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BÁSICO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TÍTULO	SANCHEZ-PLANTA Diagrama de flujo
ESCALA	NOT
CONCEPTO	S3
FECHA	
INGENIERO	NIHON SUJIDO
FECHA	
CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



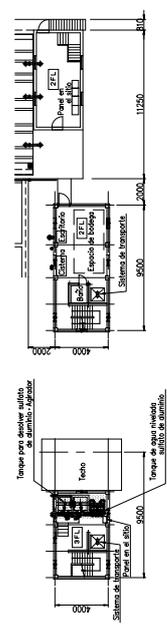
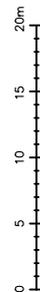
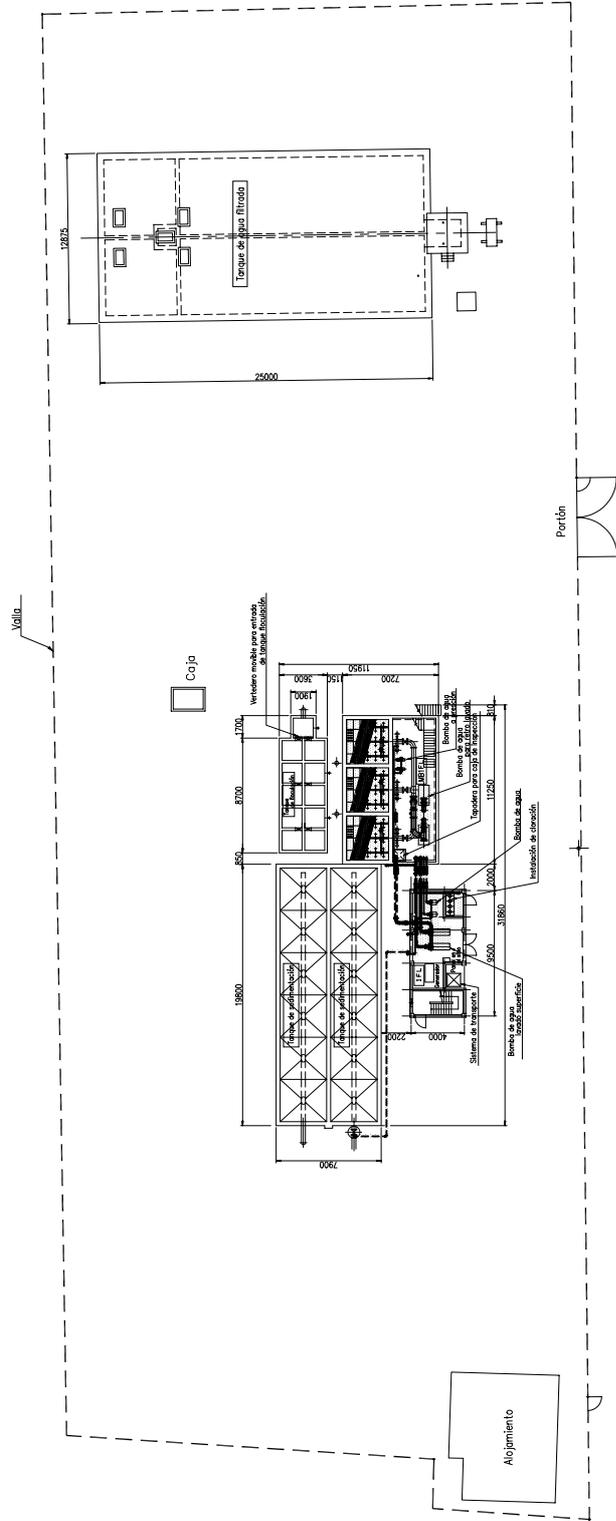
REPUBLICA DOMINICANA INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BÁSICO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TÍTULO SANCHEZ-PLANTA Plano(1)	ESCALA 1/50
CARACTERÍSTICO S4	Aprobado Fecha
NSC NIIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	Deseño Fecha
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



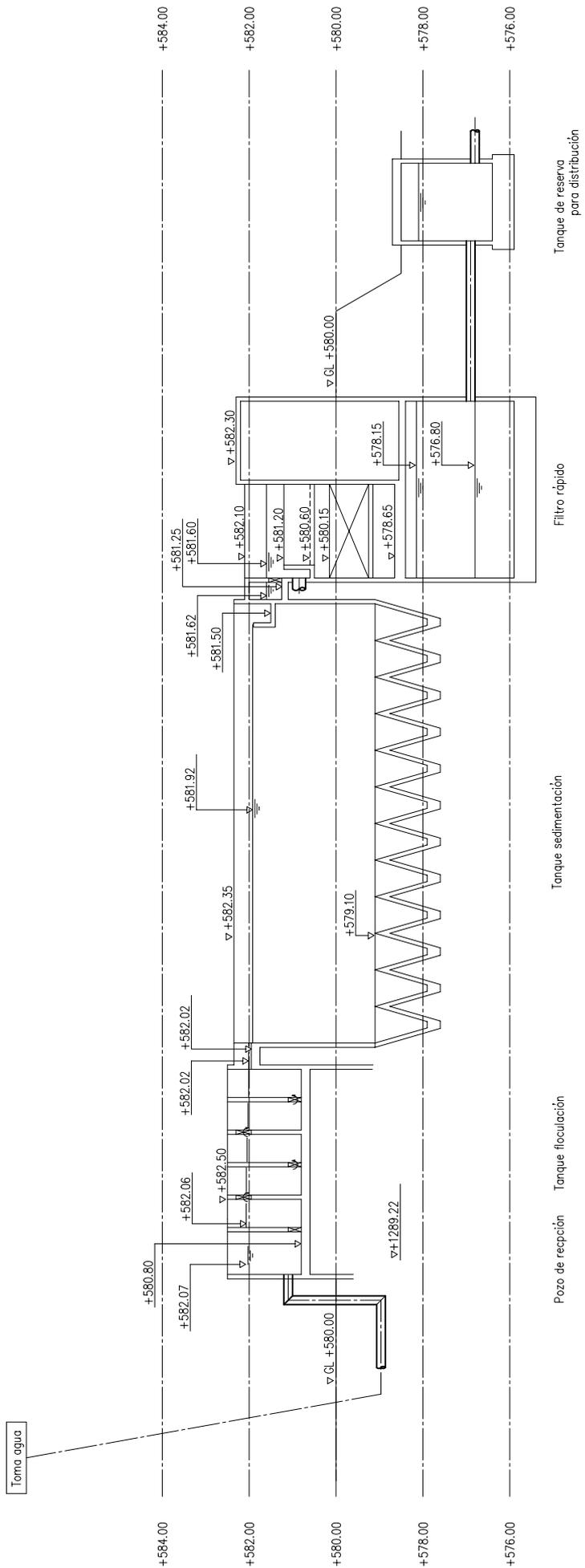
REPUBLICA DOMINICANA INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LAS PLANTAS TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO SANCHEZ-PLANTA Plano(2)	ESCALA 1/50
CARTEJA No. S5	Fecha
INSC NIKON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	Fecha
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



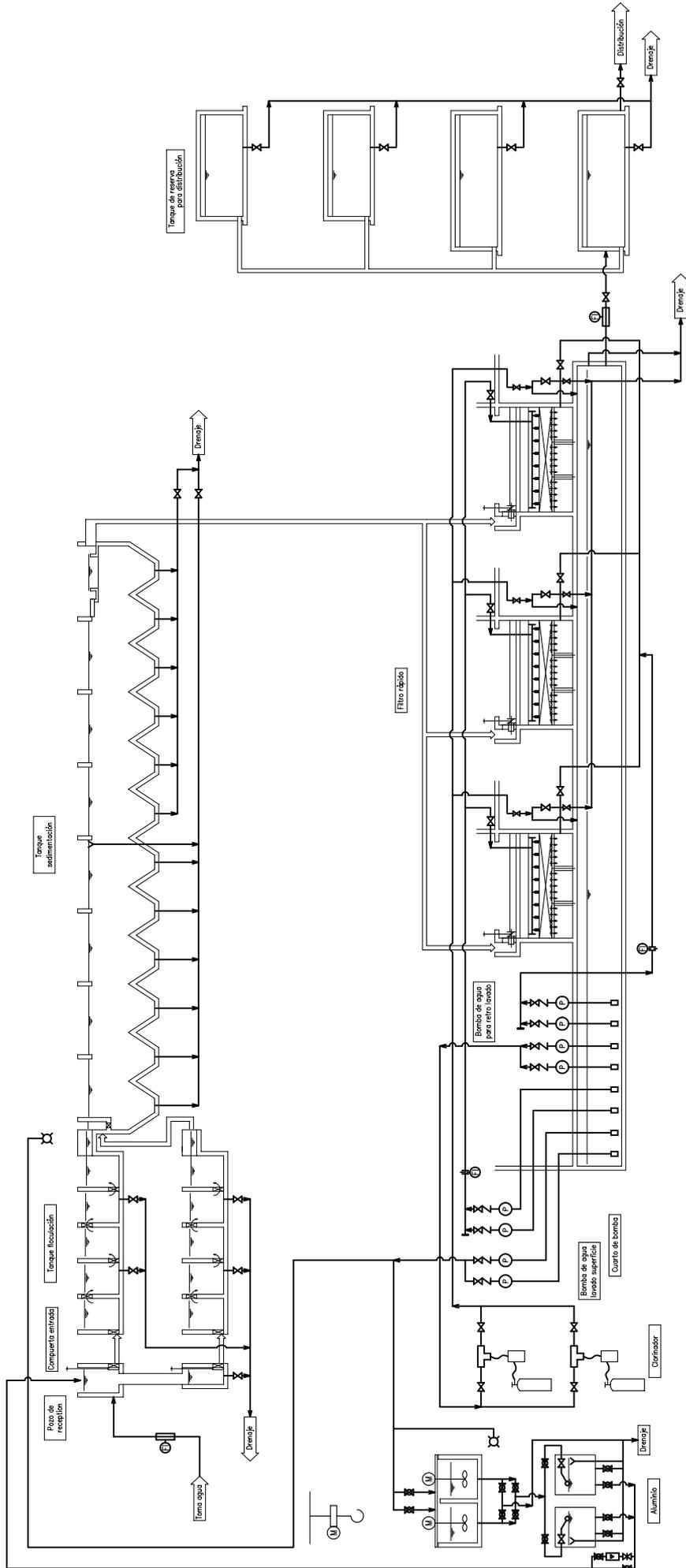
REPUBLICA DOMINICANA INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO: SANCHEZ-PLANTA Plano corte	
ESCALA: 1/50	CARTELA NO: S6 Aprobado: Fecha:
INSC NIIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



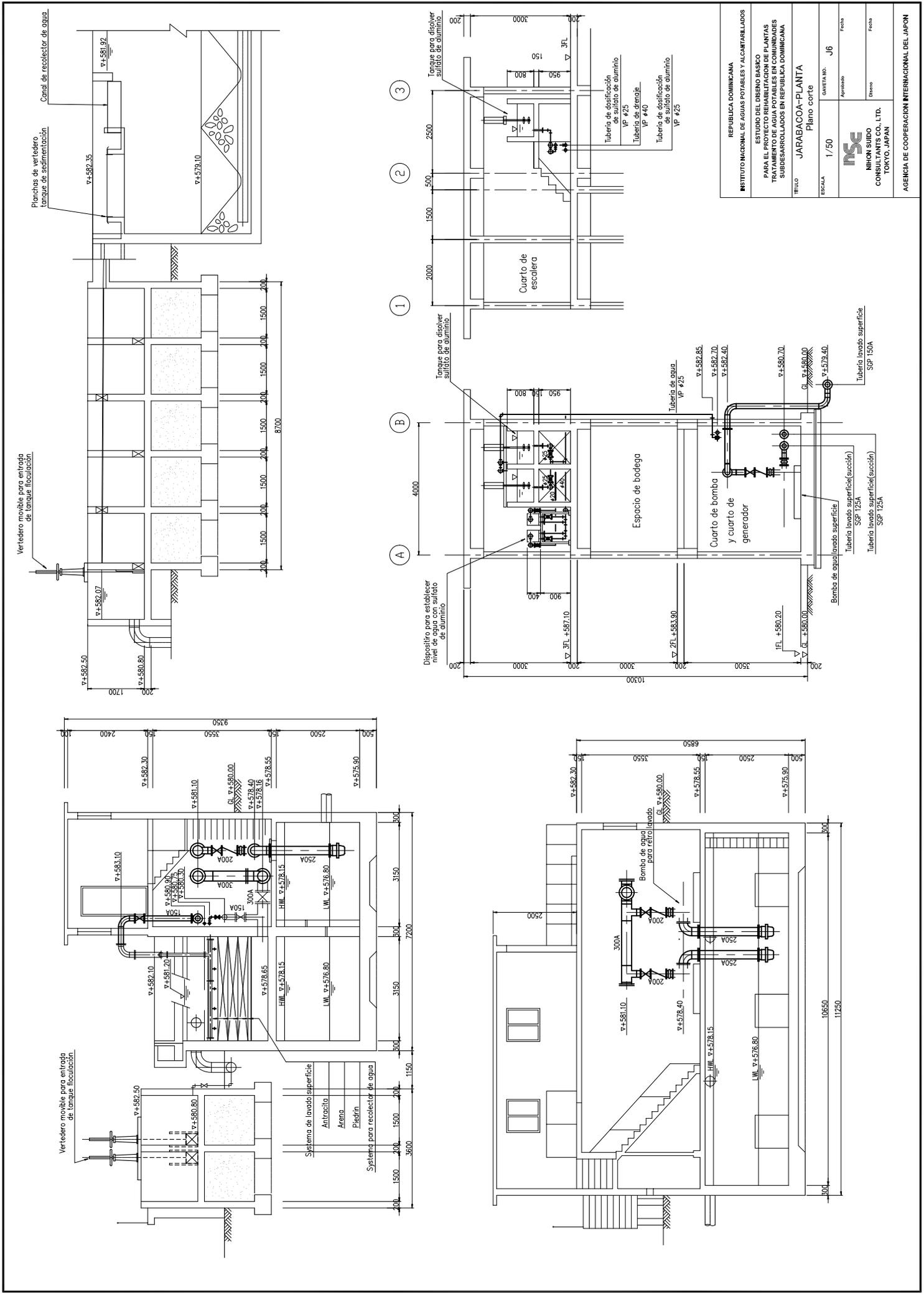
REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO	
PARA EL PROYECTO REHABILITACION DE PLANTAS	
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLES EN COMUNIDADES	
SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO	JARABACOA-PLANTA
	Plan General
ESCALA	1/200
DAVETA NO.	J1
Aprobado	Fecha
Diseño	Fecha
NISHIKI SUIJO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



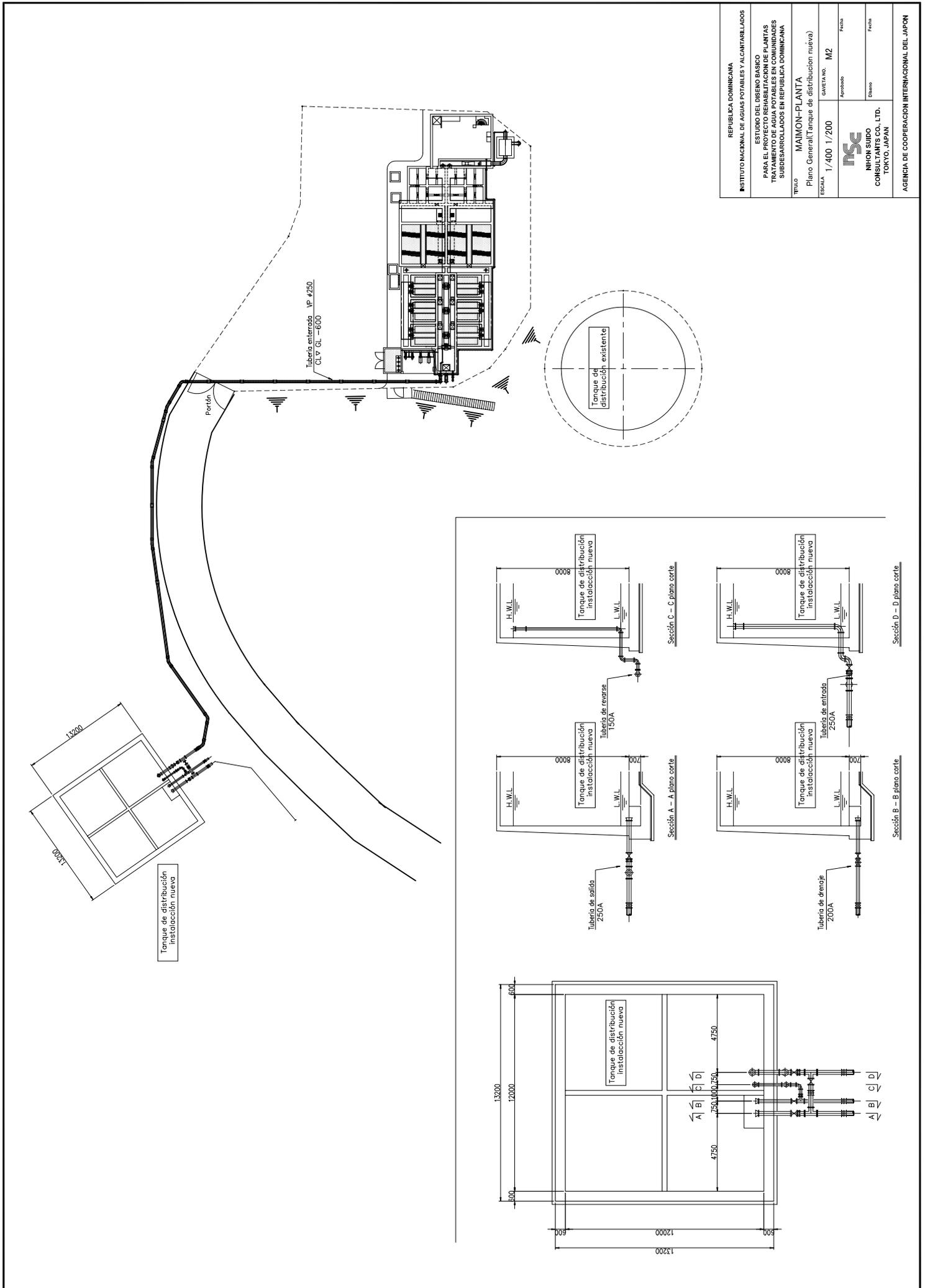
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS ESTUDIO DEL DISEÑO BÁSICO PARA EL PROYECTO DE RECONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TÍTULO	JARABACOA-PLANTA Figura de nivel de agua ajustada
ESCALA	NOT
GRUPO NO.	J2
Aprobado	Fecha
Diseño	Fecha
Nihon Suido CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



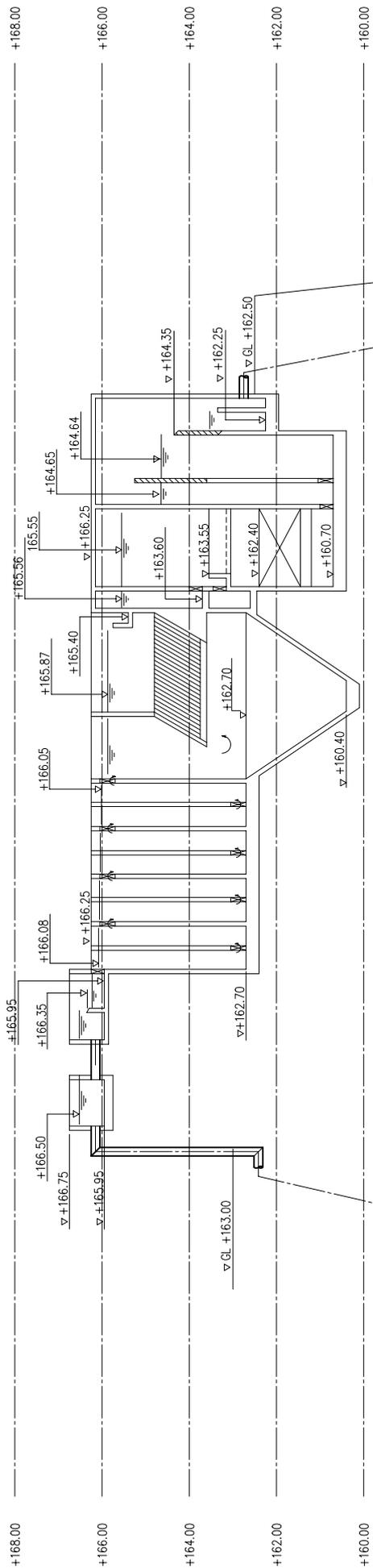
REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO	JARABACOA-PLANTA Diagrama de flujo
ESCALA	NOT
GRUPO NO.	J3
Fecha	Fecha
Acabado	Fecha
Diseño	Fecha
NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



