

Ministerio de Obras Públicas  
(MOPC)  
República del Paraguay

**INFORME DEL ESTUDIO PREPARATORIO  
DE COOPERACIÓN PARA  
EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL  
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA  
CIUDAD DE CORONEL OVIEDO  
EN  
LA REPÚBLICA DEL PARAGUAY**

**Enero de 2014**

**Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)**

**Kyowa Engineering Consultants Co., Ltd.**

**Chiyoda U-Tech Co., Ltd.**

GED
JR
14-013

Ministerio de Obras Públicas  
(MOPC)  
República del Paraguay

**INFORME DEL ESTUDIO PREPARATORIO  
DE COOPERACIÓN PARA  
EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL  
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA  
CIUDAD DE CORONEL OVIEDO  
EN  
LA REPÚBLICA DEL PARAGUAY**

**Enero de 2014**

**Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)**

**Kyowa Engineering Consultants Co., Ltd.**

**Chiyoda U-Tech Co., Ltd.**

## RESUMEN

## RESUMEN

### 1. Perfil del Paraguay

La República del Paraguay (en adelante llamado el Paraguay) tiene una población nacional de unos 6,6 millones de habitantes (según el Banco Mundial, 2012) y una superficie de 407 mil km<sup>2</sup> aprox. (1,1 veces mayor que la de Japón) y es un país continental ubicado casi en el centro de la continente sudamericana y rodeado por Brasil, Bolivia y Argentina.

El Producto Bruto Interno (PBI) nominal per cápita en 2012 son 3.829US\$ (según el Banco Central del Paraguay) y lo constituyen la industria primaria con el 23 %, la secundaria con el 24 % y la terciaria con el 53 %. La economía paraguaya depende básicamente de la producción y exportación de productos agropecuarios y forestales. En particular, la exportación de soya, carne y algodón representa más del 90 % de la totalidad y debido a que la economía está sujeta a la cosecha de productos agrícolas y su precio internacional, se hace difícil llevar una economía estable.

El gobierno paraguayo elaboró en 2001 el “Plan Estratégico Económico y Social” para fomentar el desarrollo económico contando con las asistencias de la sociedad internacional y en la Estrategia de Reducción de la Pobreza y la Desigualdad en Paraguay (ENREPD) elaborado en 2004, estableció 12 indicadores para reducir la pobreza y la desigualdad.

Como estrategia en el sector de agua y sanidad, tiene la meta de mejorar la cobertura nacional del servicio de agua potable del 60,8 % en 2004 al 80,5 % antes de 2015. Asimismo, mejorar la cobertura de instalaciones sanitarias del 18,7 % en la zona urbana y del 32,6 % en la zona rural en 2004, al 70,0 % y al 86,0 % respectivamente antes de 2015.

En Paraguay el 70,4 % (2012, según el gobierno paraguayo) de la población nacional tiene acceso a instalaciones del servicio de agua potable, pero el 30 % restante sigue en una situación sin acceso a agua segura. Entre las zonas urbanas del país existe gran diferencia en la calidad del servicio y son muchos los casos en que no se da un suministro de agua potable segura.

El municipio de Coronel Oviedo, capital departamental de Caaguazú, está ubicado a unos 120 km al este de Asunción, capital, y sobre la cruce de la Ruta Nacional No.2 que une Asunción con la Ciudad de Este, segundo municipio más grande del país, con la Ruta Nacional No.8 que atraviesa del norte al sur del país. Por lo que es un punto estratégico en la circulación de mercancías entre la capital y zonas regionales y regiones y al mismo tiempo, está considerado como una base importante no solamente para el desarrollo económico regional sino también para las actividades económicas en la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA), que es un plan de desarrollo económico a largo plazo que integra los países vecinos.

En el sector de agua y sanidad, los planes superiores son el “Plan Estratégico Económico y Social” antes mencionado y la Estrategia de Reducción de la Pobreza y la Desigualdad en Paraguay (ENREPD) elaborada por la Secretaría Técnica de Planificación sobre la base de dicho plan. Con el fin

de lograr los valores meta del sector de agua y sanidad, indicados en la ENREPD, el gobierno siguiendo la Declaración de San Bernardino (2006-2008) que adoptó una asignación priorizada de presupuesto, considera el desarrollo de dicho sector como el tema de mayor prioridad.

En junio de 2012, en reemplazo del Presidente Lugo, el vicepresidente Franco asumió la presidencia. Ante este cambio de Administración, el Mercado Común del Sur (MERCOSUR) y la Unión de Naciones Suramericanas (UNASUR) señalaron los defectos en los trámites democráticos y suspendieron el derecho de participación en estas uniones hasta la toma de poder del próximo Presidente que sería selecto en las elecciones presidenciales de 2013. Después de las elecciones presidenciales organizadas en abril de 2013, empezó el nuevo gobierno del Presidente Cartes y fue suprimida la suspensión del derecho de participación a MERCOSUR. Por lo pronto el desarrollo nacional será llevado en adelante basándose en el “plan estratégico social y económico 2008-2013” que fue el lineamiento de desarrollo de la Administración anterior y según dicho lineamiento, el desarrollo social y la reducción de la pobreza son los sectores importantes objeto del desarrollo.

## **2. Fondo, Antecedentes y Resumen del Proyecto**

El servicio de agua potable y alcantarillado en Paraguay compete a la Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay S.A. (ESSAP) en las ciudades con una población superior a 10 mil habitantes. Se encarga de la administración operativa conforme a un contrato de concesión concertado con el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), institución ejecutora del Proyecto.

El agua del acueducto de Coronel Oviedo viene de la planta de tratamiento ubicada a unos 23 km al sur del municipio y construida en 1986 a la orilla izquierda del río Tebicuarymi. La planta envía el agua tratada a Coronel Oviedo y también a Villarrica, capital departamental de Guaira, ubicada a unos 20 km al sur de la planta, y los dos pequeños municipios ubicados en el camino de la ruta de la aductora para Villarrica. Además de la creciente demanda de agua de estos 4 municipios, la bajada de la capacidad de tratamiento a causa del deterioro de instalaciones de la planta hace que la planta envíe apenas la mitad de la actual demanda de agua. Por otra parte, las inundaciones del río Tebicuarymi que ocurren cada varios años, obligan a dichos municipios la suspensión del servicio de agua durante semanas afectando seriamente la vida de ciudadanía.

Ante tal circunstancia, en enero de 2013 el gobierno paraguayo presentó una solicitud de Cooperación Financiera No Reembolsable para la construcción de instalaciones de captación y tratamiento de agua y la instalación de aductora para el municipio de Coronel Oviedo. De acuerdo con el contenido de la solicitud original, a continuación se presenta el contenido solicitado y comprobado al inicio del presente Estudio.

**Tabla 1 Contenido solicitado**

Ítem	Contenido de la solicitud original (enero de 2013)	Contenido de la solicitud reconfirmada
Año objetivo de planificación	2035	2020
Construcción de instalaciones de captación y tratamiento de agua	13.000 m <sup>3</sup> /día	A analizar según un plan elaborado
Instalación de aductora hacia Coronel Oviedo	φ500 mm, 24 km	Id.

### **3. Resumen de los Resultados del Estudio y Contenido del Proyecto**

#### **3-1 Flujo del Estudio Preparatorio de Cooperación**

Conforme a la solicitud arriba mencionada, la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (en adelante llamada JICA) envió una Misión de Estudio a Paraguay desde el 29 de mayo hasta el 12 de julio de 2013.