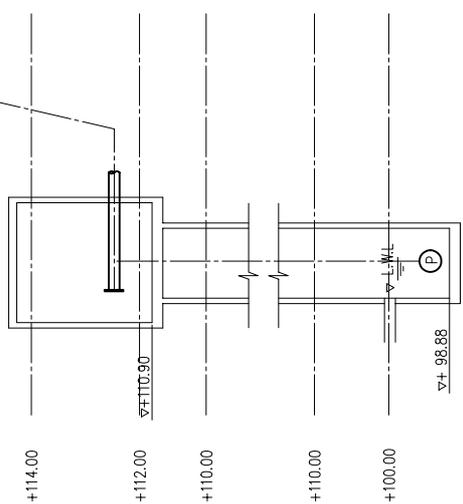
REPUBLICA DOMINICANA INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO PARA EL DISEÑO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO JARABACOA-PLANTA Plano corte	
ESCALA 1/50	CARTELA NO. J6 Fecha: _____ Aprobado: _____ Fecha: _____ Deseño: _____ Fecha: _____
INSE NIKON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO	
PARA EL PROYECTO REHABILITACION DE PLANTAS	
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLES EN COMUNIDADES	
SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO	MAIMON-PLANTA
Plano General (Tanque de distribución nueva)	
ESCALA	1/400 1/200
APROBADO	M2
FECHA	
DISEÑO	
NIHOJI SUJIO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	

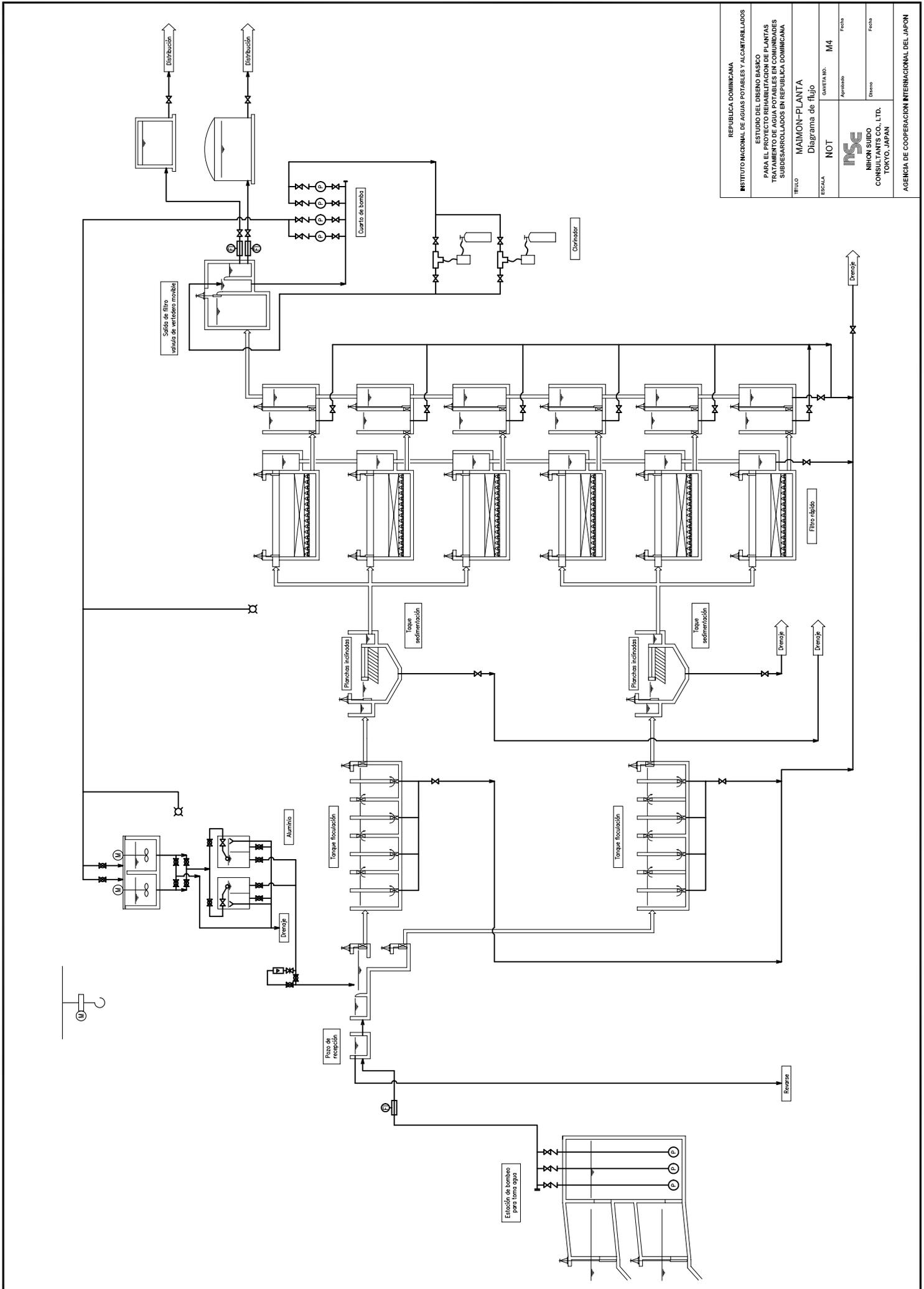


Pozo de recepción
 Tanque de sedimentación
 Tanque de floculación
 Filtro rápido
 Tanque de reserva para distribución

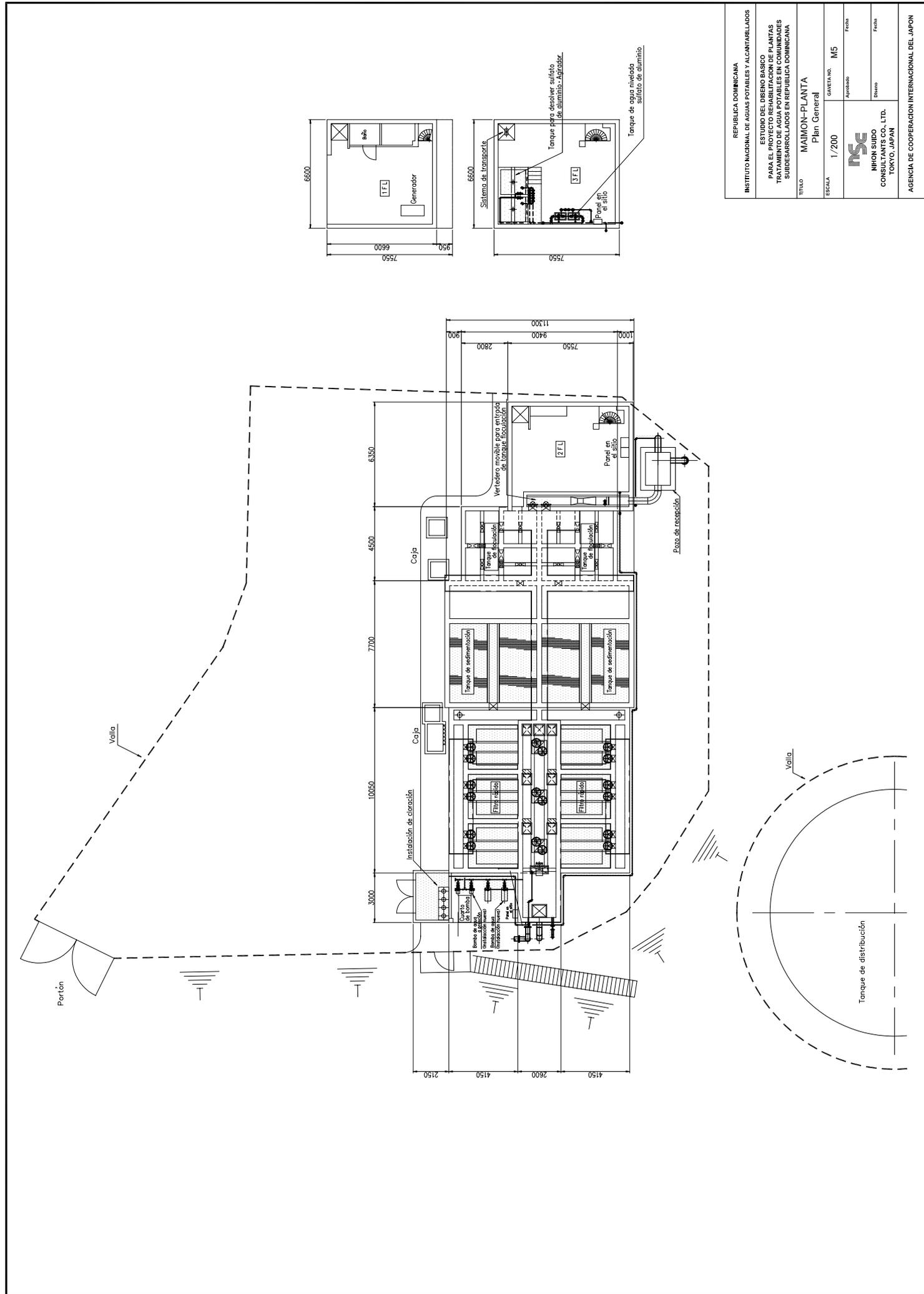


Estación de bombeo para toma agua

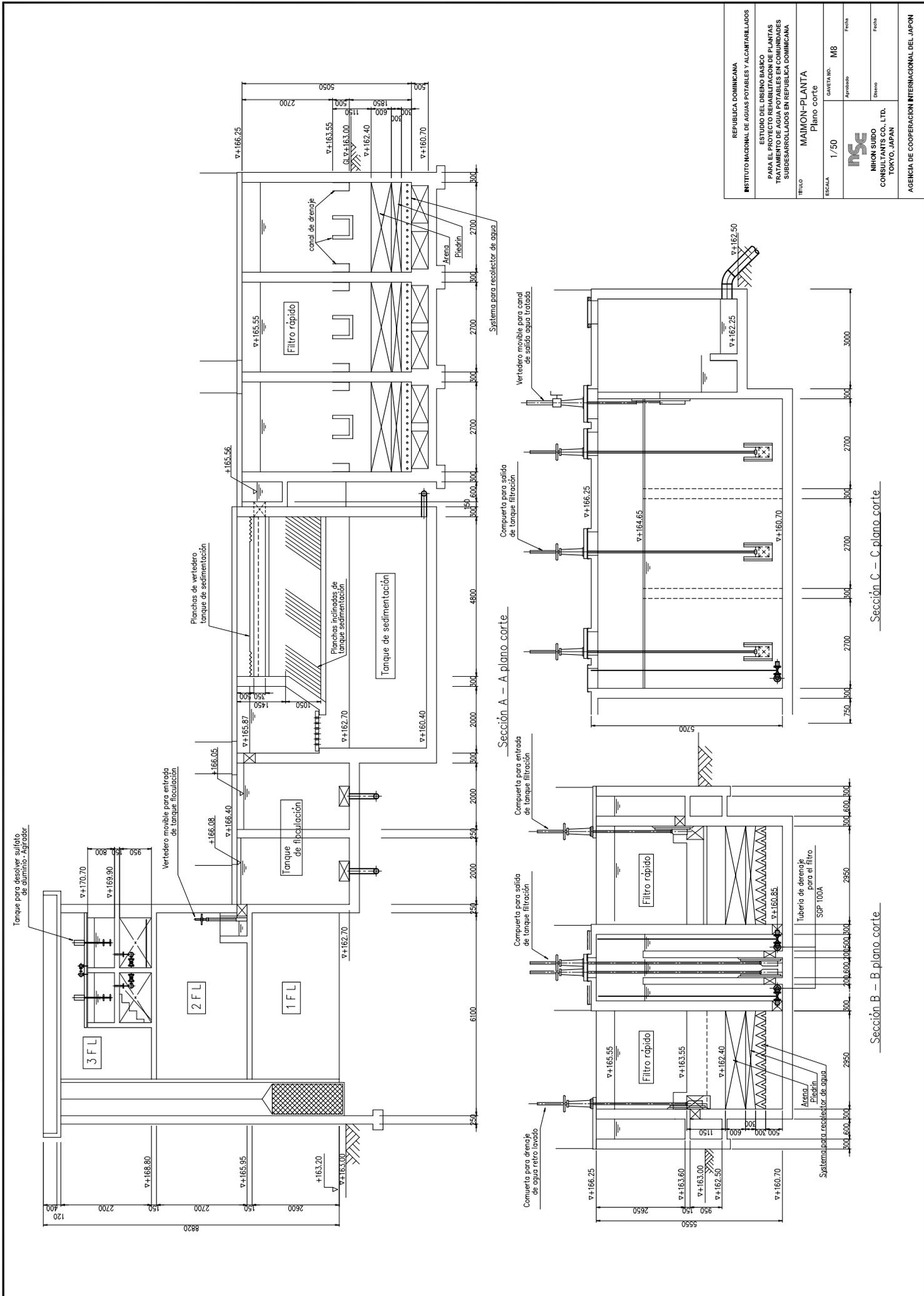
REPUBLICA DOMINICANA INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE OBRAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO MAIMON-PLANTA Figura de nivel de agua ajustada	
ESCALA NOT	CARTELA No. M3
Aprobado 	Fecha
Diseñado NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	Fecha
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BÁSICO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TÍTULO	MAIMON-PLANTA
ESCALA	Diagrama de flujo
CONTRATO No.	M4
Aprobado	Fecha
Diseño	Fecha
Nihon Suido Consultants Co., Ltd. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



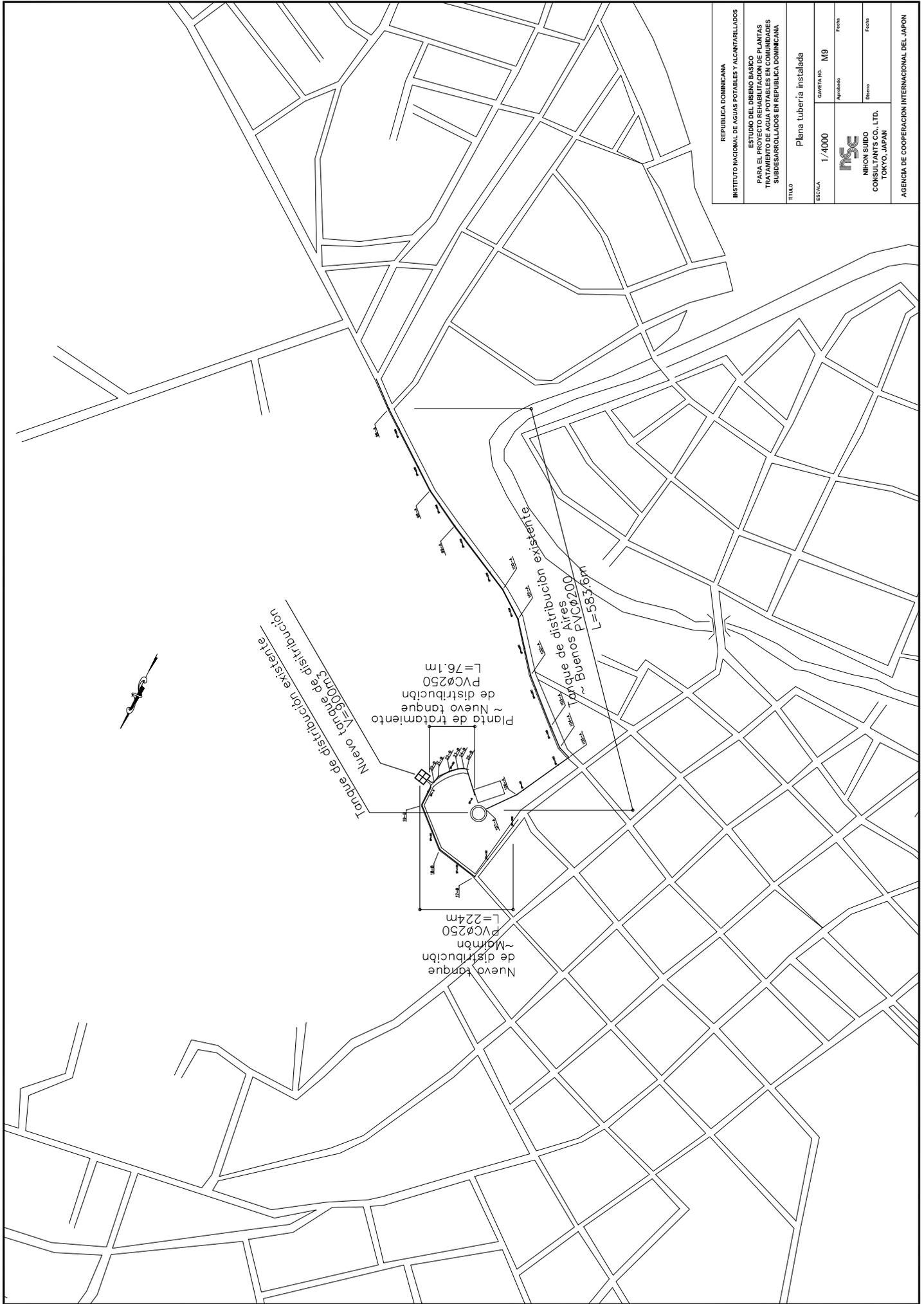
REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO	
PARA EL PROYECTO REHABILITACION DE PLANTAS	
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLES EN COMUNIDADES	
SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO	MAMON-PLANTA
Plan General	
ESCALA	1/200
PROYECTO NO.	M5
Aprobado	Fecha
Diseño	Fecha
NIHOJI SUDO CONSULTANTS CO. LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



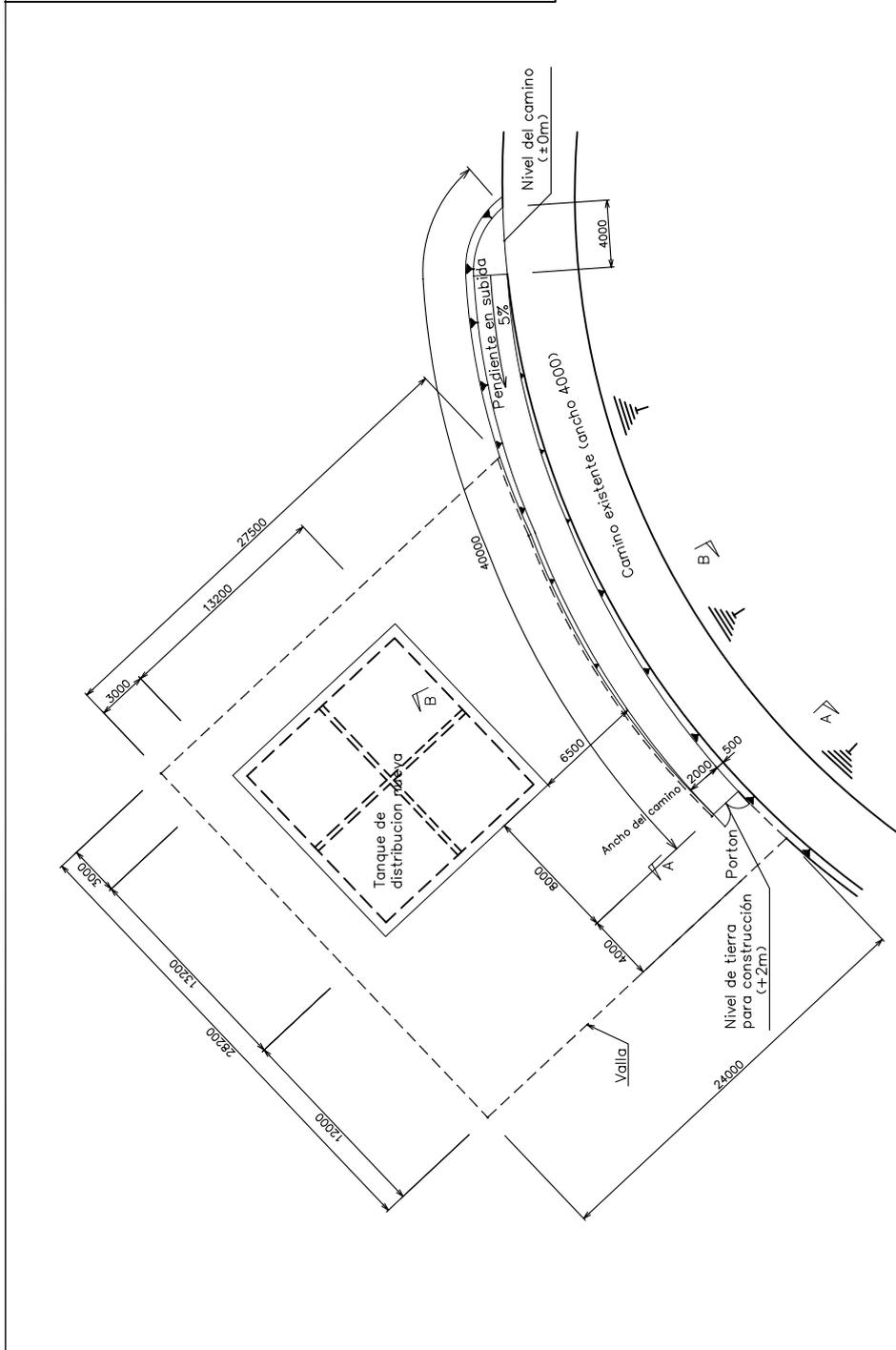
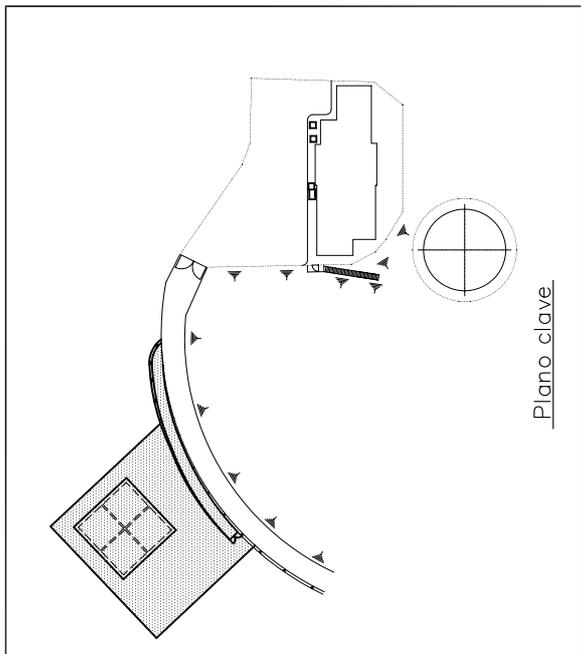
REPUBLICA DOMINICANA INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO PARA EL DISEÑO DE LAS PLANTAS TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO MAIMON-PLANTA Plano corte	FECHA
ESCALA 1/50	FECHA
CARTELA NO. M8	FECHA
NIKON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	

Sección A - A plano corte

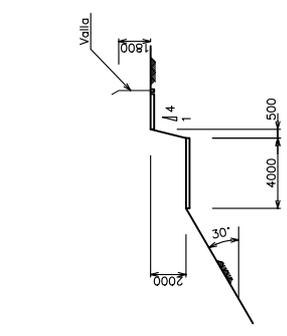
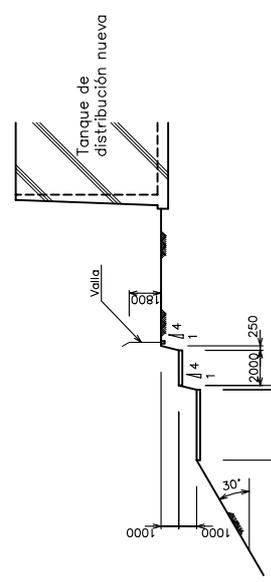
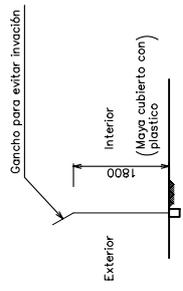
Sección B - B plano corte



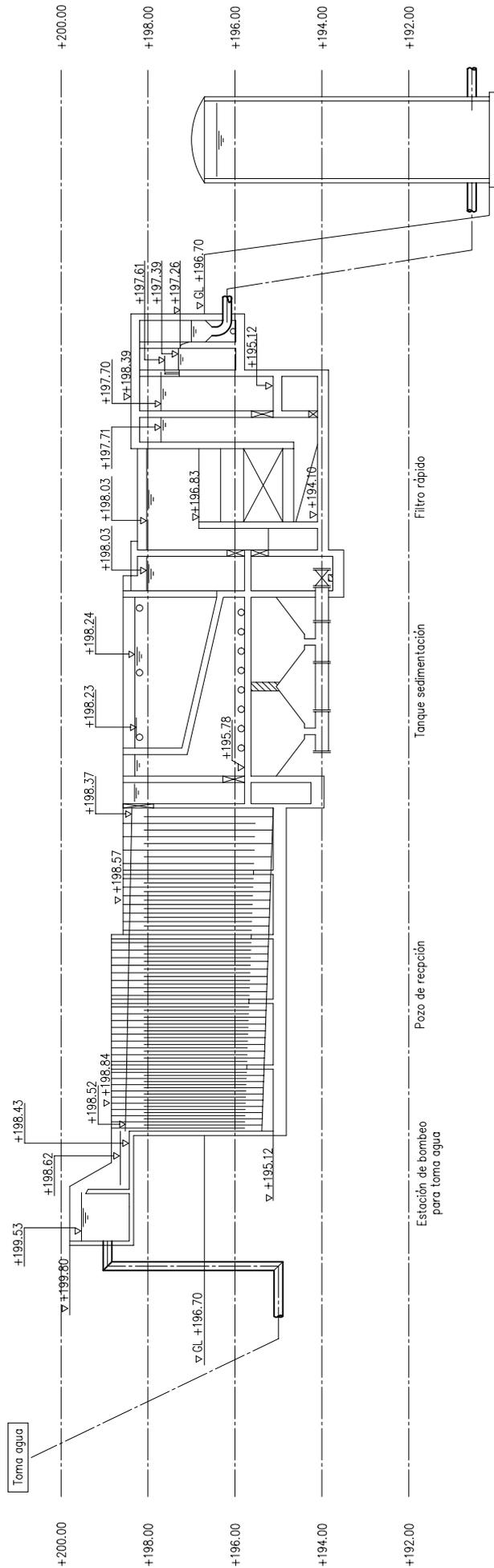
REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
PARA EL PROYECTO DE REHABILITACION DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO	
Plana tubería instalada	
ESCALA	1/4000
HOJA NO.	M9
Aprobado	Fecha
Diseño	Fecha
NISC NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



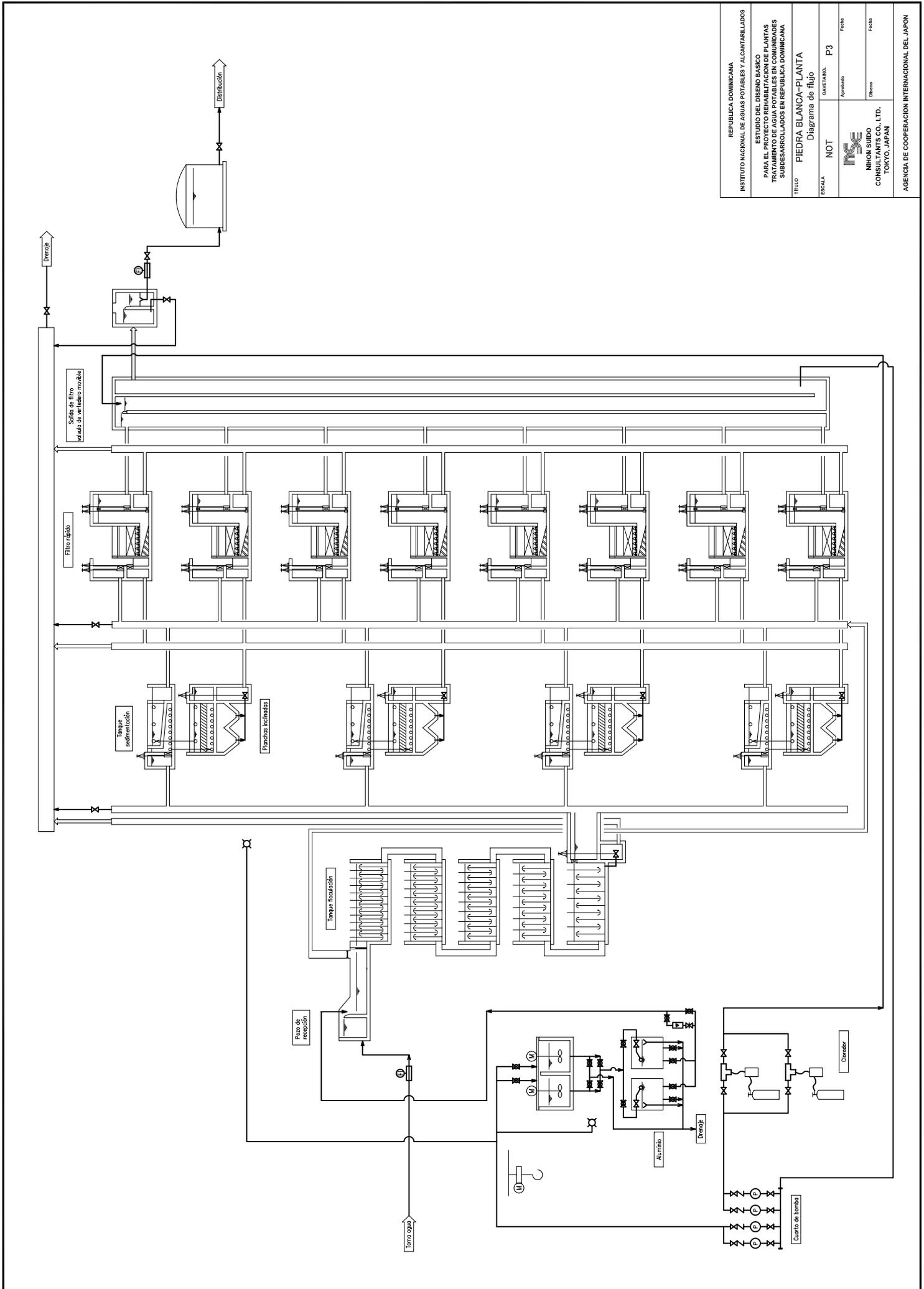
Plano de distribución



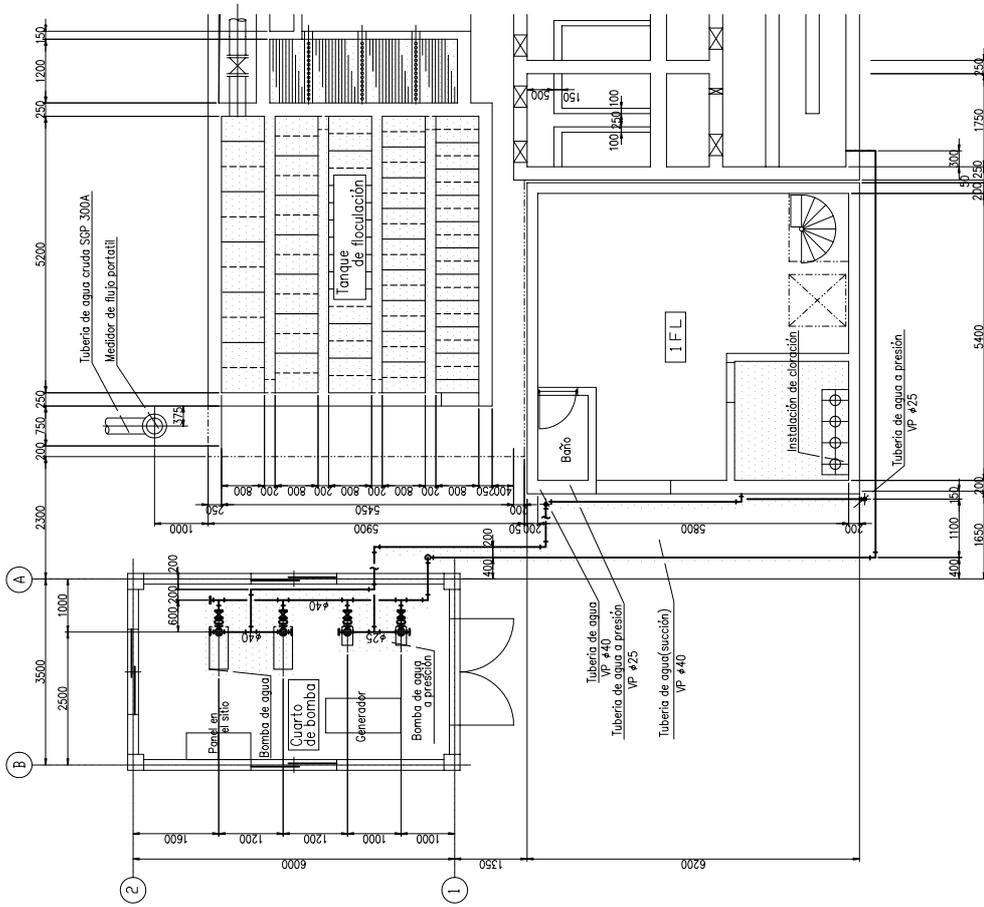
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE REHABILITACION DE PLANTAS TRATAMIENTO DE AGUA POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO: Tanque de distribución plano de disposición en la planta MAIMON	
ESCALA: 1/150	GAVETA NR.: M10
 INHON SUJIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	Aprobado: _____ Fecha: _____ Dibujo: _____ Fecha: _____
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



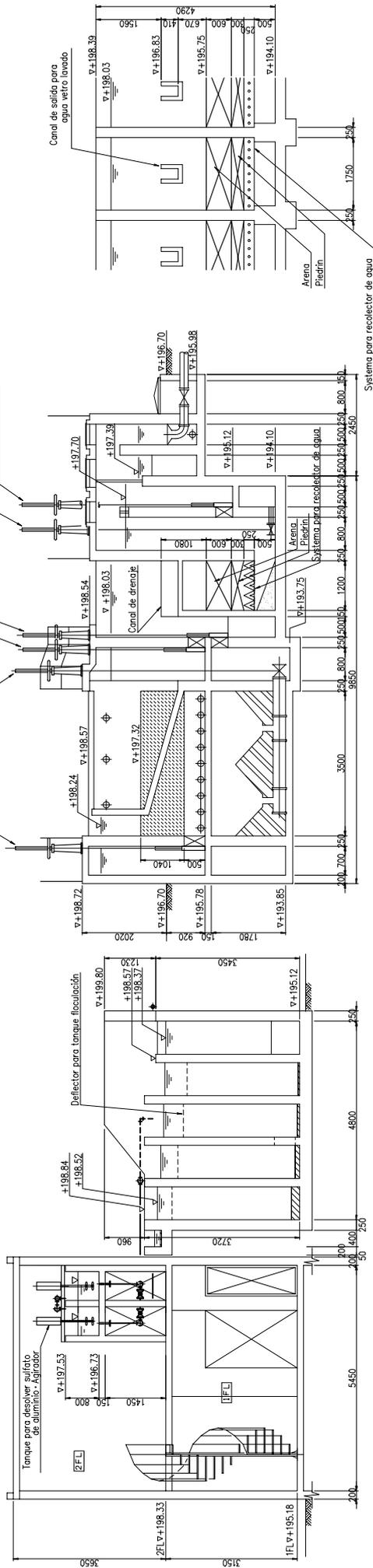
REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE RECONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO	PIEDRA BLANCA-PLANTA
Figura de nivel de agua ajustada	
ESCALA	NOT
CONTRATO NO.	P2
Aprobado	Fecha
Diseño	Fecha
NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE OBRAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO	PIEDRA BLANCA-PLANTA Diagrama de flujo
ESCALA	GRABADO NOT Aprobado P3 Fecha
	NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN
	AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON



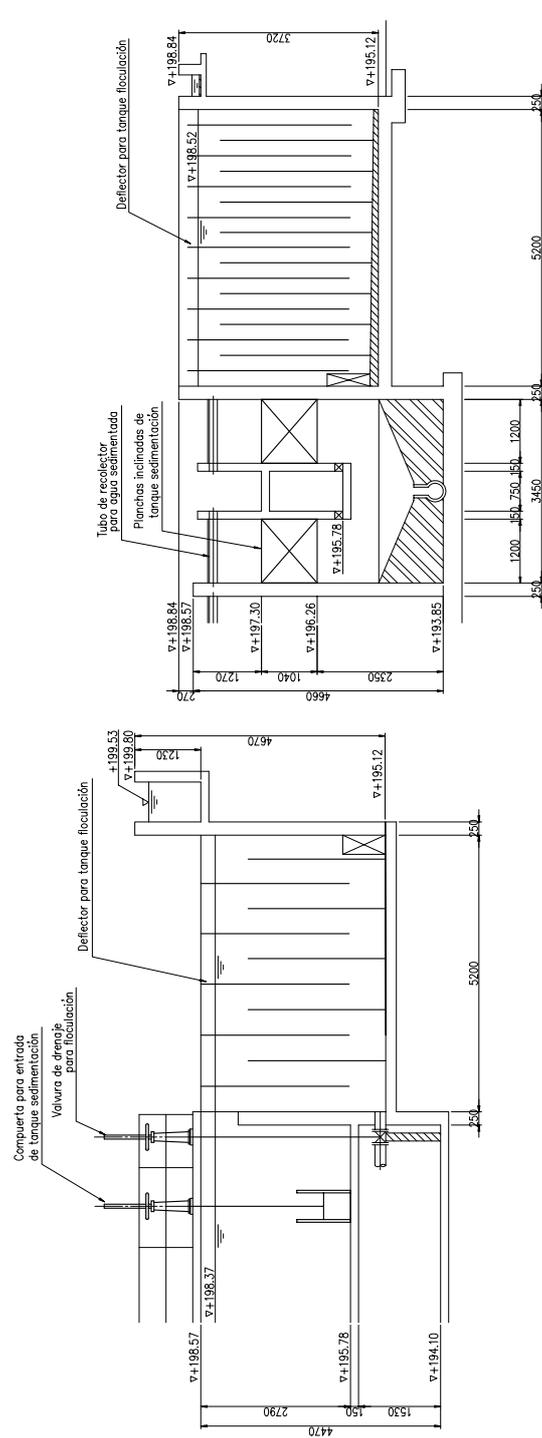
REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO	PIEDRA BLANCA-PLANTA Plano(2)
ESCALA	1/50
CONTRATANTE	P5
FECHA	
CONTRATADO	
FECHA	
NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