La Misión sostuvo una serie de deliberaciones con MOPC y ESSAP y llevó a cabo el estudio de campo y la recolección de datos relacionados. Posteriormente mediante un análisis en Japón, verificó el contenido solicitado y la justificación de la cooperación, analizó una magnitud y contenido adecuado del proyecto en caso de que éste sea ejecutado bajo una Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón y elaboró un informe del estudio preparatorio (borrador).

JICA envió a Paraguay desde el 16 al 26 de octubre de 2013 una Misión para explicar el resumen del diseño esquemático y ésta explicó a las instituciones paraguayas concernientes el contenido del diseño esquemático y deliberó sobre el mismo.

#### **3-2 Resultados del Estudio**

Se ha observado que el municipio de Coronel Oviedo es una ciudad principal en la región central de Paraguay y desempeña un rol importante como centro de distribución de mercancías. Sin embargo, está atrasada la construcción de infraestructura, sobre todo, de instalaciones del servicio de agua potable y alcantarillado.

La planta de tratamiento de agua que envía el agua potable a este municipio, fue construida en 1986 y envía el agua a 4 municipios incluyendo Coronel Oviedo. En la planta, la totalidad de las instalaciones de captación, tratamiento y envío de agua tratada se encuentra en un estado de deterioro o con la capacidad reducida, lo que obliga a la planta a cubrir apenas la mitad de la demanda de agua de dichos municipios. Además, por su ubicación a la orilla del río Tebicuarymi, que es la fuente de agua, la planta queda anegada por las inundaciones ocurridas cada varios años y se ve obligada a suspender el funcionamiento por varias semanas. Esto hace suspender el servicio de agua potable en dichos municipios afectando gravemente la vida de la ciudadanía.

Pese a una situación tan difícil, por los esfuerzos del personal se mantienen las instalaciones de la

planta actual y continúa el suministro de agua potable.

De lo anterior, se ha comprobado que es justificable el contenido de la solicitud de la parte paraguaya y una cooperación japonesa en el mejoramiento del sistema de suministro de agua será eficaz para mejorar también el ambiente sanitario de la ciudadanía. No obstante, teniendo en cuenta el orden de prioridad de la parte paraguaya y el plan de construcción de instalaciones de ESSAP, y analizando conforme al lineamiento básico de determinar una magnitud adecuada como Cooperación Financiera No Reembolsable y seleccionar como objetos de la cooperación los ítems que sean emergentes, elaboramos el diseño esquemático de las siguientes instalaciones adoptadas como objetos de la cooperación japonesa.

**Tabla 2 Resumen del diseño de las instalaciones objeto de la cooperación**

Ítem	Forma, dimensiones y especificaciones	Observación
<b>1. Instalación para la captación de agua</b>		
Volumen de captación de agua planificado	28.900 m <sup>3</sup> /día (334 L/s) ( Coronel Oviedo; 13.500 m <sup>3</sup> / día (156 L/s ) Villarrica y los 2 municipios; 15.400 m <sup>3</sup> /día (178 L/s ) )	Coronel Oviedo y Villarrica son objeto
captación de agua	φ900 mm,tubo dúctil, doble conducto	
Desarenador	L11 m x W2,7 m x 2tanques, profundidad efectiva 3,0 m, estructura de hormigón armado Tubo de comunicación con la bomba de captación existente, φ700 mm	
Bomba de captación	Q=3,12 m <sup>3</sup> /min. x 4unidades (3 de operación constante y 1 de reserva)	
Sala de bomba de captación	1 caseta, columnas de hormigón armado, paredes de ladrillos, 1 juego de grúa equipado	
Tubo de aducción	Tubo de aducción φ400 mm, L=150 m aprox., parte que atraviesa el canal, L= 20 m aprox.	
<b>2. Planta de tratamiento</b>		
Caudal de agua tratada/día proyectado	13.500 m <sup>3</sup> /día	
Pozo vertedero	Tiempo de permanencia 1,5 min.	
Dosificación de coagulante y agitador rápido	Canal Parshall. Parte de inyección, parte de salto hidráulico	Punto de inyección de cal apagada/sulfato de aluminio
Floculador	Tipo flujo horizontal, L10,6 m×W6,0 m×3tanques	
Sedimentador	Tipo con tubos inclinados de flujo ascendente, L10,5 m×W6,0 m x 3 tanques	Parte deflectora L 1,5 m, profundidad efectiva 3,8 m
Filtro rápido	L8,0 m×W4,79 m×4 tanques, velocidad de filtración 120 m/día Viguetilla: tipo bloques porosos	Grosor de capa de arena 70cm
Bomba de retro lavado	Bomba en voluta de flujo mixto: 2 unidades, Q=24,0m <sup>3</sup> /min	Una para reserva.
Soplador de lavado del fondo	Tipo lavado neumático, 2 sopladores, volumen de aire=36,0m <sup>3</sup> /min	Una para reserva.
Tanque de control de agua tratada	L7,35 m x W0,9 m 1 tanque	Utilizado también como tanque de dosificación
Tanque de distribución/ pozo de bomba de lavado del fondo	L14,0m x W9,0 m x H4 m×2 tanques	

Bomba de impulsión	Bomba centrífuga de multi-etapa, $Q=2,85 \text{ m}^3/\text{min}$ x H150 m x 4 unidades, Con volante de inercia	De las cuales, 1 de reserva
Caseta de químicos	Sara de dosificación de productos químicos: Superficie $A=150,4 \text{ m}^2$ (L18,8 m x W8,0 m)/ Inyectores de sulfato de aluminio y cal Sala de inyector de cloro: $A=12,0 \text{ m}^2$ (L4,0 m x W3,0 m)+4,0 $\text{m}^2$ (L4,0 m x W1,0 m), Depósito de cilindro de cloro, Inyector de cloro, alarma contra fuga de gas de cloro, etc.	Espacio donde está instalado el equipo de bomba inyectora, sirve también de depósito de productos químicos en caso de inundaciones
Sala de bombas	Superficie: $195,5 \text{ m}^2$ , (L23 m x W8,5 m) Bomba de lavado de fondo, bomba de impulsión, una unidad de suministro de agua para la planta de tratamiento de agua y paneles de operaciones lado de dichas bombas	
Sala de panel de control eléctrico/soplador	Superficie $A=42,5 \text{ m}^2$ (L8,5 m x W5 m)/ $A=20 \text{ m}^2$ (L4,0 x W5,0 m), tablero de alimentación principal, paneles de control para las bombas	
Medidor	Caudalímetro de agua cruda (Canal Parshall) 1 juego	
	Caudalímetro acumulativo de agua tratada (ultrasónico) 1 juego	
	Caudalímetro de lavado de fondo (autosoportado tipo presión diferencial con orificios calibrados) 1 juego	
	Medidor de nivel de agua para el pozo de bomba de captación/reservorio de agua tratada: 1 juego de cada uno	Con función de enclavamiento en la bomba
	Instrumentos complementarios de análisis de calidad de agua: 1 juego	
Tubería de drenaje dentro de la planta	$\phi 700 \text{ mm}$ , tubo de hormigón armado	Descarga directa al río
<b>3. Aductora</b>		
Caudal de agua tratada proyectada	$12.300 \text{ m}^3/\text{día}$	
Tubo de aductora	Desde la nueva planta de tratamiento hasta el centro de distribución de Coronel Oviedo: $L= 23\text{km}$ aprox., de los cuales, <ul style="list-style-type: none"> <li>Tramo de la planta y el puente sobre el río Tebicuarymi (<math>L= 0,8\text{km}</math> aprox.): Tubo de hierro fundido dúctil de <math>\phi 400 \text{ mm}</math> (unificar el tubo existente de <math>\phi 350 \text{ mm}</math>): 1 sola tubería</li> <li>Instalación subterránea (<math>L= 21,9 \text{ km}</math> aprox.): Tubo de hierro fundido dúctil de <math>\phi 300 \text{ mm}</math></li> <li>Punto final: Conectar con el tubo existente en el centro de distribución (a 15 m del límite con la calle)</li> </ul>	El agua tratada se enviará al centro de distribución de aguade Coronel Oviedo utilizando simultáneamente la aductora existente de $\phi 350 \text{ mm}$ .  Se instala un tubo de comunicación emergente a la aductora de $\phi 350 \text{ mm}$ hacia Villarrica