Sección A - A plano corte

Sección B - B plano corte

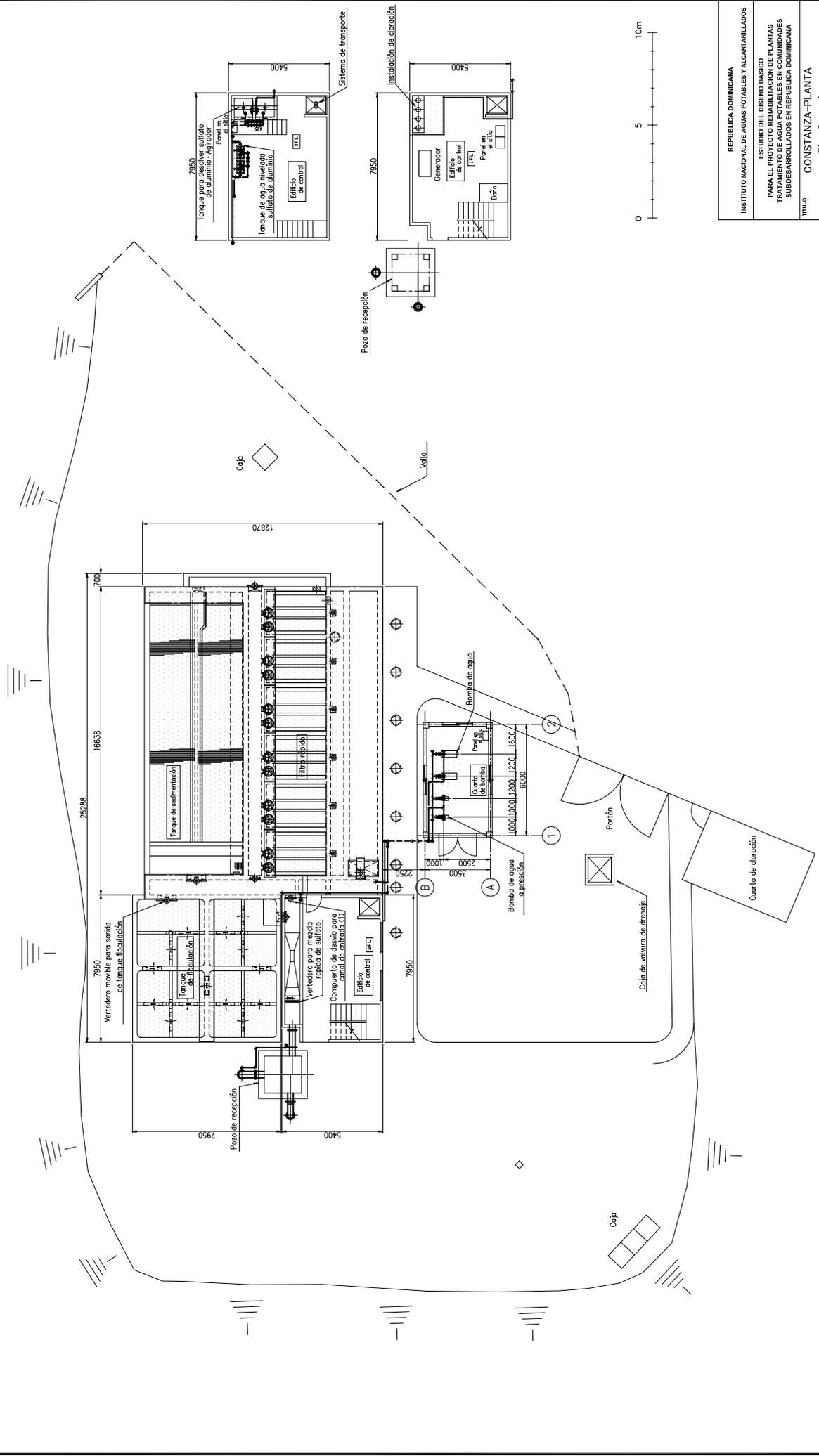
Sección C - C plano corte



Sección D - D plano corte

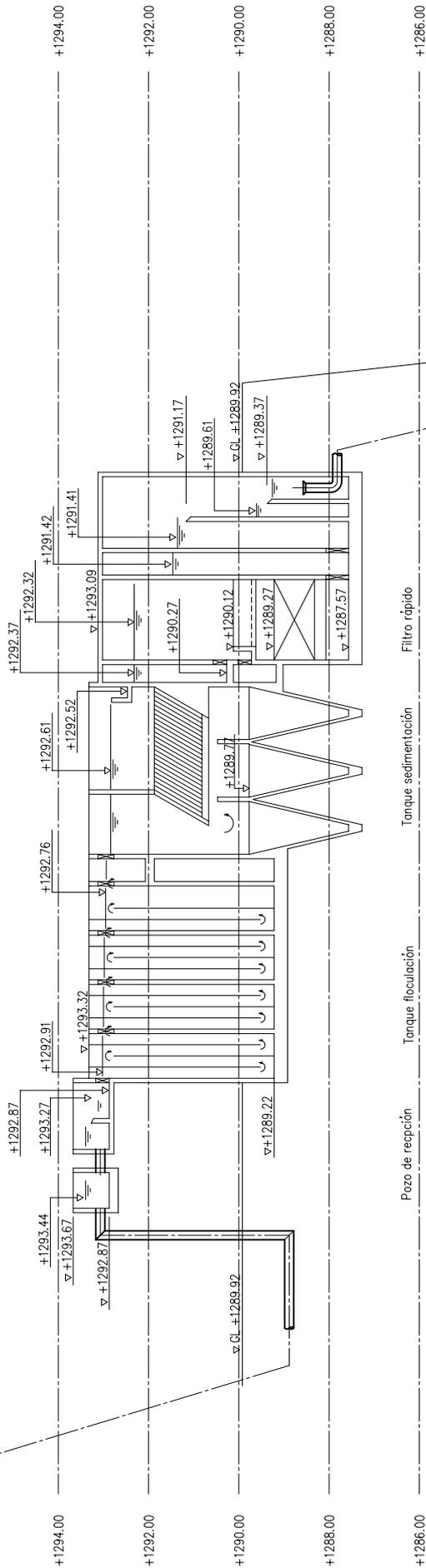
Sección E - E plano corte

REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO DE LAS OBRAS DE RECONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO	PIEDRA BLANCA-PLANTA Plano corte
ESCALA	1/50
CARTELA NO.	P6
Fecha	Fecha
Estado	Estado
Fecha	Fecha
NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	

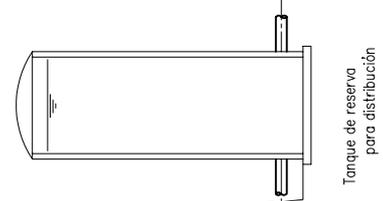


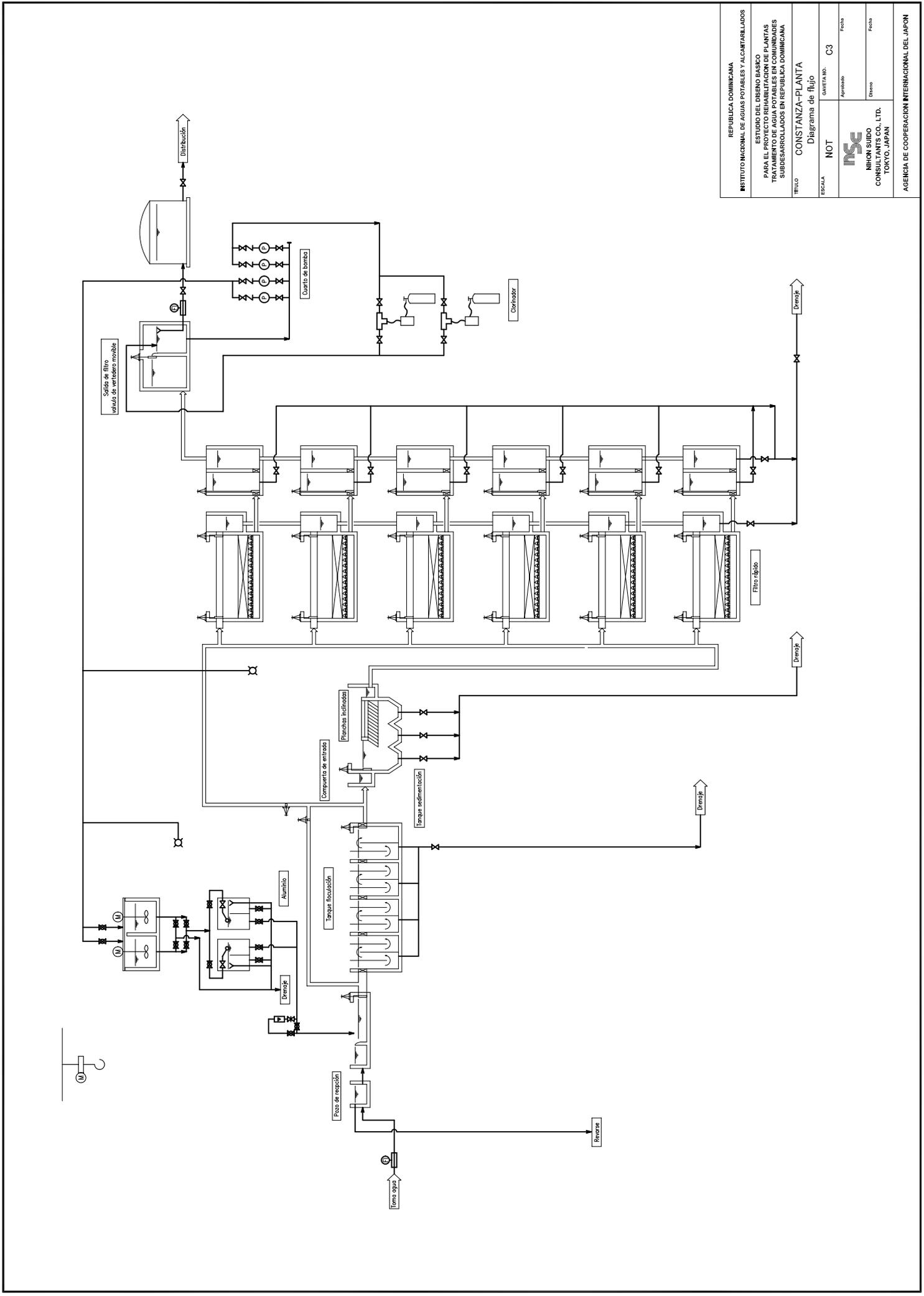
REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO	
PARA EL PROYECTO REHABILITACION DE PLANTAS	
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLES EN COMUNIDADES	
SUBDESARROLLADOS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO CONSTANZA-PLANTA	
ESCALA	Plan General
HOJA NO.	C1
Aprobado	Fecha
Diseño	Fecha
NIHOJI SUJIO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	

Toma agua

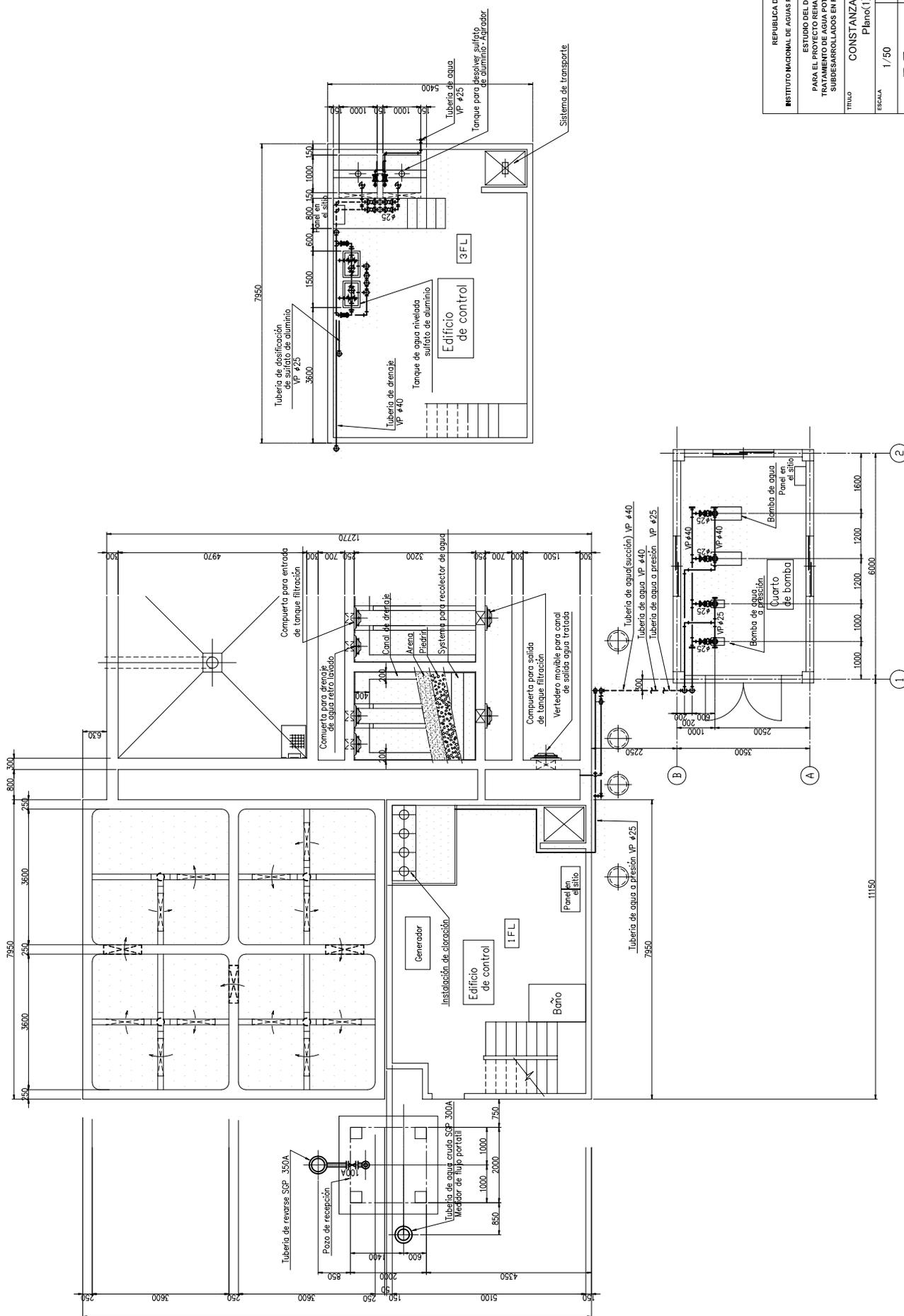


REPUBLICA DOMINICANA INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE RECONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO CONSTANZA-PLANTA Figura de nivel de agua ajustada	CANTIDAD No. C2
ESCALA NOT	Aprobado Fecha Deseño Fecha
NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	

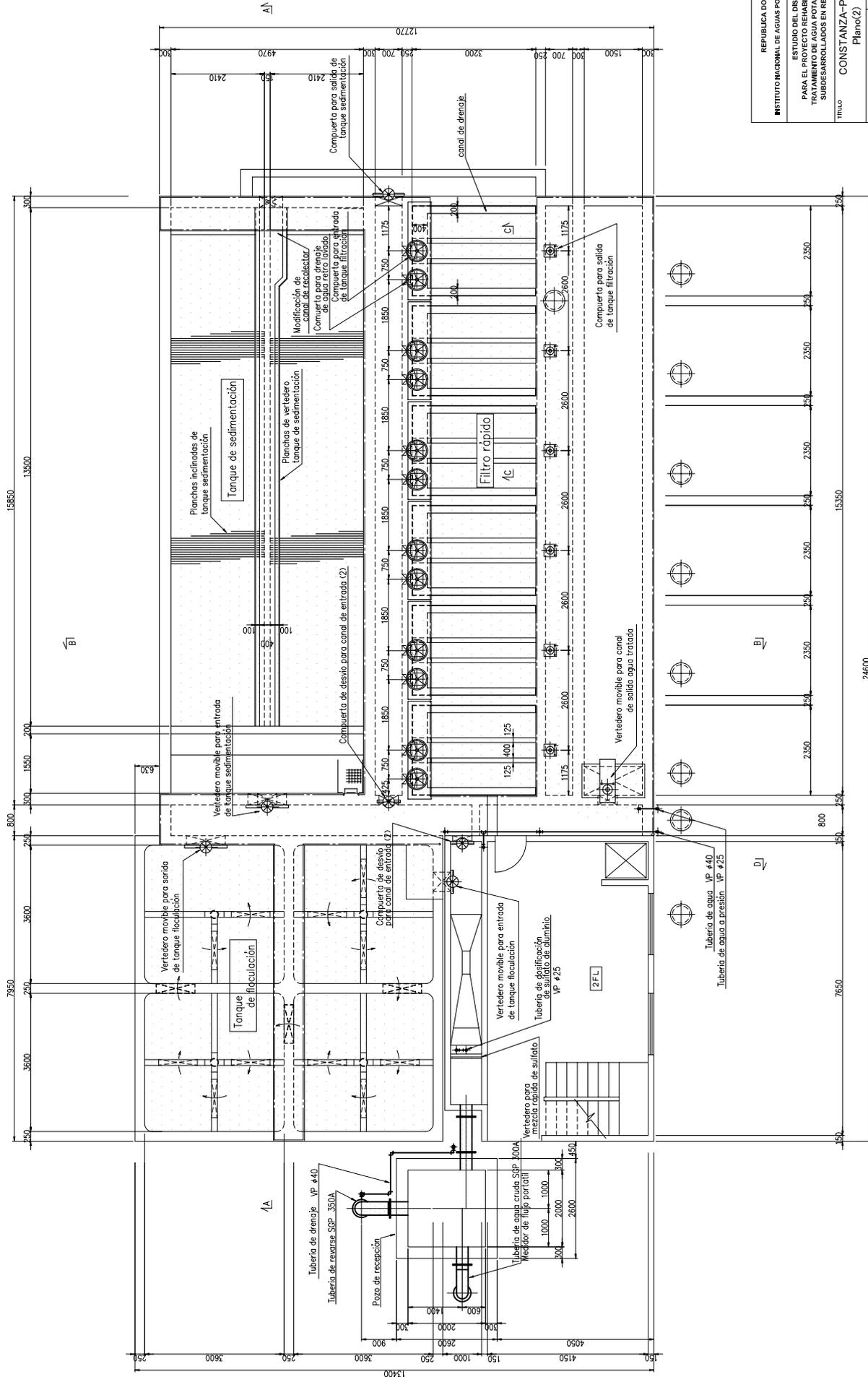




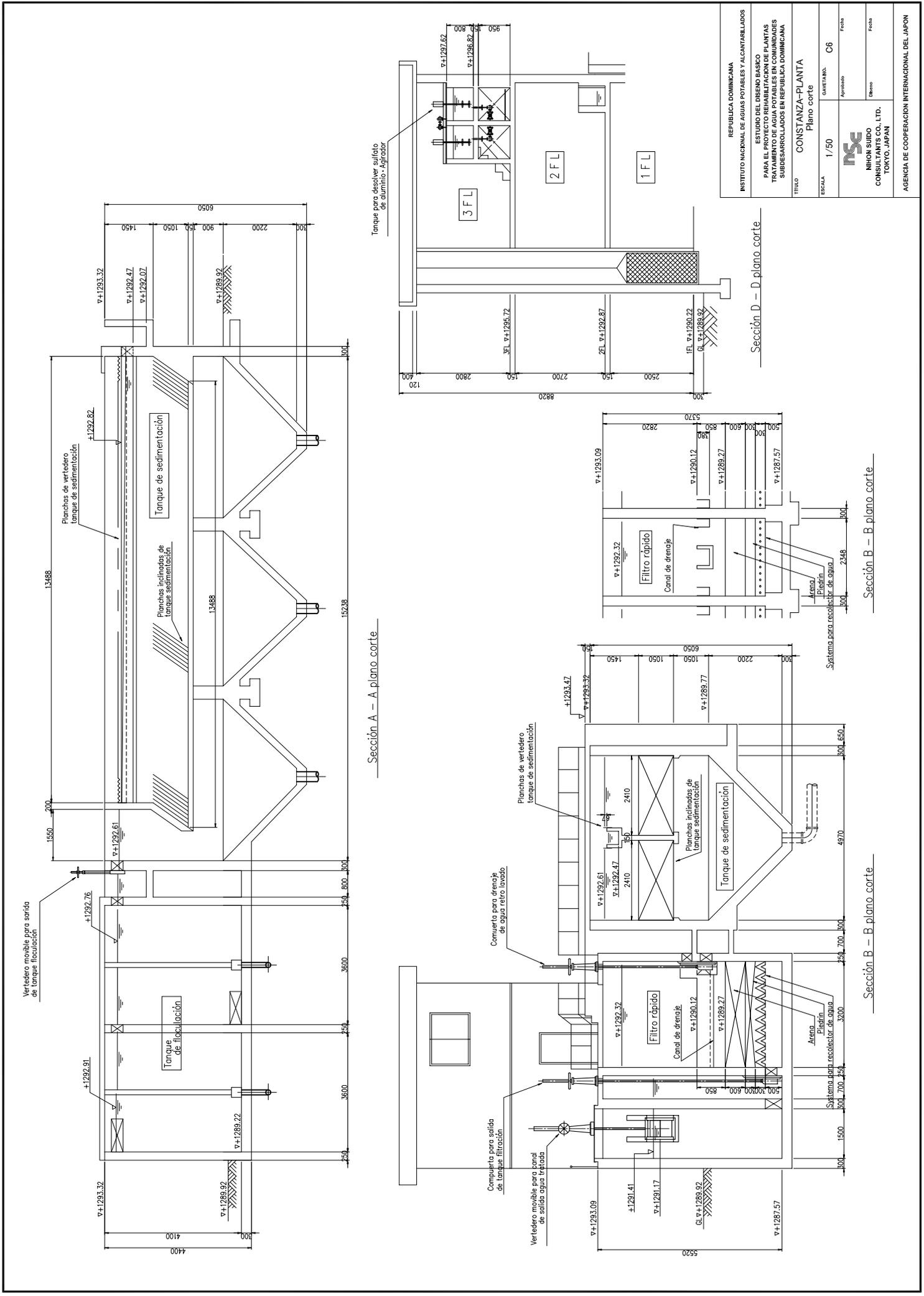
REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO DE LAS OBRAS DE RECONSTRUCCION Y AMPLIACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO	CONSTANZA-PLANTA Diagrama de flujo
ESCALA	NOT
CARTELA NO.	C3
Fecha	Fecha
Fecha	Fecha
Fecha	Fecha
NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