#### 4. Periodo de la Obra

El Proyecto será ejecutado como un proyecto garantizado con bonos del Estado tipo B y dispone de 7,5 meses para el diseño de ejecución y los trabajos relacionados con la licitación y de 18 meses para la construcción de instalaciones.

## **5. Evaluación del Proyecto**

### **5-1 Justificación**

La justificación del Proyecto será evaluada desde los puntos de vista de: (1) beneficiarios objeto del Proyecto, (2) objetivo del Proyecto, (3) técnica de administración y mantenimiento y (4) metas de desarrollo a mediano y largo plazo de Paraguay.

#### **(1) Beneficiarios objeto del Proyecto**

Los beneficiarios directos objeto de la construcción de nuevas instalaciones de tratamiento de agua son ciudadanos de Coronel Oviedo, que son 53 mil habitantes según el cálculo estimado para 2020. El Proyecto terminado aumentará el volumen de agua tratada a enviar a Coronel Oviedo, lo que mejorará el horario del servicio actual de 16 horas a 24 horas. Además, siendo construida sobre un terreno rellenado y terraplenado por la parte paraguaya, la nueva planta no dejará de funcionar aun en el momento de inundaciones del río Tebicuarymi y se mantendrá operando. Una vez construidas las nuevas instalaciones mediante el Proyecto, la planta de tratamiento existente será exclusiva para Villarrica y los dos municipios de alrededor, aumentando también el volumen de suministro de agua en estos municipios, por lo que los ciudadanos de los mismos serán considerados como beneficiarios secundarios. No obstante, a este efecto será necesario que la parte paraguaya refuerce la capacidad de la aductora mediante una renovación de la aductora existente o la instalación de doble tubería. La población de los beneficiarios secundarios será estimada en 50 mil en Villarrica y 7 mil en los dos municipios de alrededor para 2020.

#### **(2) Objetivo del Proyecto**

El objetivo del Proyecto es lograr un suministro estable de agua potable con calidad segura a los ciudadanos de Coronel Oviedo. Un suministro de agua potable segura a la población es indispensable para mejorar su ambiente sanitario y está considerado como una de las necesidades básicas humanas, por lo que tiene un gran significado desde el punto de vista de temas importantes como el aseguramiento de equidad y la reducción de la pobreza.

#### **(3) Técnica de operación y mantenimiento**

Las instalaciones a construir en un proyecto objeto de una cooperación japonesa constituyen una planta de tratamiento de agua que funciona con un sistema general compuesto de floculación, decantación y filtración rápida que no requieren técnicas especiales y básicamente es similar al sistema de tratamiento adoptado en otras ciudades regionales. Por eso, tiene muchos puntos en común con otras plantas de tratamiento de agua, lo que facilita una operación y mantenimiento por el personal y técnicas propias de Paraguay.

#### **(4) Metas de desarrollo a mediano y largo plazo de Paraguay**

El gobierno está llevando el desarrollo nacional en base al lineamiento de desarrollo “Plan estratégico

económico y social 2008-2013”, que indica como sectores importantes “desarrollo económico” y “reducción de pobreza”.

Coronel Oviedo, siendo una ciudad estratégica que sostiene futuro desarrollo regional, tiene un servicio de agua potable bastante atrasado en comparación con otras ciudades, lo que está perturbando la potencial del desarrollo urbano. El gobierno paraguayo mostró una actitud de construir positivamente la infraestructura social en las zonas regionales considerando como uno de los temas importantes las medidas de reducción de pobreza y el mejoramiento de la base de la vida orientado a la creación de empleo.

## 5-2 Efectividad

Los efectos esperados de la ejecución de esta obra de cooperación son los siguientes.

### (1) Efectos cuantitativos

**Tabla 3 Efectos cuantitativos**

Indicadores de efectos		Actualidad(2012)	Año meta(2020)	Observaciones
Efectos directos	(1) Producción de la planta	14.000 m <sup>3</sup> /día	26.300 m <sup>3</sup> /día* <sup>1</sup>	87,9 % más
	(2) Impacto del corte de agua a causa de inundaciones	Corte de agua de 2 a 3 semanas	0	Solución al corte de agua
	Coronel Oviedo			
	(3) Población servida	37.620 personas	52.594 personas	39,8 % más
	(4) Volumen medio de distribución de agua a la ciudad	6.600 m <sup>3</sup> /día	12.300 m <sup>3</sup> /día	86,4 % más
	(5) Horas del servicio	16 horas	24 horas	8 horas más
(6) Cobertura del servicio en la ciudad	61,0 %* <sup>2</sup>	71,4 %* <sup>3</sup>	10,4 % más	
Efectos secundarios	Villarrica y 2 municipios			
	(3) Población servida	42.660 personas	56.269 personas	31,9 % más
	(4) Volumen medio de distribución de agua a la ciudad	7.400 m <sup>3</sup> /día	14.000 m <sup>3</sup> /día	89,2 % más
	(5) Horas del servicio	16 horas	24 horas	8 horas más
(6) Cobertura del servicio en la ciudad	71,70 %	80 %	9,3 % más	

\*1) Considerar la actual capacidad de tratamiento de la planta existente (14.000 m<sup>3</sup>/día) como planta exclusiva de Villarrica y los dos municipios y agregarla al volumen de producción de agua.

\*2) Será el 78,9 % al agregar la población cuberita por las juntas de saneamiento.

\*3) Será el 85,0 % al agregar la población cuberita por las juntas de saneamiento.

### (2) Efectos cualitativos

- 1) Un suministro estable de agua potable higiénica y suficiente mejorará el ambiente sanitario, por lo que se espera reducir los casos de enfermedades de origen hídrico como las diarreas.
- 2) El asesoramiento técnico sobre la administración operativa de la planta de tratamiento a través de un componente de soporte técnico, hará acumular correcto conocimiento de potabilización de agua en los operadores de ESSAP y mejorará el nivel técnico de operación de la planta.

- 3) La estabilización de la administración a causa del aumento del ingreso de la recaudación de tarifas conllevará el futuro mejoramiento de la cobertura del servicio de agua potable y el fomento de la construcción de instalaciones bajo la propia iniciativa paraguaya.

De la evaluación arriba mencionada, juzgamos que es alta la justificación del Proyecto y se prevé la efectividad.

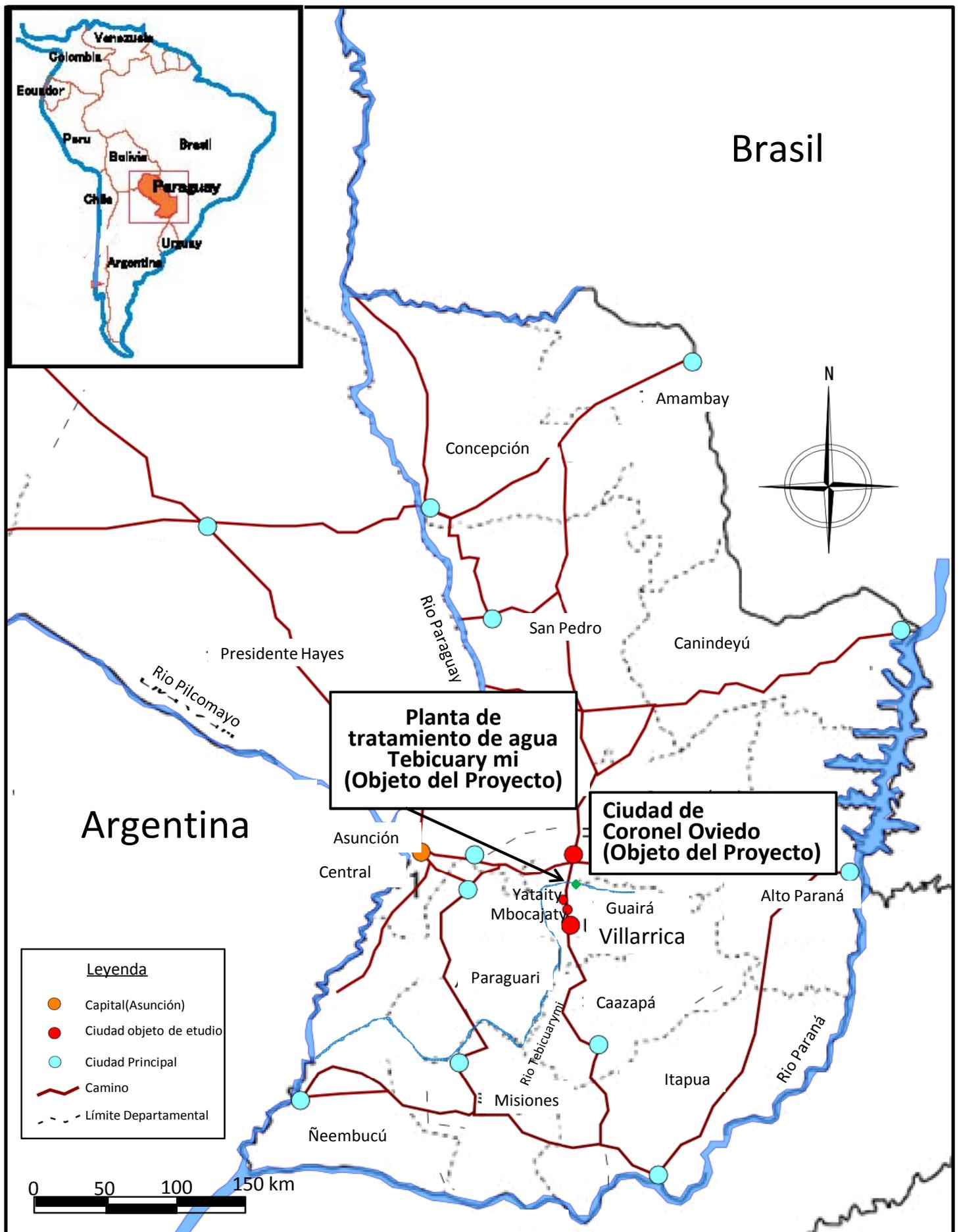
## Índice

Resumen	
Índice	
Mapa de ubicación/Imagen prevista/	
Lista de Tablas y Figuras	
Abreviaturas	
Capítulo 1. Trasfondo del Proyecto.....	1-1
1-1 Trasfondo, Antecedentes y Resumen de la Cooperación Financiera No Reembolsable....	1-1
1-1-1 Trasfondo y Antecedentes del Proyecto Solicitado.....	1-1
1-1-2 Contenido de la Solicitud.....	1-1
1-2 Sitio del Proyecto y Condiciones de Sus Alrededores.....	1-2
1-2-1 Condiciones Naturales.....	1-2
1-2-2 Infraestructura Relacionada.....	1-3
1-2-3 Información Basica sobre el Servicio de Agua Potable.....	1-6
1-2-4 Instalaciones y Ekiopos Existentes.....	1-19
1-2-5 Consideracones Abmientales y Sociales.....	1-25
Capítulo 2. Contenido del Proyecto.....	2-1
2-1 Contenido Básico del Proyecto.....	2-1
2-1-1 Meta Superior y Objetivo del Proyecto.....	2-1
2-1-2 Resumen del Proyecto.....	2-3
2-2 Diseño General del Proyecto Objeto de Cooperación.....	2-5
2-2-1 Lineamiento de Diseño.....	2-6
2-2-2 Plan Básico.....	2-7
2-2-2-1 Plan de Abastecimiento de Agua.....	2-8
2-2-2-2 Plan de Instalaciones de Captación de Agua.....	2-14
2-2-2-3 Plan de la Planta de Tratamiento.....	2-20
2-2-2-4 Plan de Aductora.....	2-24

2-2-2-5 Plan de Red de Tubería de Distribución en Coronel Oviedo.....	2-35
2-2-3 Planos del Diseño Básico.....	2-28
2-2-4 Plan de Construcción.....	2-67
2-2-4-1 Lineamiento sobre la Construcción.....	2-67
2-2-4-2 Condiciones de Implementación.....	2-69
2-2-4-3 Alcance de los Trabajos.....	2-73
2-2-4-4 Plan de Supervisión de Obras por el Consultor.....	2-74
2-2-4-5 Plan de Control de Calidad.....	2-76
2-2-4-6 Plan de Adquisición.....	2-77
2-2-4-7 Plan de Orientación para la Operación Inicial y Mantenimiento.....	2-81
2-2-4-8 Plan de Componentes de Soporte Técnico.....	2-82
2-2-4-9 Cronograma de Implementación.....	2-86
2-3 Resumen de los Trabajos a Cargo de la Parte Paraguaya.....	2-89
2-4 Plan de Operación y Mantenimiento del Proyecto.....	2-90
2-5 Costo Estimado del Proyecto.....	2-92
2-5-1 Costo de Proyecto.....	2-92
2-5-2 Costo de Operación y Mantenimiento.....	2-93
2-6 Consideraciones para la Ejecución de un Proyecto Objeto de Cooperación.....	2-94
Capítulo 3. Evaluación del Proyecto.....	3-1
3-1 Condiciones Preliminares del Proyecto.....	3-1
3-2 Insumos Necesarios por el País Receptor.....	3-1
3-3 Condiciones Externas.....	3-2
3-4 Evaluación del Proyecto.....	3-3
3-4-1 Justificación.....	3-3
3-4-2 Efectividad.....	3-5