REPUBLICA DOMINICANA INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE PLANTA TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO CONSTANZA-PLANTA Plano(1)	FECHA _____
ESCALA 1/50	CARRERA NO. C4
NISON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	FECHA _____
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BÁSICO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TÍTULO CONSTANZA-PLANTA Plano(2)	
ESCALA 1/50	CARTELA NO. C5
Fecha	Fecha
Diseño	Fecha
 NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



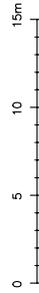
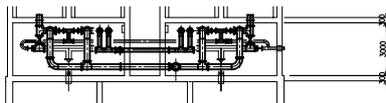
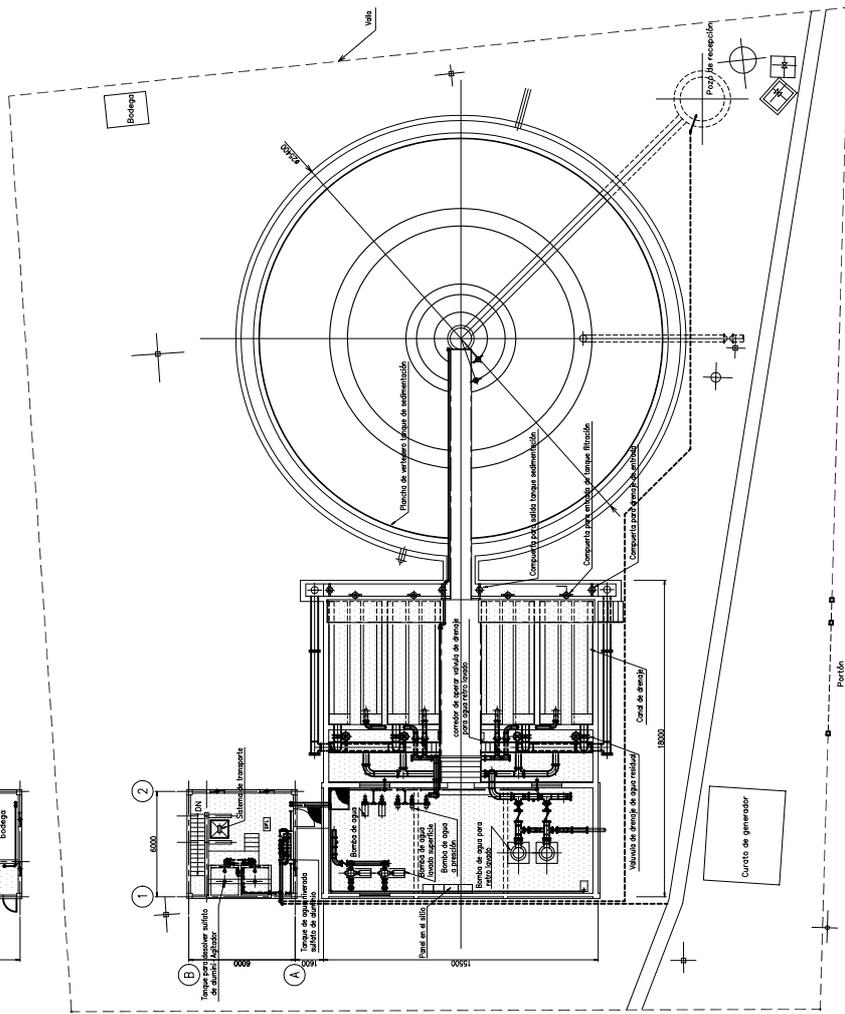
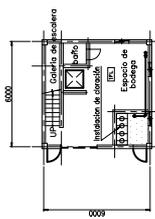
REPUBLICA DOMINICANA INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES EN COMUNITAS SURDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO	CONSTANZA-PLANTA
ESCALA	Plano corte
	CARTELA No. C6 Aprobado Fecha Dibujo Fecha
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	

Sección A - A plano corte

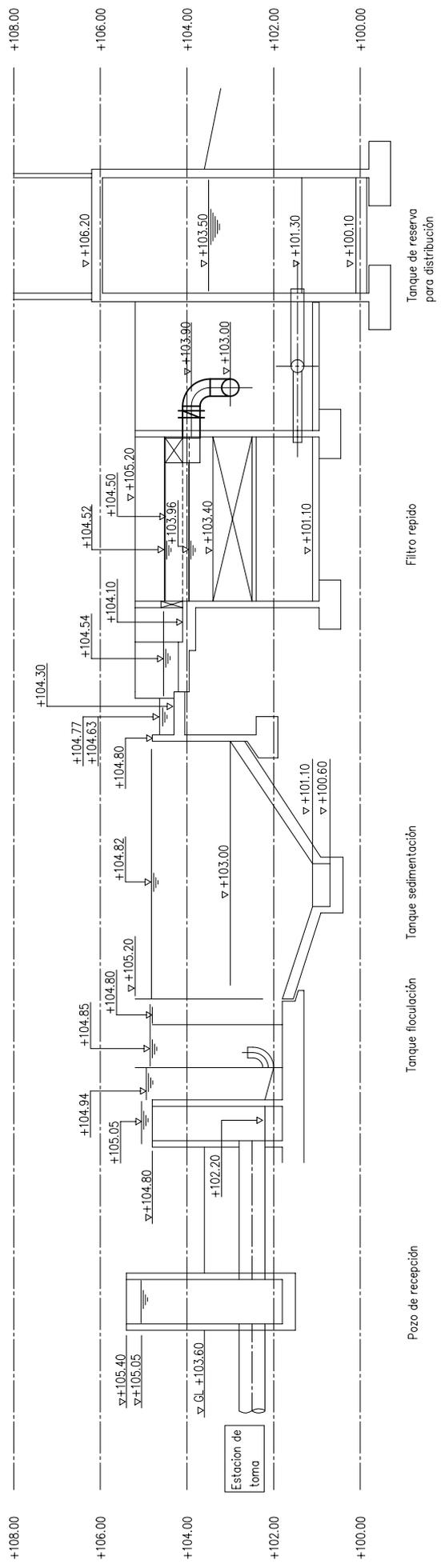
Sección D - D plano corte

Sección B - B plano corte

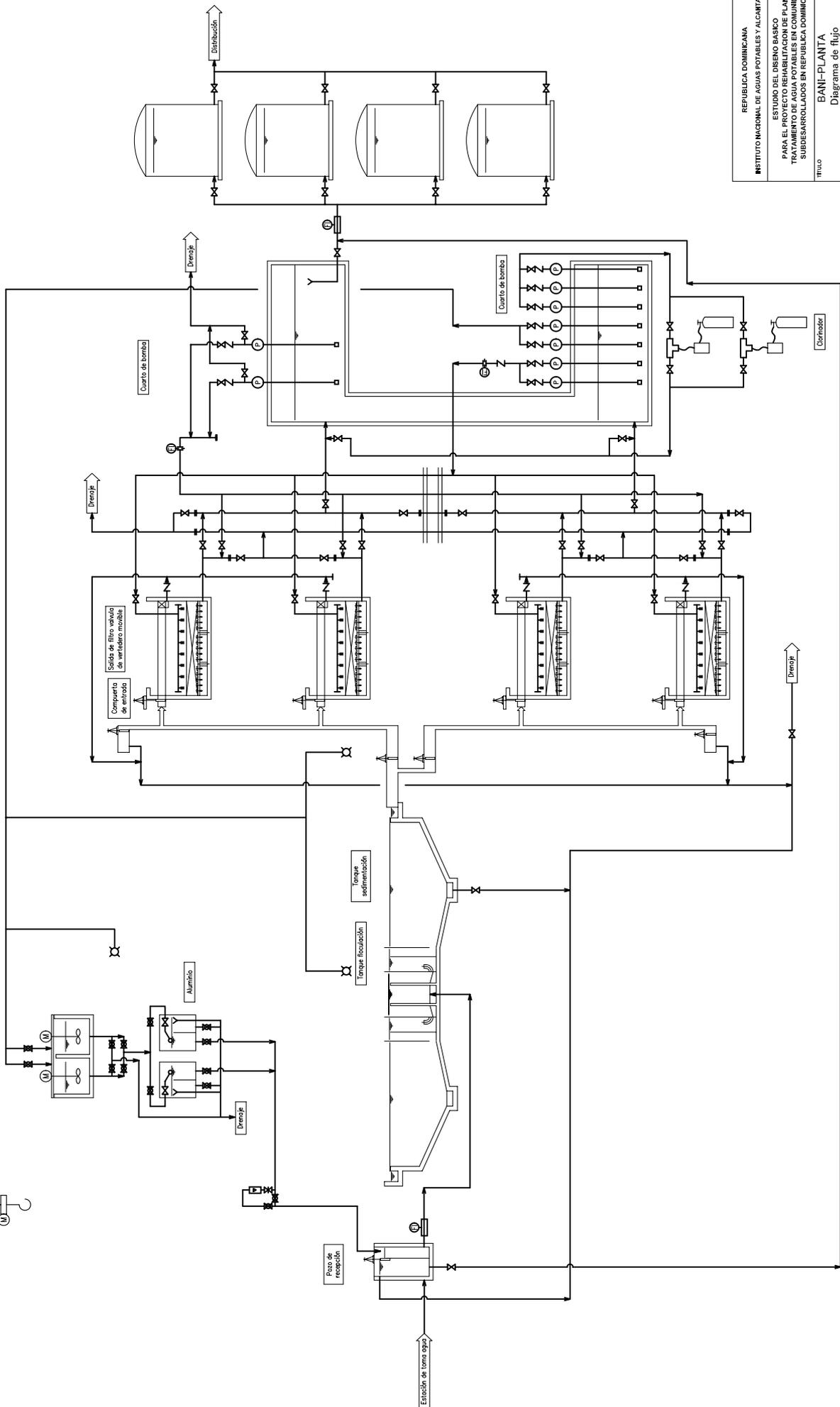
Sección B - B plano corte



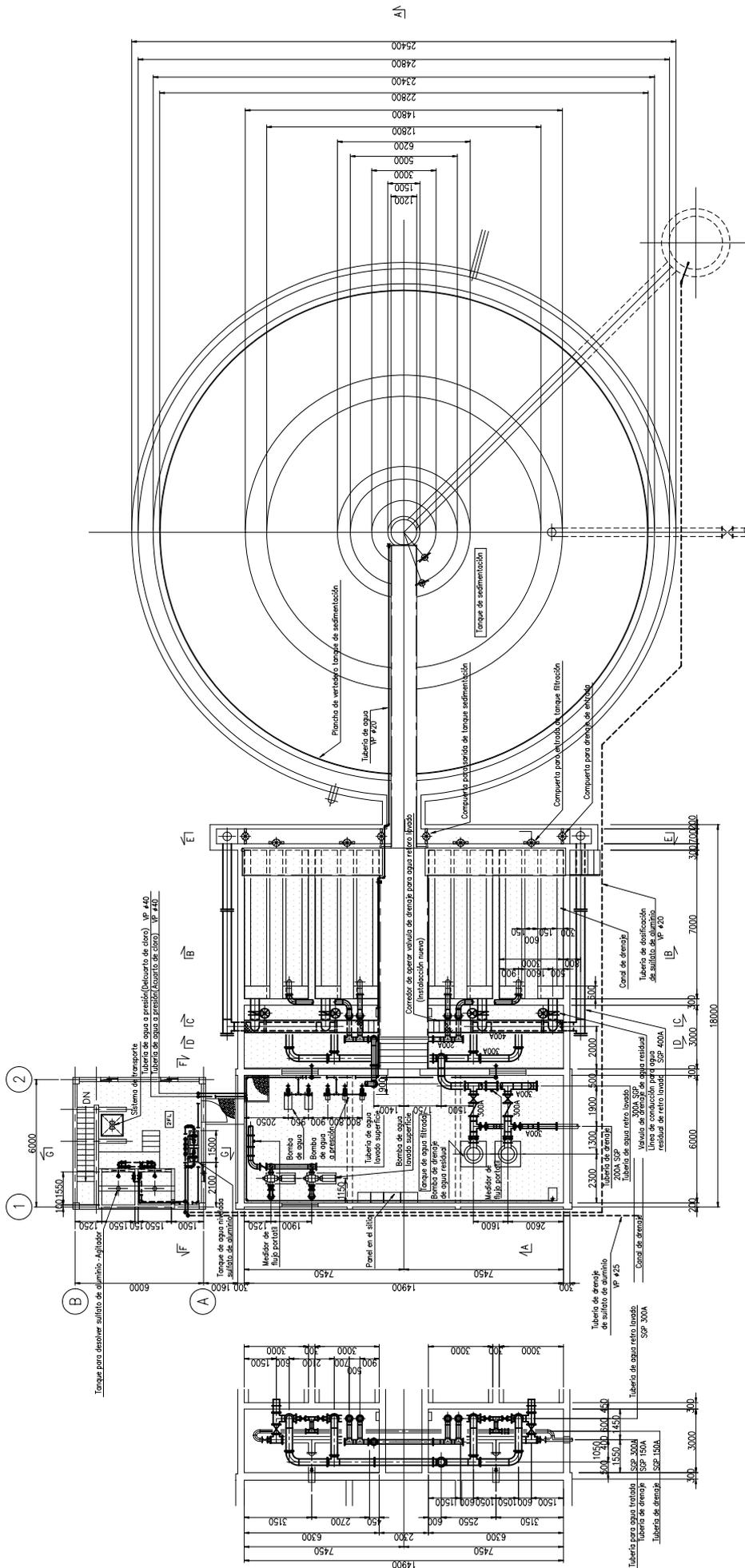
REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO	
PARA EL PROYECTO REHABILITACION DE PLANTAS	
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLES EN COMUNIDADES	
SUBDESARROLLADOS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO	
BANI-PLANTA	
Plan General	
ESCALA	1/150
BOYERIA NO.	BI
Aprobado	Fecha
Diseño	Fecha
NIHOJI SUDO CONSULTANTS CO. LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE REHABILITACION DE PLANTAS TRATAMIENTO DE AGUA POTABLES EN COMUNIDADES SUJESDESARROLLADOS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO BANI-PLANTA	
Figura de nivel de ajustada	
ESCALA	NOT
GAUETA NO.	B2
Aprobado	Fecha
	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO DE LAS ETAPAS DE FLOCULACION, SEDIMENTACION Y TRATAMIENTO DE AGUA POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TITULO	BANI-PLANTA Diagrama de flujo
ESCALA	NOT
GRUPO No.	B3
Aprobado	Fecha
Diseño	Fecha
NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



REPUBLICA DOMINICANA	
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS	
ESTUDIO DEL DISEÑO BÁSICO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES EN COMUNIDADES SUBDESARROLLADAS EN REPUBLICA DOMINICANA	
TÍTULO	BANI-PLANTA Plano (1)
ESCALA	1/100
CONTRATANTE	B4
FECHA	
INGENIERO	
CONTRATISTA	INSC NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	

2-2-4 Plan de ejecución/ adquisición

2-2-4-1 Lineamiento de ejecución/adquisición

(1) Sistema de ejecución de Proyecto

El presente Proyecto será ejecutado se acuerdo con la esquema de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno de Japón, y una vez decidida la ejecución del Proyecto, el gobierno dominicano seleccionará un consultor de construcción y un contratista, ambos sean personas jurídicas japonesas, para la ejecución del Proyecto. La Figura 2-5 muestra el concepto del sistema de ejecución de Proyecto.

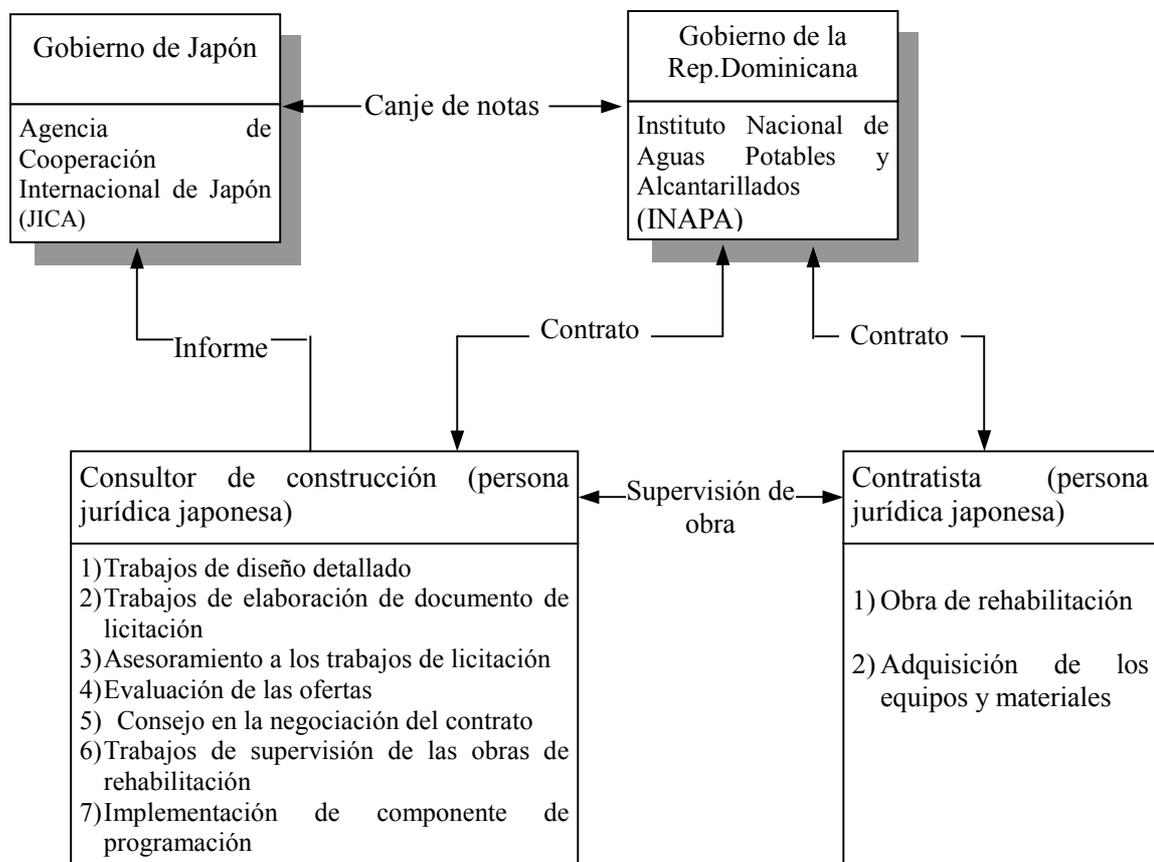


Figura 2-5 Concepto del sistema de ejecución de Proyecto

Organismo ejecutor

El organismo ejecutor del Proyecto es el Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA). Siendo el eje la sección de diseño de plantas del departamento de diseño y supervisión de las instalaciones de tratamiento, se llevará la ejecución del Proyecto de manera regular en coordinación y colaboración con las autoridades concernientes y las oficinas regionales.

Consultor de construcción

Es necesario seleccionar un consultor de construcción que sea persona jurídica japonesa con perfecto

conocimiento y experiencia en el diseño y supervisión de las instalaciones de acueducto para realizar el diseño de ejecución relacionada con la adquisición de equipos y materiales y la rehabilitación a cargo de la parte japonesa y la supervisión de la obra.

Contratista para la ejecución

La adquisición de equipos y materiales y la rehabilitación a cargo de la parte japonesa serán ejecutadas por un contratista, persona jurídica japonesa. La obra consiste en la rehabilitación de las plantas de tratamiento de agua en los 6 lugares dispersos en el país, incluyendo la rehabilitación de las instalaciones civiles, maquinarias y eléctricas en las instalaciones de tratamiento de agua y la ampliación de tanque de distribución de agua, siendo su mayoría obra de instalación de maquinaria. El contratista enviará ingenieros necesarios para las obras de rehabilitación antes mencionadas, adquirirá los equipos y materiales necesarios para la obra y ejecutará la obra de rehabilitación. El contratista, debido a la condición especial en que la obra de rehabilitación sea ejecutada en las plantas en marcha, se selecciona de los que tengan profundo conocimiento y experiencia en el proceso de tratamiento de agua en las plantas, como por ejemplo, fabricantes de plantas de tratamiento de agua.

(2) Necesidad de envío de ingenieros

Las plantas a ser rehabilitadas suministran el agua de acueducto necesaria para la vida de los habitantes locales, por lo que será difícil realizar una obra deteniendo la operación de las mismas durante largo tiempo. Por esta razón, el método de rehabilitación de las principales estructuras como los sedimentadores y filtros, debe ser aplicado básicamente uno por uno. Ante la instalación de las placas inclinadas, viguetillas debajo de los filtros, el corte de tubos en las instalaciones existentes y la colocación de la apertura, será necesario trazar un plan de obras que afecte menos posible a los usuarios de agua por la interrupción de la operación de las plantas.

Para la rehabilitación de las plantas, hay que ajustar integralmente la operación de los mecanismos y equipos eléctricos como un sistema consistente de tratamiento de agua y comprobar que estos funcionan correcta y debidamente. Para este ajuste de prueba de funcionamiento se requieren ingenieros con cabal conocimiento sobre el tratamiento de agua, maquinaria e instalaciones. Por estas razones, se enviarán los siguientes ingenieros expertos japoneses para el ajuste de las placas inclinadas, montaje de las viguetillas y operación de todo el proceso de tratamiento de agua, que son esenciales en la obra de sedimentadores y filtros. El hecho de que los ingenieros japoneses den instrucciones a ingenieros y obreros locales contribuirá al desarrollo de la técnica de construcción de instalaciones de acueducto en el país.

- Instructor de montaje de placas inclinadas
- Instructor de montaje de viguetilla
- Regulador de operación de las instalaciones

(3) Aprovechamiento de constructores locales

Bajo la colaboración de INAPA, se hizo una encuesta a las 8 proveedores principales de INAPA que tiene experiencia en plantas y tanques de INAPA, y de los resultados de la encuesta se juzgó que los técnicos y la mano de obra en el sector de ingeniería civil relacionado con el Proyecto están suficientemente disponibles con un nivel técnico necesario para la obra, por lo que serán adquiridos

localmente.

Los equipos y materiales, una vez analizado detalladamente el contenido de la encuesta realizada a INAPA, se seleccionarán los que sean de buena calidad con la conveniencia de transporte, costo y servicio posventa para determinar los proveedores.

2-2-4-2 Condiciones para la ejecución/adquisición

Las precauciones a ser tomadas para la ejecución de la obra del Proyecto, tal como se mencionó anteriormente, es la necesidad de ejecutar la obra sin interrumpir en lo posible la operación de las plantas. El presente Proyecto tiene muchos lugares que requieren la rehabilitación de todas las instalaciones de tratamiento de agua, tales como el vertedero, mezclador, floculador, sedimentador, filtros e instalaciones de retrolavado, por lo tanto, cada una de las obras debe ser ejecutada lo más rápidamente posible. Para las obras que requieran la interrupción del servicio de agua, será necesario ejecutar una obra provisional. Y, para cuando sea bueno el estado de la calidad de agua cruda, se estudiará un método de filtración directa en que bajo el monitoreo de calidad de agua, se rehabilitarán floculadores y sedimentadores, conduciendo el agua con un tubo by-pass y se tratará el agua sólo en los filtros. Además, la obra de instalaciones eléctricas debe ser ejecutada procurando un cambio sin dificultad del sistema existente al sistema rehabilitado. El plan de ejecución de las obras será elaborado considerando estas precauciones.

Antes de las obras será necesario obtener la comprensión y colaboración de los habitantes sobre el tiempo de interrupción del servicio y la presencia de agua turbia según casos, mediante un aviso a la comunidad.

2-2-4-3 Alcance de la ejecución/adquisición e instalación

En el Proyecto, las obras de rehabilitación y construcción dentro del terreno de las plantas serán a cargo de la parte japonesa. Asimismo, los equipos y materiales tales como las bombas, válvulas y placas inclinadas que se encuentren en operación y sean objeto de la rehabilitación del Proyecto, son indispensables para la operación de las plantas también durante la obra y requieren ser reemplazados, por lo que el costo de dislocación de los mismos será a cargo de la parte japonesa. No obstante, una vez dislocados, el costo de transporte y retiro de los mismos de las plantas será a cargo de la parte dominicana.

La división de la ejecución/adquisición e instalación entre la parte japonesa y la dominicana incluyendo lo arriba mencionado, se muestra en el Cuadro 2-21. Las obras a cargo de la parte dominicana serán detalladas en “**2-3 Obligaciones de las obras a cargo del país receptor**”.

Cuadro 2-21 Contenido de ejecución/adquisición e instalación

Contenido de ejecución/adquisición e instalación	Parte japonesa	Parte dominicana
Rehabilitación y construcción en el terreno de las plantas		
Obra de construcción de tanque de distribución		
Tubería de impulsión y distribución de agua para el tanque (Conexión de planta - tanque nuevo, tanque – tubería existente)		
Instalación de tubos de distribución (partes ampliadas)		
Costo de transporte y retiro, después de dislocados los equipos y materiales		
Equipos y materiales relacionados con las obras a cargo de la parte japonesa		

2-2-4-4 Supervisión de ejecución/adquisición**(1) Plan de supervisión de ejecución**

La compañía consultora de construcción realiza los siguientes trabajos en la supervisión de ejecución:

- 1) Chequeo y aprobación de los planos elaborados por el constructor
- 2) Examen de los principales equipos y materiales antes de la salida de la fábrica
- 3) Administración del proceso de ejecución
- 4) Examen después de terminada la obra
- 5) Examen y prueba de funcionamiento de las instalaciones
- 6) examen de los equipos y materiales adquiridos
- 7) Informe a Japón y la parte dominicana sobre el avance de las obras
- 8) Instrucción técnica para las obras a cargo de la parte dominicana
- 9) Transferencia técnica para la operación, mantenimiento y administración de las instalaciones
- 10) Apoyo a los trámites necesarios a ser realizadas por la parte dominicana para las gestiones de la Cooperación Financiera No Reembolsable.

El Proyecto comprende las obras de rehabilitación de bomba de toma, plantas de tratamiento de agua y casetas de inyección de químicos, construcción de tanque de distribución de agua, instalación de tubería de impulsión y distribución (conexión de planta – tanque, tanque – tubería de distribución existente), etc. Con la finalidad de una supervisión consistente de ejecución durante las obras, se dotará un supervisor permanente a tiempo completo desde el inicio de la obra hasta la prueba de funcionamiento y terminación de la obra y también se enviarán a corto plazo ingenieros especializados descritos en el párrafo 2) en los siguientes campos para que atiendan al contenido de las obras en varios ramos.

1) Supervisor permanente (Gerente)

El supervisor permanente tendrá cabal conocimiento de las obras en general, sobre todo, la calidad del contenido ejecutado y el avance de las obras y dará asesoramiento e instrucciones al contratista. Durante la ejecución, presentará mensualmente un informe general de la obra a la parte dominicana. Los principales trabajos del supervisor permanente son los siguientes:

- Antes del inicio de la ejecución, celebrar una reunión con el INAPA, Consultora y Contratista para confirmar la asignación de las responsabilidades de cada uno, el contenido de las obras y la duración de las mismas.
- Mantener y guardar los documentos de licitación, planos, normas, especificaciones, datos de medición y estudio de suelo, información presentada del contratista.
- Analizar el plan de ejecución, cronograma de trabajos y planos elaborados, y juzgar para dar aprobación mediante propuestas e instrucciones necesarias.
- Examinar los equipos y materiales a ser utilizados en la obra para juzgar su aprobación.
- Supervisar y examinar la obra de la Consultora para juzgar su aprobación.
- Administrar el avance de la obra y dar asesoramientos necesarios.
- Examinar el estado de seguridad de la obra y dar asesoramientos necesarios.
- Convocar reuniones con el cliente, consultora y contratista periódicamente o para los casos necesarios.
- Realizar el examen de terminación de la obra para juzgar su aprobación.
- Examinar el plano de terminación de obra para juzgar su aprobación.
- Asesorar a la parte dominicana en la entrega de la obra terminada.
- Asesorar a las obras a cargo de la parte dominicana.
- Chequear los planos elaborados relacionados con las obras de ingeniería civil tales como las obras de construcción de tanque, caseta de inyección de químico y rehabilitación de las plantas, supervisión de la ejecución, examen de prueba de funcionamiento y dar instrucciones técnicas y asesoramiento.

2) Supervisores puntuales

De acuerdo con el avance del cronograma de ejecución, se enviarán periódicamente ingenieros en las siguientes especialidades. En el momento de la prueba de funcionamiento de las instalaciones terminadas se darán instrucciones técnicas a los encargados de mantenimiento y administración locales.

a. Ingeniero electricista

Chequeo de los planos de fabricación de las instalaciones eléctricas, supervisión de ejecución, examen de prueba de funcionamiento, instrucción y asesoramiento técnico.

2-2-4-5 Plan de control de calidad

El principal contenido de la obra del presente Proyecto es la instalación de equipos y maquinarias de tratamiento en las plantas y lo fundamental es chequear los planos de fabricación de los equipos eléctricos, maquinarias y herramientas, exigir al contratista la presentación de los resultados de pruebas necesarias y según necesidad inspeccionar las fábricas para comprobar que la calidad de los productos cumple suficientemente con el nivel requerido en las especificaciones. Para el transporte e instalación, se comprobará su segura ejecución conforme a las especificaciones de la obra. Una vez

instalados, se hará la prueba de campo. El contenido de la prueba consta en las especificaciones y el contratista realizará la prueba con la presencia del consultor siguiendo las especificaciones. El objetivo definitivo será comprobar que cada instalación y equipo funcionan suficientemente en la operación real del proceso de las plantas de tratamiento de agua dando resultados deseados y que se obtiene de todo el proceso de las plantas una calidad de agua tratada deseada y puede atender al volumen de agua correspondiente a la capacidad de diseño, lo que será la confirmación final.

A la obra de instalación de concreto armado como la construcción de tanque de distribución en Maimón, se le aplicará el método de control descrito en el Cuadro 2-22.

Cuadro 2-22 Método de control de calidad

Clasificación	Tipo	Contenido del control	Método de prueba	Frecuencia	Aplicación
Varillas de acero, material de acero	Material	Que los componentes químicos, características mecánicas, forma, dimensión y peso cumplan la norma JIS.	JISA-3101	En el momento de la solicitud de aprobación de los materiales	Hoja historial de laminación de acero
Concreto mezclado en el lugar de la obra	Material	Medición de contenido de sal en los agregados	Asociación de ingeniería civil o JASS5T-202	En el momento de la solicitud de aprobación de los materiales	
	Ejecución	Mezcla de prueba	Cada planta	Antes del inicio de la obra y del cambio de materiales	Determinar la proporción de volumen
		Prueba de trabajabilidad	JISA-1101	Cada día que se instale el concreto.	
		Prueba de contenido de aire	JISA-1116	Cada día que se instale el concreto.	
		Prueba de compresión	JISA-1108	Base, pared, losa	Se administran los datos mediante el cuadro de administración X-Rs-Rm

Una vez terminada la obra, se realiza prueba de permeabilidad para asegurar la impermeabilidad.

2-2-4-6 Plan de adquisición de equipos y materiales

Los equipos y materiales en principio serán adquiridos en el país o en Japón, pero se estudiaron las posibilidades de la adquisición en los terceros países. Los orígenes de adquisición serán determinados considerando las siguientes condiciones.

- Que la calidad de los equipos y materiales cumplan los requisitos,
- Que sea adquirible la calidad y el volumen de suministro en el mercado dominicano,
- Que sea fácil la reparación y mantenimiento teniendo en cuenta el suministro de piezas de repuesto,
- Precio razonable, y
- Servicio de posventa seguro

La adquisición de los equipos y materiales será a cargo de contratista bajo la supervisión de la consultora de construcción. Para la adquisición de los mismos, debe tener en cuenta los siguientes puntos.

(1) Adquisición local

Para facilitar el mantenimiento y administración después de terminadas las instalaciones, los equipos y materiales a ser empleados en la obra deben ser adquiridos en lo posible localmente. En este caso, es necesario hacer pedidos con la suficiente conocimiento sobre la capacidad de suministro para no afectar el cronograma de ejecución. Según los resultados del 2º estudio, los materiales de obra necesarios para el Proyecto (cemento, tubos, armadura, encofrado, andamio, soportes, materiales de acero, etc.) son todos disponibles en el país, con una calidad necesaria.

Por tanto, los materiales de obra serán adquiridos localmente. El precio unitario será adoptado el precio unitario más bajo de los presupuestos de 3 proveedores locales.

Las maquinarias de obra también son disponibles en el país y serán adquiridos localmente.

Las principales maquinarias de obra en el país están concentradas en Santo Domingo, capital, y Santiago, por lo que la adquisición de las mismas se hará de las dos ciudades.

Santo Domingo: Maimón, Baní, Piedra Blanca y Sánchez

Santiago: Constanza y Jarabacoa

(2) Adquisición por la importación

Los equipos y materiales que tengan problema de calidad y la cantidad de suministro sea insuficiente en el país, serán adquiridos de Japón o terceros países. En este caso, el contratista debe ponerse en contacto con la institución ejecutora del Proyecto de la parte dominicana sobre la importación y el despacho aduanero para que los trámites avancen regularmente.

Al comparar el costo unitario de los productos importados incluyendo el embalaje, transporte, seguro, etc., si el costo unitario es más bajo o presenta poca diferencia, los productos locales serán utilizados preferentemente.

Según el estudio arriba mencionado, los países de origen de adquisición de los principales equipos y materiales a ser utilizados en la obra de construcción se muestran en el Cuadro 2-23.

Respecto al material de tubos, se puede adquirir PVC localmente y como no tiene problema de calidad ni cantidad de suministro y el costo es barato, será adquirido localmente. Para las placas inclinadas y el equipo de bomba, después de analizar la adquisición de Japón y de terceros países, considerando el precio, diseño y resultados de la aplicación, se decidió la adquisición de Japón. Respecto a la vigueta debajo de filtros, debido a que es la parte más importante de las funciones de filtros, será adoptado un producto japonés. Los dosificadores de químico, teniendo en cuenta el precio, serán adquiridos de Japón y terceros países. Para las instalaciones eléctricas, debido a que la capacidad de producción local es baja, serán adoptados productos japoneses por la seguridad del tiempo de entrega.

Cuadro 2-23 División de adquisición de equipos y materiales de obra (1/2)

Nombre de equipo o material	Origen de adquisición	Razón de selección del origen de adquisición	
1. Materiales de obra			
(1)	Materiales de concreto	Local	Como son disponibles localmente, serán adoptados.
(2)	Armadura	Local	Como son disponibles localmente, serán adoptados.
(3)	Encofrado	Local	Como son disponibles localmente, serán adoptados.
(4)	Material de acero	Local	Como son disponibles localmente, serán adoptados.
2. Material de tubos			
(1)	Tubo de PVC	Local	Como son disponibles localmente, serán adoptados.
(2)	Tubo de acero (pequeño diámetro)	Local	Como son disponibles localmente, serán adoptados.
(3)	Tubo de acero (diámetro grande)	Local	Como son disponibles localmente, serán adoptados.
(4)	Válvulas	Japón	Aunque están fabricadas localmente, por la calidad serán adquiridos los productos japoneses.
(5)	Compuertas (canal: acero)	Local	Como son disponibles localmente, serán adoptados.
(6)	Compuertas (filtros: FC)	Japón	No se encuentran circulando en el mercado local y serán adquiridas de Japón por no presentar fugas y ser resistentes por largo tiempo y para atender al cronograma corto.
3. Instalaciones mecánicas de tratamiento de agua			
(1)	Placas de retención (floculadores)	Japón	No se encuentran circulando en el mercado local y serán adquiridas de Japón por ser resistentes por largo tiempo y para atender al cronograma corto.
(2)	Placas inclinadas (sedimentadores)	Japón	Para las placas inclinadas se requieren la precisión de elaboración y montaje y la resistencia debido a la estructura en que se cuelgan las placas inclinadas de PVC desde el marco de armazón de hierro. Además son productos diseñados y hechos a medida de acuerdo con las dimensiones de los sedimentadores correspondientes y se requiere cierto tiempo para la entrega. En la presente obra se necesita en un corto plazo desde el diseño, fabricación hasta la instalación, serán adoptados productos japoneses por su ventaja en la administración como el diseño, calidad y proceso de fabricación.
(3)	Viguetilla (tipo TP)	Japón	Las viguetillas ejerce gran influencia sobre la pérdida de carga hidrostática de retrolavado, y serán adoptados productos japoneses por su alta precisión y la ventaja en la administración como el diseño, calidad y proceso de fabricación.
(4)	Viguetilla (tipo tobera)	Japón	Las viguetillas ejerce gran influencia sobre la pérdida de carga hidrostática de retrolavado, y serán adoptados productos japoneses por su alta precisión y la ventaja en la administración como el diseño, calidad y proceso de fabricación.
(5)	Arena filtrante	Local	Como es disponible localmente, será adoptada.
(6)	Grava filtrante	Local	Como es disponible localmente, será adoptada.

Cuadro 2-23 División de adquisición de equipos y materiales de obra (2/2)

Nombre de equipo o material		Origen de adquisición	Razón de selección del origen de adquisición
(7)	Bomba de toma	Japón	Por no estar circulando en el mercado local y para asegurar la resistencia y la confiabilidad de las instalaciones de tratamiento de agua.
(8)	Otras bombas	Japón	Por la conveniencia del mantenimiento y administración, serán del mismo fabricante de la bomba de toma.
(9)	Equipo de lavado superficial	Japón	Se adoptará el tubo de acero inoxidable para prevenir el desgaste del tubo de lavado superficial producido por el movimiento de arena en el momento del retrolavado, pero este tubo no está circulando en el mercado local. Si se importa el material y se elabora localmente, hay posibilidad de que la precisión de elaboración sea deficiente como el ángulo de instalación de tobera. Además, el lazo de ejecución es corto. Por consiguiente, serán adoptados productos japoneses que satisfagan estas condiciones.
4. Equipo de inyección de químico			
(1)	Dosificador de sulfato de aluminio	Japón	No está circulando en el mercado local. El dosificador de sulfato de aluminio es uno de los equipos más importantes para la floculación y sedimentación, por tanto, será adoptado equipos de alta confiabilidad. Por el presente, será adquirido de Japón.
(2)	Mezclador de sulfato de aluminio	Japón	Aunque está fabricado localmente, por su calidad será adquirido de Japón.
(3)	Dosificador de cloro	Local	Como son disponibles localmente, serán adoptados.
5. Instalaciones eléctricas			
(1)	Generador eléctrico	Local	Se requiere poca capacidad y puede adquirirse localmente.
(2)	Panel de operación, panel de control	Japón	Por la baja capacidad de producción local y para asegurar la confiabilidad de las instalaciones de tratamiento de agua.
(3)	Cables	Japón	Por no estar circulando cables de multi-conductor en el mercado local y para asegurar la confiabilidad de las instalaciones de tratamiento de agua utilizando cables de cierta calidad.
6. Otros			
(1)	Bloques de cadena eléctrica	Japón	Aunque están fabricados localmente, por su calidad serán adquiridos de Japón.
7. Equipos a ser adquiridos			
(1)	Equipo de análisis de calidad de agua Medidores de turbiedad, pH y cloro residual	Japón	Por no estar disponible en el mercado local y para asegurar la confiabilidad de los valores medidos, serán importados.
(2)	Absorciómetro atómico para el laboratorio central	Japón	Por no estar disponible en el mercado local y para asegurar la confiabilidad de los valores medidos, será importado.
(3)	Medidor de caudal	Japón	Por no estar disponible en el mercado local y para asegurar la confiabilidad de los valores medidos, será importado.
(4)	Vehículos de mantenimiento y administración	Japón	Porque no hay producción local y aunque circulan en el mercado local, el precio incluye el impuesto de importación muy alto, serán importados.