## Apéndices

1. Composición de los miembros de la Misión del Estudio.....	A-1
2. Calendarios del Estudio.....	A-2
3. Lista de Personas Concernientes.....	A-3
4. Minuta de Discusiones (M/D).....	A-5
5. Plan de componentes de soporte técnico.....	A-34
6. Datos relacionados al diseño básico.....	A-45
6-1 Estudio de condiciones sociales.....	A-45
6-2 Consideraciones ambientales y sociales.....	A-55
6-3 Resultados del estudio de condiciones naturales.....	A-62
6-4 Distribución de la presión de agua suministrada en Coronel Oviedo.....	A-75
6-5 Cálculo hidráulico de la red de distribución de agua en Coronel Oviedo.....	A-85
6-6 Características de floculación del agua cruda del río Tebicuary mi.....	A-96



**Mapa de ubicación de los sitios objeto de estudio**



PLANTA EXISTENTE

FACILIDAD DE CAPTACIÓN DE AGUA

CANAL PARSHALL

FLOCULADOR

DECANTADOR

FILTRO RÁPIDO

CANAL DE CONTROL DE AGUA TRATADA

SALA DE QUÍMICA

SALA de electricidad  
y VENTILADOR

RESERVORIO

SALA DE BOMBAS

## 【Lista de Tablas y Figuras】

### Tablas

Tabla 1.1.1 Contenido de la solicitud	1-2
Tabla 1.2.1 Tendencia poblacional en los municipios objeto del Estudio	1-4
Tabla 1.2.2 Juntas de saneamiento existentes dentro y alrededor del área del servicio de ESSAP en Coronel Oviedo	1-7
Tabla 1.2.3 Demanda de agua estimada de 2012 en los 4 municipios objeto	1-10
Tabla 1.2.4 Resultados del análisis de calidad de agua fluvial en la cuenca del río Tebicuary mi	1-16
Tabla 1.2.5 Estado de las instalaciones de la planta existente	1-19
Tabla 1.2.6 Norma de ESSAP para el análisis de calidad de agua	1-22
Tabla 1.2.7 Resultados del análisis de calidad de agua de la planta de tratamiento de Tebicuary mi	1-23
Tabla 1.2.8 Lista de Revisión Ambiental	1-30
Tabla 2.1.1 Indicadores para resultados del Proyecto	2-2
Tabla 2.1.2 Estadísticas relacionadas con las enfermedades de la Ciudad de Coronel Oviedo	2-3
Tabla 2.1.3 Estadísticas relacionadas con las enfermedades de la Ciudad de Villarrica	2-3
Tabla 2.1.4 Composición de las instalaciones planeadas	2-3
Tabla 2.2.1 Resultados de censos anteriores	2-8
Tabla 2.2.2 Población estimada en los municipios objeto	2-11
Tabla 2.2.3 Pronóstico de la demanda de agua en el año del Proyecto	2-13
Tabla 2.2.4 Capacidad del desarenador	2-19
Tabla 2.2.5 Resumen de las instalaciones de la planta de tratamiento de agua	2-21
Tabla 2.2.6 Cálculo de la capacidad de carga de los pilotes	2-24
Tabla 2.2.7 Estado actual de agua enviada	2-25
Tabla 2.2.8 Estado de agua enviada, pérdida de carga y altura manométrica de bomba de la aductora proyectada	2-26
Tabla 2.2.9 Sumario de los resultados de la medición de presión de agua	2-29
Tabla 2.2.10 Condiciones del cálculo hidráulico	2-30
Tabla 2.2.11 Puntos problemáticos y medidas de mejoramiento de la red de distribución de agua	2-32
Tabla 2.2.12 Lista de los diseños de instalaciones proyectadas	2-35
Tabla 2.2.13 Clasificación de las obras del Proyecto	2-73
Tabla 2.2.14 Lugares de origen de los principales equipos y materiales de construcción	2-77
Tabla 2.2.15 Método de comprobación del nivel de logro de los efectos	2-83
Tabla 2.2.16 Contenido de los temas asesorados a revisar	2-84
Tabla 2.2.17 Criterios de evaluación	2-84
Tabla 2.2.18 Clasificación de las obras a cargo de cada parte	2-86
Tabla 2.3.1 Trabajos a cargo de la parte paraguaya	2-89

Tabla 2.4.1 Plan de personal adicional de la planta de tratamiento de agua	2-90
Tabla 2.5.1 Costo a cargo de la parte paraguaya	2-92
Tabla 2.5.2 Estimación del costo de operación y mantenimiento	2-93
Tabla 3.4.1 Efecto cuantitativos	3-5

## Figuras

Figura 1.2.1 Topografía del área objeto del Estudio	1-2
Figura 1.2.2 Temperatura y precipitaciones en el municipio de Coronel Oviedo	1-3
Figura 1.2.3 Área objeto del envío del agua tratada de la planta de Tebicuary mi	1-5
Figura 1.2.4 Esquema del centro de distribución de agua en el ciudad de Coronel Oviedo	1-6
Figura 1.2.5 Área servida del suministro de agua y distribución de las juntas saneamiento en la zona urbana de Coronel Oviedo	1-7
Figura 1.2.6 Área servida del sumisitro de agua de ESSAP en Villarrica	1-9
Figura 1.2.7 Distribución de número de deferente fuentes de agua en Coronel Oviedo y Villarrica	1-11
Figura 1.2.8 Nivel de satisfacción según fuente de agua en Coronel Oviedo	1-11
Figura 1.2.9 Nivel de satisfacción según fuente de agua en Villarrica	1-12
Figura 1.2.10 Distribución del horario del servicio de agua	1-12
Figura 1.2.11 Evaluación de las tarifas actuales	1-12
Figura 1.2.12 Distribución de número de diferente fuentes de agua en Yataity y Mbocayaty	1-13
Figura 1.2.13 Nivel de satisfacción según fuente de agua en Yataity	1-13
Figura 1.2.14 Nivel de satisfacción según fuente de agua en Mbocayaty	1-14
Figura 1.2.15 Cuenca del río Tebicuary mi	1-15
Figura 1.2.16 Estado del terreno para la planta	1-17
Figura 1.2.17 Sisema existente de tratamiento de agua en la planta de Tebicuary mi	1-19
Figura 1.2.18 Organigrama de la planta de tratamiento de agua de Tebicuary mi	1-21
Figura 1.2.19 Flujograma para la obtención de licencia ambiental	1-28
Figura 2.2.1 Ubicación de las instalaciones relacionadas con el análisis hidrológico	2-15
Figura 2.2.2 Resultados de la medición de caudal en la Sección 1	2-16
Figura 2.2.3 Curva H-Q del río Tebicuary mi	2-16
Figura 2.2.4 Relación de los datos del nivel de agua con los de precipitaciones, obtenidos por ITAIPU	2-16
Figura 2.2.5 Relación del nivel mínimo de agua de río Tebicuary mi con el elevación de la boca de captación de agua	2-17
Figura 2.2.6 Alteración del cauce del río Tebicuary mi	2-18
Figura 2.2.7 Flujograma del sistema de tratamiento de agua previsto	2-22
Figura 2.2.8 Resultados del estudio geológico y análisis de estacas de cimentación	2-23