(3) Plan de transporte

1. Los productos adquiridos en Japón serán transportados por mar desde el puerto de Yokohama hasta el puerto de Río Haina, cerca de Santo Domingo y luego del despacho aduanero serán transportados vía terrestre a cada lugar previsto para la obra.
2. Los productos adquiridos en terceros países serán transportados por mar desde cada tercer país hasta el puerto de Río Haina y luego del despacho aduanero serán transportados vía terrestre a cada lugar previsto para la obra.
3. La ruta de transporte es el siguiente:

Japón Santo Domingo Cada lugar

Terceros países Santo Domingo Cada lugar

2-2-4-7 Cronograma de ejecución

El cronograma de ejecución del Proyecto será dividido en dos etapas por la cuestión de plazo. La ubicación relativa de cada lugar se muestra en la Figura 2-6.

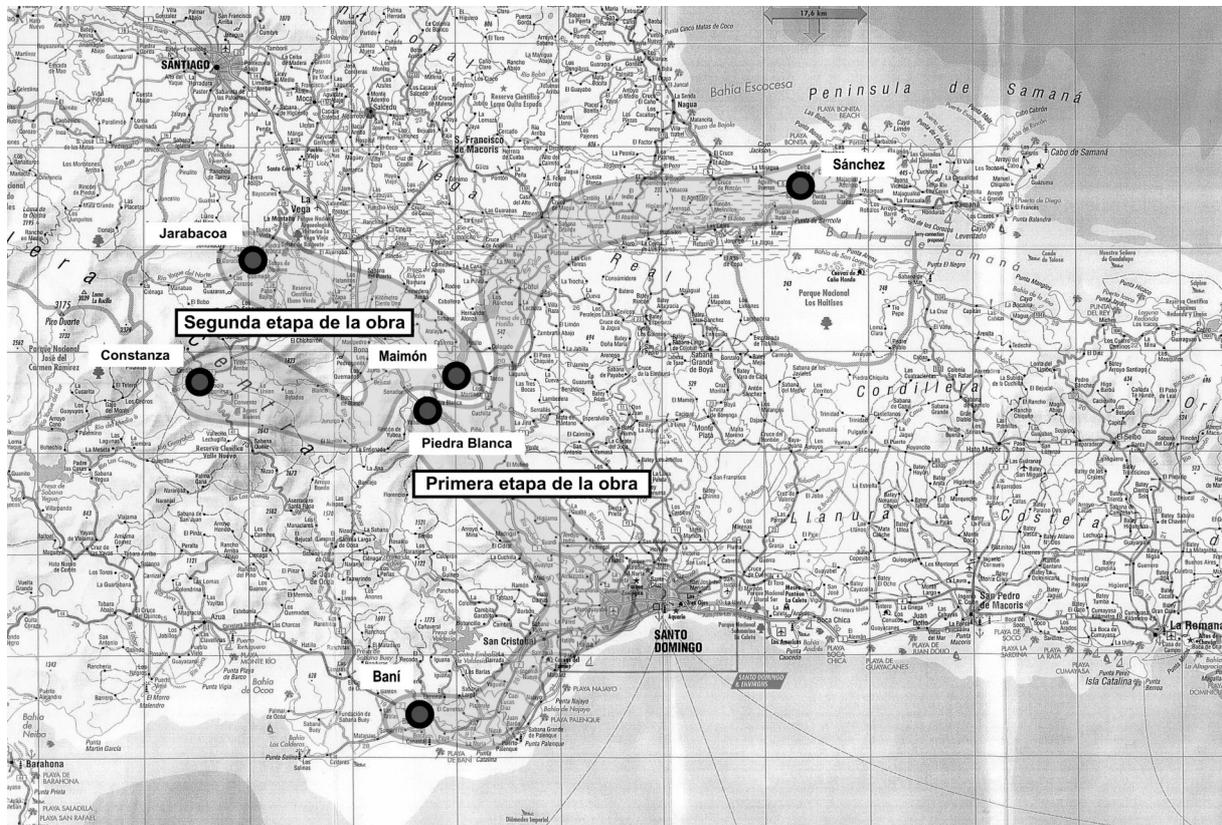


Figura 2-6 La ubicación relativa de cada lugar y etapas de la obra

En la 1ª etapa se ejecutará la obra de rehabilitación de las plantas de Sánchez, Piedra Blanca y Baní. El diseño de ejecución requiere 3,5 meses, la adquisición y ejecución, 7,0 meses, y prueba de funcionamiento y examen de ejecución, 1,0 mes (1 mes superpuesto al plazo de ejecución), para un total de 11,5 meses.

En la 2ª etapa se ejecutará la obra de rehabilitación de las plantas de Jarabacoa, Maimón y Constanza y de construcción de 1 tanque de distribución de agua en Maimón. El diseño de ejecución requiere 3,5 meses, la adquisición y ejecución, 10,5 meses, y prueba de funcionamiento, 1,0 mes, para un total de 15,0 meses.

En cronograma de ejecución se muestra en la Figura 2-7.

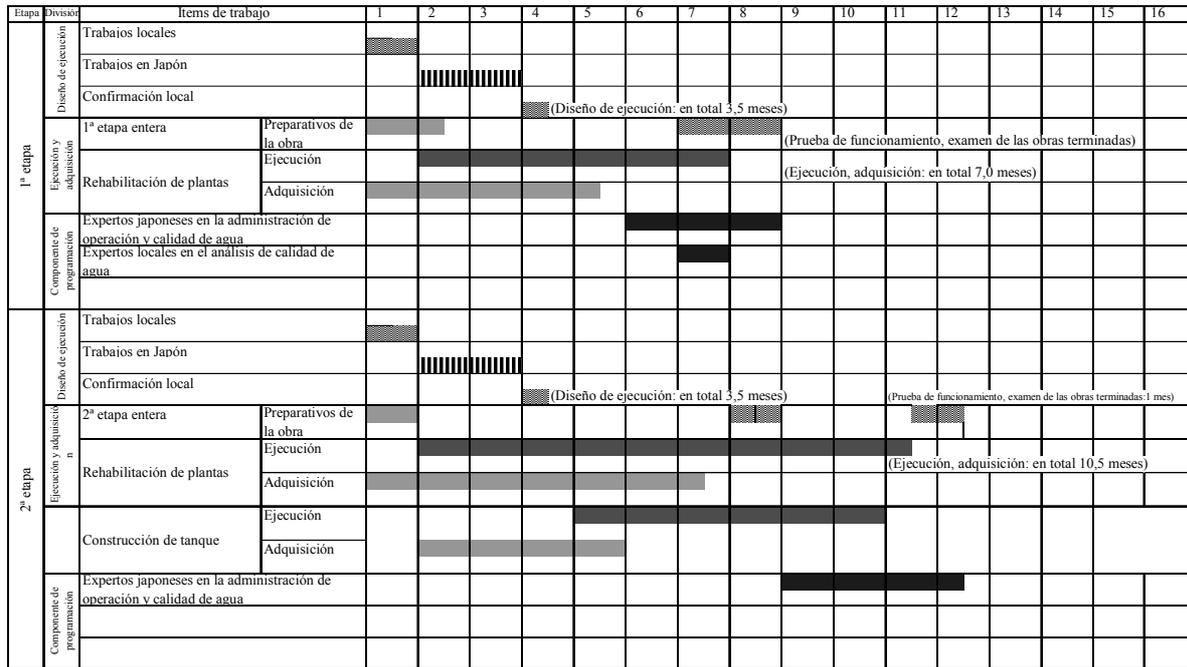


Figura 2-7 Cronograma de ejecución

2-3 Obligaciones de las obras a cargo del país receptor

2-3-1 Adquisición de terreno

Debe adquirirse un terreno para la construcción de un tanque de distribución de agua al lado de la planta de tratamiento de agua de Maimón. La extensión requerida son 780 m².

2-3-2 Retiro, disposición y reciclaje de equipos existentes

En principio, será a cargo del país receptor el retiro, disposición y reciclaje de los equipos existentes objeto de la rehabilitación de las instalaciones de planta de tratamiento de agua existentes. Sin embargo, debido a que el objeto de la rehabilitación son las instalaciones actualmente en operación, la dislocación de las válvulas, bombas, placas inclinadas, materiales filtrantes, viguetillas y el transporte de los mismos hasta determinados lugares dentro del terreno de las plantas serán a cargo de la parte japonesa. A partir de estos lugares, el retiro y la disposición de los mismos corresponden a la parte dominicana.

2-3-3 Ampliación del laboratorio central e implementación del monitoreo de calidad de agua cruda

Con el fin de reforzar las funciones del laboratorio central se adquirirá un absorciómetro atómico. La parte dominicana asegurará un espacio para la instalación del equipo y aparato de escape (conductos de escape) necesario para el equipo, asimismo instalará los conductos de escape. Para el manejo del absorciómetro atómico se requiere un analista capacitado, por lo que INAPA seleccionará un encargado permanente.

INAPA, una vez instalado el absorciómetro atómico, implementará periódica y continuamente el análisis de la concentración de níquel en el agua cruda de la fuente de Maimón, que es uno de los lugares objeto. En paralelo al componente de programación a ser introducido, continuará el monitoreo para evaluar la necesidad y la metodología del control de captación de agua.

2-3-4 Otros

Además de las obras a cargo del país receptor, arriba mencionadas, es necesario ejecutar las siguientes gestiones generales por la parte dominicana.

- Dotación de energía eléctrica, suministro de agua, instalaciones de desagüe necesarios para la obra.
- Explicación y notificación a los habitantes sobre la influencia derivada de la obra.
- Exoneración de los derechos aduaneros e impuestos internos (ITBIS) para la importación de los equipos y materiales relacionados con el Proyecto.
- Trámites para el ingreso de los equipos y materiales en el país y el pago de sus expensas.
- Proporcionar a los nacionales japoneses relacionados con el Proyecto las facilidades de entrada, salida y permanencia en el país.
- El uso, mantenimiento y administración apropiado y eficiente de las instalaciones, equipos y materiales instalados, construidos y donados por el Proyecto.

2-3-5 Costo a cargo de la República Dominicana

Costo a cargo de la República Dominicana	RD\$ 340.000 (2,6 millones de yenes)
<hr/>	
1) Adquisición de terreno	RD\$150.000 (1,1 millones de yenes)
2) Costo de retiro y transporte de equipos y materiales (desde las plantas)	RD\$140.000 (1,1 millones de yenes)
3) Instalación de conductos (de escape) en el laboratorio central para el absorciómetro atómico	RD\$ 50.000 (0,4 millones de yenes)

2-4 Plan de operación, mantenimiento y administración del Proyecto

2-4-1 Creación de unidad de seguimiento

La INAPA central y las oficinas zonales tienen funciones de dar instrucciones y supervisión técnica, pero básicamente actúan de acuerdo con las solicitudes de las oficinas municipales situadas en el extremo. Las oficinas municipales son las que atienden a la operación, mantenimiento y administración rutinario y cuando se produzca un problema en el mantenimiento y administración y no pueda ser solucionado por la oficina municipal correspondiente, la oficina provincial, oficina zonal u oficina subzonal que tiene ingenieros la ayuda. Sin embargo, los papeles que desempeñan estas oficinas y las responsabilidades de las mismas no están bien definidos y debido a que la comunicación de los problemas, movilización de ingenieros y transporte de los equipos y materiales necesarios no se pueden realizar de manera adecuada según las circunstancias, el mecanismo no está funcionando suficientemente.

De los 6 lugares objeto del Proyecto, la oficina de Baní es una oficina municipal que cuenta con ingenieros y es capaz de dar atención técnica por sí sola, por lo que se está dando un mantenimiento y administración más adecuado que los demás lugares. Teniendo en cuenta este hecho, se puede juzgar que será necesario para después del Proyecto un sistema que permita la visita frecuente de ingenieros a cada oficina municipal para dar instrucciones y la ejecución de mantenimiento y administración periódico, además de la administración cotidiana. Con la finalidad de reforzar los puntos débiles del actual sistema de administración y mantenimiento y mejorar el nivel técnico de cada oficina municipal, se comprobó en las deliberaciones con INAPA que la unidad especializada en la administración y mantenimiento para cada lugar objeto, como nuevo organismo después de la ejecución del Proyecto, tendrá el siguiente organigrama mostrado en la Figura 2-8.

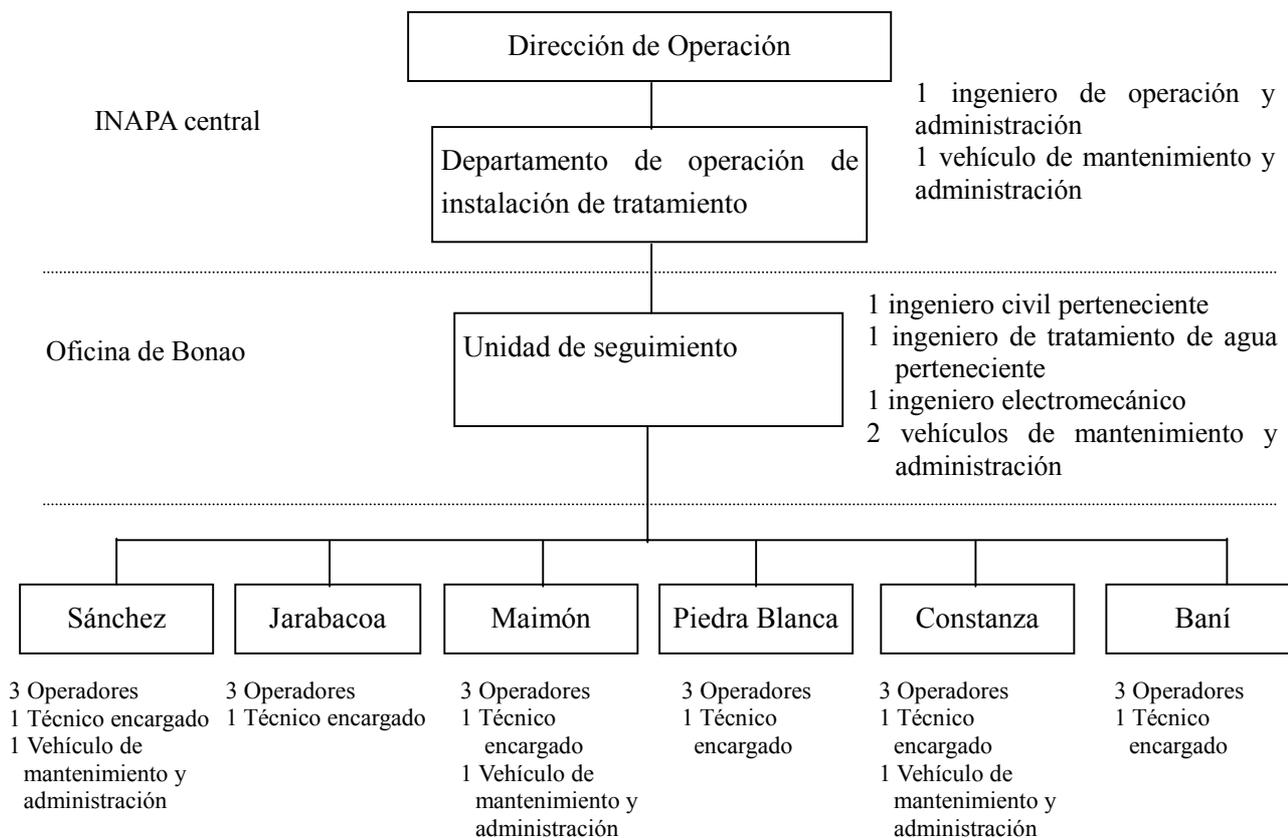


Figura 2-8 Unidad de seguimiento para el mantenimiento y administración

Respecto a la composición del personal que no sea ingenieros, según oficinas hay demasiado número de personal administrativo, pero considerando que esto debe también a la situación social del país y que se espera el crecimiento de la tasa de recaudación después de la mejora del suministro de agua por la rehabilitación, se mantendrá como ahora.

2-4-2 Refuerzo de la técnica de administración y mantenimiento

Para la administración y mantenimiento, tal como se mencionó anteriormente, aprovechando en principio el actual sistema de organización se creará una unidad de seguimiento que lo apoye lateralmente para que se constituya un sistema que atienda rápidamente a los problemas técnicos. Por otra parte, para que este sistema funcione eficientemente será necesario mejorar la capacidad técnica de los operadores de cada oficina municipal y los ingenieros a nivel central y regional. En la ejecución del presente Proyecto objeto de cooperación se incorporará el componente de programación para clarificar la asignación de las funciones de los ingenieros y los operadores de cada oficina municipal, encargados de trabajos cotidianos, preparar manuales de administración que permitan atender a los problemas de mantenimiento y administración de manera sistemático, dar capacitación técnica e instrucciones educativas como la elaboración de registro de operación.

2-4-3 Dotación de vehículos para el mantenimiento y administración

Los 5 lugares excepto Baní, actualmente no disponen de vehículos y cuando se produzcan fugas, acuden a los lugares de fugas a pie o haciendo autostop para realizar las reparaciones. El estado de posesión de vehículos, tal como se muestra en el Cuadro 2-24, son tan deficientes en número que dificultan hasta el transporte de equipos y materiales, ingenieros y obreros necesarios para el mantenimiento, administración y reparación de las instalaciones, por lo que se requiere la dotación de vehículos para un mantenimiento y administración adecuado según las circunstancias.

Para mejorar el mantenimiento y administración de las plantas rehabilitadas y la tubería de distribución, se dotarán de vehículos para el mantenimiento y administración en los 5 lugares excepto Baní. El tipo de vehículo ser donados en el Proyecto será una camioneta pick up (4 plazas y 4x4) que pueda atender varios trabajos como el transporte de materiales.

Cuadro 2-24 Posesión de vehículos y donación de equipo en cada lugar

No.	Nombre de lugar	No. de vehículos de propiedad existente				Donación de equipo (camioneta pick up)
		Camión cisterna	Pick up	Camión	Motocicleta	
1	Sánchez	-	-	-	-	1
2	Jarabacoa	-	-	-	1	1
3	Maimón	-	-	-	-	1
4	Piedra Blanca	-	-	-	-	1
5	Constanza	-	-	-	-	1
6	Baní	1	2	-	5	0

Se hará la donación de camioneta pick up (4x4) como vehículo necesario para el mantenimiento y administración.

2-4-4 Costo de operación, mantenimiento y administración

Se analizará la relación entre los gastos (combustible, productos químicos y personal) y los ingresos (tarifas recaudadas) en los lugares objeto del Proyecto.

(1) Tarifas de agua

INAPA es una entidad estatal y se encarga de administrar y operar las instalaciones de acueducto del país exceptuando grandes ciudades como Santo Domingo.

Como se muestra en el Cuadro 2-25, las tarifas están definidas para cada usuario según categoría del uso, como domiciliario, comercial, industrial y hotelería, y además con el número de llaves en cada categoría. Es un expediente recurrido por la imposibilidad de aplicar el sistema de tarifas específicas debido a la ausencia de medidores de agua.

INAPA, con la intención de aumentar el ingreso de recaudación, reajustó las tarifas de agua en enero de 2001. El Cuadro 2-26 muestra el porcentaje de aumento de ingreso después del reajuste de las tarifas. En todos los lugares se observa el aumento de recaudación después del reajuste de las tarifas, como fruto de los esfuerzos de INAPA para la recaudación.