Figura 2.2.9 Relación entre el número da año del paso de tubo de hierro fundido y el coeficiente de velocidad de flujo de agua	2-25
Figura 2.2.10 Sección longitudinal y gradiente hidráulico de la aductora	2-26
Figura 2.2.11 Medidas a tomar en el tramo inicial de la aductora proyectada	2-22
Figura 2.2.12 Ubicaci3n de registradores de datos de presi3n de agua y altitud de cada punto	2-29
Figura 2.2.13 Actual red de tuberia de distribuci3n en Coronel Oviedo	2-30
Figura 2.2.14 Caso 1: Distribuci3n de presi3n de agua y sectores problemáticos	2-31
Figura 2.2.15 Caso 1: Distribuci3n de p3rdidas de carga	2-31
Figura 2.2.16 Instalaciones a mejorar	2-34
Figura 2.2.17 Distribuci3n de presi3n de agua despu3s del mejoramiento	2-34
Figura 2.2.18 Esquema de la implementaci3n del Prpyecto	2-67
Figura 2.2.19 Cronograma de implementaci3n del trabajo	2-88

## 【Abreviaturas】

A/D	Acuerdo de Donación
A/B	Arreglo Bancario
A/P	Autorización del Pago
ANSI	American National Standard Institution (Instituto de la Norma Nacional Americana)
ANDE	Administración Nacional de Electricidad
AWWA	American Water Works Association (Asociación de Agua Potable Americana)
CAB	Cuestionario Ambiental Básico
CLM	Certificado de Localización Municipal
C/N	Canje de Notas
CORPOSANA	Corporación de Obras Sanitarias del Paraguay
DAPSAN	Dirección de Agua Potable y Saneamiento
DIA	Declaración de Impacto Ambiental
DOB	Demanda Biológica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
EDE	Estudio disposición de efluentes
EL	Elevation, (Elevación)
ENREPD	Estratégico Nacional de Reducción de la Pobreza y la Desigualdad en Paraguay
EIA	Estudio del Impacto Ambiental
EIAp	Estudio del Impacto Ambiental preliminar
ERSSAN	Ente Regulador de Servicios Sanitarios
ESSAP	Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay S.A.
$\phi$	Diametro
FRP	Plásticos Reforzado de Fibra de Vidrio
g, kg	Gramo, kilogramo
G.	Gradiente de velocidad (significa que la intensidad de la agitación en floculador)
Gr.	Guaraní
h, hr	Hora
HWL	High water level (Alto nivel de agua)
H-Q	Height – Quantity (Altura-Cantidad)
INTN	Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología
ISO	International Standardization Organization (Organización Internacional de Normalización)
IVA	Impuesto de Valor Agregado
JICA	Japan International Cooperation Agency (Agencia de Cooperación Internacional del Japón)
kVA	kilo volt ampere
L, L/s	Litro, Litro por segundo

LWL, LLWL	Low water level (Bajp nivel de agua), Lowest water level (Nivel de agua más bajo)
m, km	metro, kilómetro
MERCOSUR	Mercado Común del Sur
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
NTU	Nephelometric Turbidity Units
OD	Oxígeno disuelto
ODM	Objetivo de Desarrollo del Milenio
OEM	Original Equipment Manufacturing (Fabricación de Equipos Originales)
OMS	Oraganización de Saludo Mundial (WHO)
pH	Ppotencial de hidrógeno
PVC	Cloruro de polivinilo
PGA	Plan de Gestión Ambiental
ppm	Pert per million (Pert por millón)
Q	Cantidad
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SEAM	Secretaría del Ambiente
SENASA	Servicio Ncional de Saneamiento Ambiental
STP	Secretaría Técnica de Planificación
UE	La Unión Europa
US\$	Dólar de Estados Unidos
V	Volumen o Velocidad
W, kW	Vatio, kilo vatio

## **CAPITULO 1. TRASFONDO DEL PROYECTO**

# **Capítulo 1    Trasfondo del Proyecto**

## **1-1 Trasfondo, Antecedentes y Resumen de la Cooperación Financiera No Reembolsable**

### **1-1-1 Fondo y Antecedentes del Proyecto Solicitado**

La Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay S.A. (ESSAP) se dedica a mejorar la cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado y de la calidad de dicho servicio, poniendo énfasis en la mejorar de la cobertura del servicio de agua potable en las ciudades regionales. El municipio de Coronel Oviedo, objeto del presente Estudio, es una principal ciudad ubicada en el centro de la región oriental del Paraguay, desempeña un rol importante como un lugar estratégico en el transporte y se espera su futuro desarrollo. La planta de tratamiento de Tebicuary mi que abastece de agua potable a dicho municipio, fue construida en 1986 y suministra el agua también al municipio de Villarrica, capital departamental de Guaira y a dos pequeños municipios ubicados a medio camino de la aductora que va a Villarrica. Sin embargo, debido a la creciente demanda e agua con el aumento de la población en estos municipios objeto y al deterioro de la capacidad de tratamiento de la planta a causa del envejecimiento de las instalaciones y la insuficiente eliminación de la arena contenida en el agua cruda, la planta no puede menos de enviar el agua en un volumen que cubre apenas la mitad de la demanda en dichos municipios. Además, las inundaciones del río Tebicuary mi que se repiten cada varios años obligan a la planta a paralizarse, afectando gravemente la vida de la ciudadanía.

Por otra parte, en el municipio de Coronel Oviedo, la construcción de la red de tubería de distribución de agua no alcanza la expansión de la zona urbana causa del aumento poblacional. Asimismo, en la zona urbana existente hay distritos con demanda de agua insatisfecha debido al insuficiente calibre de la tubería y urge construir eficientemente una red de tubería. En el municipio actualmente más de 2.000 hogares solicitan la nueva conexión, sin embargo la deficiencia del caudal y de la presión de agua hace que dichas solicitudes estén pendientes, lo que requiere una mejora urgente.

Ante tal situación, el gobierno del Paraguay elaboró un proyecto de construcción de instalaciones potabilizadoras para el municipio de Coronel Oviedo e instalación de aductora hasta el mismo municipio y presentó al gobierno de Japón una solicitud de Cooperación Financiera No Reembolsable. El objeto de las nuevas instalaciones será el municipio de Coronel Oviedo y una vez construidas las mismas, la planta existente será exclusiva para el municipio de Villarrica y los dos municipios de alrededor.

### **1-1-2    Contenido de la Solicitud**

El contenido de la solicitud presentada de la parte paraguaya fue la construcción de instalaciones de captación y tratamiento de agua para el municipio de Coronel Oviedo y la instalación de una aductora hacia el mismo. Según los resultados de la reconfirmación del contenido en el estudio preliminar, fue modificado como se muestra en la Tabla 1.1.1.

**Tabla 1.1.1 Contenido de la solicitud**

Ítem	Contenido de la solicitud original (enero de 2013)	Contenido de la solicitud reconfirmada
Año objetivo de planificación	2035	2020
Construcción de instalaciones de captación y tratamiento de agua	13.000 m <sup>3</sup> /día	A analizar según un plan elaborado
Instalación de aductora hacia Coronel Oviedo	φ500 mm, 24 km	Id.

## 1.2 Sitio del Proyecto y Condiciones de Sus Alrededores

### 1-2-1 Condiciones Naturales

#### (1) Topografía y geología

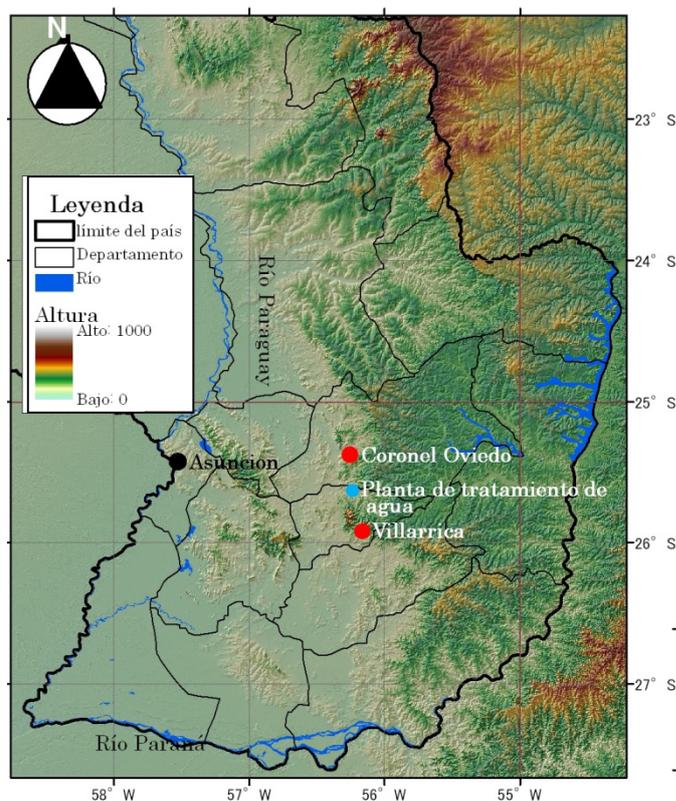
Las áreas objeto del Estudio son las siguientes:

- 1) Tebicuary mi, municipio de Yataity, departamento de Guaira (Lugar previsto para la construcción de planta de tratamiento)
- 2) Municipio de Coronel Oviedo, departamento de Caaguazú (municipio objeto del suministro de agua)
- 3) Municipios de Villarrica, Mbocayaty y Yataity, departamento de Guaira (municipios objeto del suministro de agua exclusivo de la planta existente)

La Figura 1.2.1 presenta la ubicación de cada área objeto del Estudio y la planta de tratamiento existente está situada en el margen izquierdo del río Tebicuary mi, a unos 23 km al sur del municipio de Coronel Oviedo. El municipio de Villarrica y los dos de alrededor se encuentran al sur de la planta de tratamiento, a lo largo de la Ruta Nacional No. 8.

El territorio nacional está dividido en dos grandes regiones: oriental y occidental, por el río Paraguay que baja al sur en el centro del país.

La región occidental la conforman el Cerro León con una altitud de 350m s.n.m. aprox. y una gran llanura aluvial (el Chaco) que presenta un suave declive desde Bolivia hasta Argentina, y tiene una superficie que representa el 60% del territorio nacional. El Chaco tiene poca precipitación y la



**Figura 1.2.1 Topografía del área objeto del Estudio**

mayoría de su tierra está aprovechada sólo como pastos.

La región oriental en su gran parte está compuesta de colinas con un declive relativamente moderado, zonas planas del margen oriental del río Paraguay y de donde confluyen el río Paraguay y el río Paraná y pequeñas mesetas con una elevación relativa de 300 a 500m.

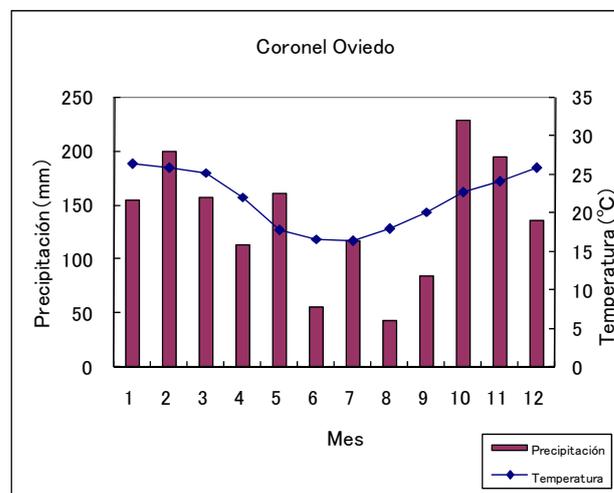
Los departamentos de Caaguazú y Guaira, objeto del Proyecto, pertenecen a la región interior ubicada al este del río Paraguay y los conforman una amplia zona plana con una altitud de 120 a 180m s.n.m y en el lado sureste, cerros de 600m de altitud. A partir de dichos cerros se extienden colinas con un suave declive hasta el río Paraná. El suelo de los alrededores de los municipios de Coronel Oviedo y Villarrica está cubierto de sedimentos glaciales del Carbonífero paleozoico y compuesto de limolita, lutolita, arenisca, etc. Presenta una permeabilidad muy variable y siendo parcial la distribución de la capa acuífera, el agua subterránea se aprovecha sólo en sitios limitados. En ambos lados del río Tebicuary mi que corre en medio de ambos municipios, se han formado colinas en el proceso de formación del río a partir de la erosión de rocas sedimentarias y están distribuidas capas de arenisca, grava y arena que contienen tierra arcillosa.

El río Tebicuary mi es la única fuente de agua que permite obtener un caudal estable en esta zona. Tiene su nacimiento en colinas orientales de donde corre al oeste formando la frontera departamental entre Caaguazú y Guaira, baja al sur integrando pequeños arroyos y después de confluído con el río Tebicuary mi, vuelve a dirigirse al oeste hasta verter al río Paraguay.

## (2) Meteorología

La Figura 1.2.2 presenta la temperatura media y las precipitaciones medidas de Coronel Oviedo en los últimos 5 años (2007-2011).

El clima del Paraguay pertenece al clima subtropical y presenta una temperatura media de 16 a 26° C y una humedad media del 68 al 85%, es relativamente húmedo durante todo el año. Las precipitaciones medias anuales en los últimos 5 años son 1.641mm, la estación de lluvias corresponde a los meses de octubre a mayo y el 80% de las lluvias se concentra en este periodo.



**Figura 1.2.2 Temperatura y precipitaciones en el municipio de Coronel Oviedo**

Fuente: Anuario Estadístico del Paraguay (2007-2011)

### 1-2-2 Infraestructura Relacionada

#### (1) Población

En Paraguay se realiza un censo nacional cada 10 años. El último censo tuvo lugar en 2012, pero los resultados todavía no están publicados (julio de 2013). A partir del censo de 2002, la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos viene publicando el compendio estadístico anual del

Paraguay resumiendo los datos meteorológicos, poblacional, económicos y de servicios públicos. La Tabla 1.2.1 presenta las poblaciones según los censos de 1972 a 2002 y los valores proyectados. El área que comprende los 4 municipios que abastecen de agua de la planta existente se resume a continuación.