Cuadro 2-25 Tarifas de agua

Uso	Código	No. de llaves	Fianza de inscripción (RD\$)	Fianza de re inscripción (RD\$)	Cuota fija			Garantía (RD\$)	Tarifas excedentes (RD\$/m3)
					Volumen base m3	Zona urbana (RD\$)	Zona rural (RD\$)		
Domiciliario general	R1	1 ~ 2	50,00	50,00	10,00	25,00	25,00	50,00	1,00
	R2	3 ~ 4	70,00	70,00	13,00	50,00	27,00	100,00	1,25
	R3	5 ~ 7	100,00	100,00	16,00	125,00	30,00	250,00	1,50
	R4	8 ~ 10	150,00	150,00	20,00	200,00	45,00	400,00	2,25
	R4*	10 <	150,00	150,00	20,00			400,00	
R4* : Por cada llave adicional se recauda la tarifa adicional de RD\$ 2,50. Tarifas de : Un 30% del monto facturado de agua potable, pero no se aplica a la zona alcantarillado rural.									
Comercial	C1	1 3	175,00	150,00	18,00	165,00		330,00	3,50
	C2	4 7	250,00	175,00	23,00	285,00		570,00	4,50
	C3	> 8	300,00	200,00	28,00	390,00		780,00	5,50
	C3*	8 <	300,00	200,00	28,00			780,00	
C3* : Por cada llave adicional se recauda la tarifa adicional de RD\$ 10,00 Tarifas de alcantarillado: Un 50% del monto facturado de agua potable.									
Industrial	I1	> 8	300,00	275,00	40,00	645,00		1,290,00	6,00
	I2	8 <	400,00	300,00	55,00	1,035,00		2,070,00	7,00
I2 : Por cada llave adicional se recauda la tarifa adicional de RD\$ 10,00. Tarifas de alcantarillado: Un 50% del monto facturado de agua potable.									
Hotelería	H1	> 8			65,00	1,470,00		2,940,00	6,00
	H2	8 <			600,00	14,940,00		29,880,00	7,00
H2 : Por cada llave adicional se recauda la tarifa adicional de RD\$ 10,00. Tarifas de alcantarillado: Un 50% del monto facturado de agua potable.									

Cuadro 2-26 Comparación de la recaudación de tarifas de agua (Total entre enero y marzo: 2001/2000)

Unidad: RD\$/m3

No.	Nombre del lugar	2000	2001	2001/2000
1	Sánchez	127.861	192.248	1,50
2	Jarabacoa	542.214	834.592	1,54
3	Maimón	87.400	115.381	1,32
4	Piedra Blanca	76.900	109.624	1,43
5	Constanza	267.372	294.367	1,10
6	Baní	2.123.835	2.462.237	1,16
	Total	3.225.582	4.008.449	1,24

El Cuadro 2-27 muestra el porcentaje real de recaudación de tarifas de agua en 2000 en cada lugar y el monto recaudado mensual en mayo de 2001 y el monto recaudado mensual por hogar contratado.

Cuadro 2-27 Porcentaje real de recaudación de tarifas de agua y monto recaudado mensual por hogar

Lugar	Porcentaje de recaudación de tarifas de agua en 2000 %	Monto recaudado mensual Mayo de 2001 RD\$	No. de contratos	Monto recaudado mensual por hogar contratado RD\$
Sánchez	59%	142.151	1.966	123
Jarabacoa	74%	260.705	3.142	112
Maimón	48%	19.045	1.088	36
Piedra Blanca	66%	28.070	1.019	42
Constanza	68%	91.012	2.667	50
Baní	117%	675.712	4.851	119
Valor promedio	72%	202.783	----	80

Nota) Si el porcentaje de recaudación en Baní sobrepasa al 100%, es por haber recaudado las moras del pasado.

Entre los lugares existe diferencia en el porcentaje real de recaudación y el monto recaudado por hogar y en aquellos lugares donde frecuentan problemas de la planta como la suspensión de suministro de agua, baja la intención de pago por parte de los usuarios y también el monto recaudado. El monto recaudado mensual promedio por hogar contratado son RD\$80.

(2) Costo de mantenimiento y administración

El cálculo estimado del costo de mantenimiento y administración está basado en las siguientes condiciones:

- a. Gastos personales: Se calcula adoptando el actual sueldo promedio de RD\$ 8.000. El costo unitario de cloro y sulfato de aluminio son los precios reales para INAPA. Tratándose de una entidad estatal con una jerarquía piramidal, será necesario un costo de administración para las oficinas superiores, pero en el Proyecto se tendrá en cuenta el costo de mantenimiento de oficinas municipales que se encargan directamente de las plantas.
- b. Costo de productos químicos: Serán calculados el sulfato de aluminio y cloro en líquido.
- c. Costo de reparación: Del presupuesto del ejercicio 2000, será calculado el 2,5%, a partir del porcentaje del costo de piezas de repuesto y reparaciones sobre el sueldo. $(Piezas\ de\ repuesto\ 1.080 + 4.883) / Sueldo\ 249.372 \times 100 = 2,39\ \% \quad 2,5\ \%$
- d. Costo de energía eléctrica: Será omitido, suponiendo que el actual sistema de pago por el gobierno central continúa por algún tiempo.
- e. Amortización: Se tendrá en cuenta para las instalaciones a ser rehabilitadas o instaladas en el Proyecto, pero no para las estructuras civiles y tanques reguladores existentes, suponiendo que el tiempo de amortización ya está pasado debido al tiempo que llevan desde la construcción.
- f. Intereses pagaderos: No se tendrán en cuenta, ya que las obras de construcción o rehabilitación es una donación no reembolsable de Japón y no es un préstamo.

- g. Tarifas de agua potable: Para el monto recaudado de tarifas de agua en cada hogar, será adoptado el valor real de mayo de 2001.

Los resultados del análisis se muestran en los siguientes Cuadros 2-28 a 2-31. Al calcular del monto promedio recaudado actualmente por hogar en cada lugar, la recaudación de las tarifas puede cubrir el costo de operación, mantenimiento y administración. Sin embargo, para cumplir estas condiciones, será necesario asegurar más del 90% de la recaudación de tarifas. Puesto que el actual porcentaje de recaudación de tarifas de INAPA es alrededor del 70%, la Misión propuso insistentemente a INAPA continuar los esfuerzos administrativos para mejorar el porcentaje de recaudación de tarifas de agua e INAPA lo prometió.

Cuadro 2-28 Costo de mantenimiento y administración (Gastos)

No.	Nombre del lugar	Volumen de agua tratada de la planta (m3/d)	Gastos personales			Costo de productos químicos								Combustible	Costo de reparación y piezas de repuesto	Total	
			Costo unitario (Rd./persona/mes)	Personal (personas)	Total (Rd./año)	Sulfato de aluminio: Al ₂ O ₃ (floculante)				Cloro en líquido (cloro desinfectante)							Subtotal (Rd./año)
						% de inyección (mg/L)	Cantidad inyectada (kg/d)	Costo unitario (Rd./kg)	Total (Rd./año)	% de inyección (mg/L)	Cantidad inyectada (kg/d)	Costo unitario (Rd./kg)	Total (Rd./año)				
1.	Sánchez	6.000	8.000	17	1.632.000	10	66,0	0,8664	20.872	2,0	12,0	6,7	29.346	50.218	23.573	40.800	1.746.591
2.	Jarabacoa	7.600	8.000	17	1.632.000	10	83,6	0,8664	26.437	2,0	15,2	6,7	37.172	63.609	23.573	40.800	1.759.982
3.	Maimón	7.200	8.000	13	1.248.000	20	158,4	0,8664	50.092	2,0	14,4	6,7	35.215	85.307	23.573	31.200	1.388.080
4.	Piedra Blanca	3.600	8.000	10	960.000	10	39,6	0,8664	12.523	2,0	7,2	6,7	17.608	30.131	23.573	24.000	1.037.704
5.	Constanza	8.100	8.000	15	1.440.000	10	89,1	0,8664	28.177	2,0	16,2	6,7	39.617	67.794	23.573	36.000	1.567.367
6.	Bani	20.200	8.000	36	3.456.000	20	444,4	0,8664	140.535	2,0	40,4	6,7	98.798	239.333	69.317	86.400	3.851.050
Observaciones		a)	b)	c)	d) b)×c)	e)	f) a)×e)×1.1 / 1000	g)	h) f)×g)×365	i)	j) a)×i)	k)	l) j)×k)×365	m) h) + l)	n) Véase el costo	o) Sueldo x 2,5	p) d) + m) + n) + o)

Nota 1) El costo de reparación y piezas de repuesto está calculado como 2,5% del gasto personal (sueldo).

Cuadro 2-29 Costo de combustible (generador eléctrico)

No.	Nombre del lugar	Volumen de agua tratada de la planta (m3/d)	Capacidad de instalaciones					Costo de combustible (Costo de combustible para los vehículos de mantenimiento)										Total (Rd./año)	Observaciones	
			Bomba de retrolavado (kW)	Bomba de lavado superficial (kW)	Mezclador de sulfato de aluminio (kW)	Bomba de agua presionada para cloro (kW)	Bomba de suministro de agua para la plata (kW)	Total de potencia de salida (kW)	Capacidad de generador (kVA)	Potencia de salida del motor de (kW)	Tiempo de operación (tiempo de apagones) (h/d)	Consumo de combustible (L/kWh)	Costo unitario de diesel (Rd./L)	Total (Rd./año)	Costo unitario de diesel (Rd./L)	Consumo de combustible (L/kWh)	Total (Rd./año)			
1.	Sánchez	6.000	-	-	0,75	0,40	0,40	1,55	10,0	8,0	3,0	0,36	6,28	19.805	6,28	2,0	3.768	23.573		
2.	Jarabacoa	7.600	18,5	15,0	0,40	0,40	0,20	34,50	10,0	8,0	3,0	0,36	6,28	19.805	6,28	2,0	3.768	23.573		
3.	Maimón	7.200	-	-	0,75	0,40	0,75	1,90	10,0	8,0	3,0	0,36	6,28	19.805	6,28	2,0	3.768	23.573		
4.	Piedra Blanca	3.600	-	-	0,40	0,40	0,20	1,00	10,0	8,0	3,0	0,36	6,28	19.805	6,28	2,0	3.768	23.573		
5.	Constanza	8.100	-	-	0,40	0,75	0,20	1,35	10,0	8,0	3,0	0,36	6,28	19.805	6,28	2,0	3.768	23.573		
6.	Bani	20.200			0,75	0,75	0,75	2,25	10,0	8,0	3,0	0,36	6,28	19.805						
		20.200	30,0	30,0				60,00	75,0	60,0	1,00	0,36	6,28	49.512				69.317	Para la bomba de retrolavado	
Observaciones		a)	b)	c)	d)	e)	f)	g) b) ~ f)	h)	i) h)×0.8	j)	k)	l)	m) i)×j)×k) ×l)×365	n)	o)	p) n) + o)	n) m) + p)		

2 - 114

Nota 1) Para el elevador y la bomba de lavado de sedimentador, se hace cálculo suponiendo que no se utilizan durante los apagones.

Nota 2) Las cargas de la iluminación en el edificio de mantenimiento y administración son pequeñas y no se incluyen en el cálculo.

Nota 3) La potencia de salida total y la capacidad del generador son diferentes debido al cálculo de la capacidad del generador.

Nota 4) Para Bani, donde opera la bomba de retrolavado siempre con el generador existente, será incluida 1 hora de operación diaria en el cálculo. Para los demás lugares, se determinó a partir del tiempo de apagones promedio.

Nota 5) En Jarabacoa, no se utilizan la bomba de retrolavado y de lavado superficial en el momento de apagones.

Nota 6) El recorrido diario de los vehículos a ser adquiridos (camioneta pick-up) serán 20km, con el consumo de 10km/L.

Cuadro 2-30 Relación de los ingresos de cada lugar

No.	Nombre del lugar	Consumo de agua/hogar						Ingreso de acueducto para INAPA					
		Volumen de agua tratada de la planta (m3/d)	Volumen de agua suministrada (m3/d)	Población de la zona de servicio (Personas)	Población con posibilidad de suministro de agua (Personas)	No. de miembros de familia Personas/hog	No. de hogares con posibilidad de suministro de agua (hogares)	Monto recaudado de los hogares abastecidos de agua (Rd./mes)	Monto recaudado para el no. total de hogares (Rd./mes)	Ingreso de otro suministro de agua (Rd./mes)	Total (Rd./mes)	Ingreso considerando el % de recaudación (Rd./mes)	Ingreso anual (Rd./mes)
1.	Sánchez	6.000	5.700	18.871	17.927	4,30	4.169	123,00	512.787	51.279	564.066	507.659	6.092.000
2.	Jarabacoa	7.600	7.220	46.534	18.050	4,80	3.760	112,00	421.120	42.112	463.232	416.909	5.003.000
3.	Maimón	7.200	6.840	25.003	22.800	4,80	4.750	36,00	171.000	17.100	188.100	169.290	2.031.000
4.	Piedra Blanca	3.600	3.420	10.764	10.226	4,80	2.130	42,00	89.460	8.946	98.406	88.565	1.063.000
5.	Constanza	8.100	7.695	37.562	19.237	4,80	4.008	50,00	200.400	20.040	220.440	198.396	2.381.000
6.	Baní	20.200	19.190	61.353	47.975	4,40	10.903	119,00	1.297.457	129.746	1.427.203	1.284.483	15.414.000
Observaciones		a)	b) a)×95%	c)	d) c)×95%	e)	f) d) / e)	l)	m) l)×f)	n) m)×0.10	o) m) + n)	p) o)×90%	q) p)×12

Nota 1) Se calcularon las tarifas de agua basándose en las cuotas base de nivel R1.

Nota 2) Como ingreso de tarifas comerciales, se prevé el 10% del ingreso de las tarifas domiciliarias.

Nota 3) La población servida proyectada es para 2010.

Nota 4) En Jarabacoa, se tiene prevista la construcción de nueva planta de tratamiento de agua, en el cuadro se analizó el caso con la planta existente sola.

Nota 5) Considerando la pérdida en el lavado de los filtros y la evacuación, se multiplicó el 95% para b y el 95% para d), teniendo en cuenta el porcentaje de suministro de agua.

Nota 6) Para el porcentaje de recaudación p), se adopta el 90% suponiendo que aumentará antes de 2010 con los esfuerzos administrativos de INAPA.

Cuadro 2-31 Gastos de operación e ingresos (tarifas de agua actuales)

No.	Nombre del lugar	Gastos		Ingresos		Diferencia		Observaciones
		(MillionRd./año)	(Millones de yenes/año)	(MillionRd./año)	(Millones de yenes/año)	(MillionRd./año)	(Millones de yenes/año)	
1.	Sánchez	1,75	13,10	6,09	45,69	4,35	32,59	
2.	Jarabacoa	1,76	13,20	5,00	37,52	3,24	24,32	
3.	Maimón	1,39	10,41	2,03	15,23	0,64	4,82	
4.	Piedra Blanca	1,04	7,78	1,06	7,97	0,03	0,19	
5.	Constanza	1,57	11,76	2,38	17,86	0,81	6,10	
6.	Baní	3,85	28,88	15,41	115,61	11,56	86,72	
Observaciones		a)	a')	b)	b')	c) a) - b)	c') a') - b')	

Nota 1) RD\$ 1,00 = 7,50 yenes

2-5 Componente de programación

(1) Objetivo

El objetivo del componente de programación del Proyecto consiste en los 3 siguientes contenidos.

1) Formación de recursos humanos con conocimiento y técnica de operación, mantenimiento y administración de la planta de tratamiento de agua

Para que las instalaciones rehabilitadas operen adecuada y eficientemente, se determinarán las condiciones apropiadas de operación y la proporción adecuada de inyección de productos químicos a través de ensayos y errores en la operación real. Este trabajo se hará conjuntamente con ingenieros de la central con el fin de hacer comprender suficientemente a los ingenieros la correcta técnica de administración de calidad de agua y la administración de operación. Además, se elaborarán manuales de administración de operación y hojas de registro de operación basándose en los resultados de la administración de operación real, para una transferencia técnica completa al nivel de los ingenieros.

2) Precisar la asignación de las funciones entre los ingenieros de la central y los operadores de las plantas

Precisar la asignación de las funciones entre los ingenieros de la central y los operadores de las plantas y realizar un entrenamiento práctico de administración de operación a los operadores de las plantas por ingenieros de la central. Esto tiene por objeto hacer aprender firmemente a los operadores el método de operación y también mejorar la técnica de entrenamiento de los ingenieros de la central para formar una base que permita mantener la transferencia de conocimiento correcto.

3) Establecimiento de administración de calidad de agua y monitoreo

Precisar los trabajos a ser realizados en el campo, por la central y por los terceros mediante un encargo, para implementar la administración de calidad de agua y monitoreo. Tiene por objeto hacer reconocer íntegramente al laboratorio central y a los ingenieros el concepto del método de atención a cada problema.

(2) Efectos esperados

En caso de que se implemente el componente de programación siguiendo el objetivo arriba mencionado, los efectos esperados directamente son los siguientes:

- Mejora de la calidad de agua tratada por una adecuada administración de operación de las plantas.
- Estabilización del volumen de agua tratada por una adecuada administración de operación.
- Optimización y ahorro del consumo del producto químico por la optimización de la inyección del producto químico.
- Mejora de la confiabilidad hacia la desinfección por una adecuada inyección de cloro.
- Disminución de problemas en las instalaciones de tratamiento de agua (obstrucción de filtros, fugas de sustancias turbias, etc.) por la mejora de mantenimiento y administración.
- Comprender el estado de operación del pasado por los registros de operación de las plantas y retroalimentar a la mejora y simplificación de la operación con la experiencia del pasado.

- Aprovechar los manuales de operación de planta y los registros de operación en la operación, mantenimiento y administración de las demás plantas de tratamiento de agua fuera de los lugares objeto de la cooperación.
- Al posibilitar el monitoreo de calidad de agua de fuente, tratada y suministrada, si se prevé una influencia, será posible tomar medidas para minimizar tal influencia.

(3) Método de introducción

El Proyecto será ejecutado en 2 etapas y en cada etapa se hará la rehabilitación en 3 lugares. El componente de programación será planeado para ser introducido teniendo en cuenta el momento oportuno de la ejecución. A continuación se resume el contenido del trabajo y sus productos para cada etapa.

1ª etapa

- 1) Elaboración de manual de administración de operación (Sánchez, Jarabacoa, Piedra Blanca) y el formulario de registro de operación, en colaboración con la contraparte.
- 2) Entrenamiento de administración de operación después de terminada la rehabilitación de las plantas de Sánchez, Jarabacoa y Piedra Blanca.
- 3) Instrucción sobre el método de análisis con el uso de absorciómetro atómico a los analistas del laboratorio central.
- 4) Instrucción sobre la elaboración y ejecución de un plan de monitoreo de la calidad de agua cruda de Maimón.

Productos: Manual de administración de operación de planta de tratamiento de agua, formulario de registro de operación

2ª etapa

- 5) Revisión de los resultados del registro de operación y el manual de administración de operación de Sánchez, Jarabacoa y Piedra Blanca.
- 6) Elaboración de manual de administración de operación (Maimón, Constanza y Baní) y el formulario de registro de operación.
- 7) Implementación de entrenamiento de administración de operación, después de terminada la rehabilitación de las plantas de Maimón, Constanza y Baní.
- 8) Revisión de los resultados del análisis de calidad de agua de toma de Maimón y asesoramiento e instrucción sobre el monitoreo de calidad de agua cruda y control de captación de agua.

Productos: Manual de administración de operación de planta de tratamiento de agua, formulario de registro de operación

Sobre la administración de operación de planta y calidad de agua, se hará una transferencia técnica a los ingenieros de cada oficina municipal y los operadores de las plantas, asignando como contraparte

ingenieros de INAPA. El entrenamiento sobre el análisis de metal pesado será realizado aprovechando a un consultor local, a los analistas químicos del laboratorio para que puedan utilizar eficientemente el absorciómetro atómico a ser donado al laboratorio central.

El componente de programación será realizado en general alrededor de la finalización de la obra de rehabilitación de planta de tratamiento de agua. El cronograma general de la ejecución, mostrado en la Figura 2-7, indica también el cronograma del componente de programación.