**Tabla 1.2.1 Tendencia poblacional en los municipios objeto del Estudio**

Año	Datos de los Censos				Estimaciones de Población cada año					
	1972	1982	1992	2002	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Nivel Nacional	2.357.955	3.029.830	4.152.588	5.163.198	6.009.143	6.119.641	6.230.145	6.340.641	6.451.122	6.561.785
Zona Urbana	882.345	1.295.345	2.089.688	2.928.437	3.430.620	3.513.944	3.597.590	3.681.376	3.765.127	3.848.934
Zona Rural	1.475.610	1.734.485	2.062.900	2.234.761	2.578.523	2.605.697	2.632.555	2.659.265	2.685.995	2.712.851
Metropolitana de Asunción	388.958	454.881	500.938	512.112	519.361	519.076	518.792	518.507	518.222	516.897
Depto. Caaguazú	210.858	299.437	386.412	435.357	472.085	474.261	476.437	478.612	480.786	481.911
Zona Urbana	33.215	57.704	105.847	137.851						
Zona Rural	177.643	241.733	280.565	297.776						
Ciudad de Coronel Oviedo	53.777	60.757	64.736	84.103						
Zona Urbana	12.885	21.913	38.316	48.773						
Zona Rural	40.892	38.844	26.420	35.330						
Depto. Guairá	124.799	143.510	161.991	178.650	193.430	194.330	195.230	196.130	197.030	197.528
Zona Urbana	36.352	40.326	47.300	61.341	-	-	-	-	-	-
Zona Rural	88.447	103.184	114.691	117.309	-	-	-	-	-	-
Ciudad de Villarrica	33.420	34.801	43.842	55.200	-	-	-	-	-	-
Zona Urbana	17.995	21.118	27.818	38.961	-	-	-	-	-	-
Zona Rural	15.425	13.683	16.024	16.239	-	-	-	-	-	-
Ciudad de Mbocayaty	6.254	6.257	5.725	6.647	-	-	-	-	-	-
Zona Urbana	924	1.214	1.593	2.130	-	-	-	-	-	-
Zona Rural	5.330	5.043	4.132	4.517	-	-	-	-	-	-
Ciudad de Yataity	3.435	3.535	3.692	3.909	-	-	-	-	-	-
Zona Urbana	1.159	1.308	1.579	1.808	-	-	-	-	-	-
Zona Rural	2.276	2.227	2.113	2.101	-	-	-	-	-	-

### 1) Departamento de Caaguazú

Tiene una superficie de 11.474km<sup>2</sup> y teniendo el municipio de Coronel Oviedo como capital departamental, está compuesto de 20 unidades administrativas en total. Según el censo de 2002, tiene una población de 435 mil habitantes que representa el 8,4% de la total nacional. En cuanto a las actividades económicas, el 50% corresponde a la industria primaria como la agricultura y ganadería, el 30% a la industria terciaria y el 20% a la secundaria. Respecto a la producción agrícola, el departamento de Caaguazú es la tierra de mayor producción de algodón en el país y la producción de tabaco y trigo ocupa el 3er lugar. En los últimos años se destaca el rápido crecimiento de la producción de soya.

### 2) Departamento de Guaira

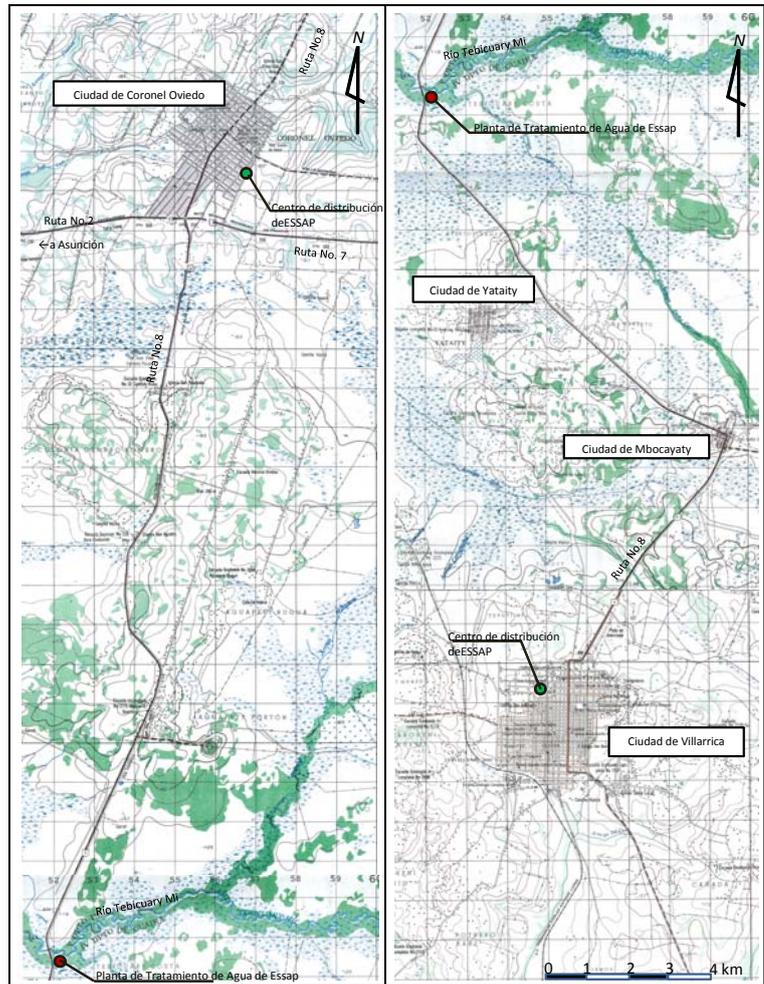
Tiene una superficie de 3.846km<sup>2</sup> y teniendo el municipio de Villarrica como capital departamental, está compuesto de 17 unidades administrativas en total. Según el censo de 2002, tiene una población de 178 mil habitantes que representa el 3,5% de la total nacional. Es una zona favorecida por el ambiente natural, representada por lugares de hermoso paisaje y parques nacionales y tiene la

mayor producción de caña de azúcar en el país y al igual que el departamento de Caaguazú, las principales actividades son la agricultura de trigo y soya y la ganadería.

Mientras que la población del área metropolitana de Asunción ha dejado de crecer, en las ciudades regionales aumenta la inmigración de la zona rural a la urbana. Según el censo, a nivel nacional la tasa de crecimiento poblacional en las ciudades regionales mantiene un valor superior al 2%. Los municipios objeto del Estudio, Coronel Oviedo y Villarrica, presenta una tasa de crecimiento poblacional del 3,43% anual en la zona urbana de Villarrica entre 1992 y 2002 y el 2,44% en la de Coronel Oviedo, alcanzando ambas por encima del promedio nacional. Los dos municipios son capitales departamentales y se supone que continuará la creciente tendencia de la población en la zona urbana.

## (2) Rutas y acceso

El municipio de Coronel Oviedo está ubicado a unos 120km al este de la capital Asunción, sobre la Ruta Nacional No.2 y es una ciudad intermediaria de distribución comercial por ubicarse en el cruce con la Ruta Nacional No.8 que atraviesa el país del norte al sur. La planta de tratamiento Tebicuary mi está situada en el punto 23km de la Ruta Nacional No.8 siguiendo hacia el sur y con 20km más al sur, llega a Villarrica. Los municipios de Yataity y Mbocayaty, ubicados en camino de Villarrica, tienen una población de varios miles de habitantes y originalmente estaban fuera de la competencia de ESSAP, pero debido a



**Figura 1.2.3 Área objeto del envío del agua tratada de la planta de Tebicuary mi**

que agotaron los pozos de fuente de agua, se hizo una ramificación de la aductora de la planta de tratamiento de Tebicuary mi y actualmente como usuarios a granel reciben el suministro de agua. El mantenimiento de la tubería de distribución en los municipios está a cargo de las juntas de saneamiento.

Las rutas nacionales están totalmente asfaltadas y no tienen problemas en el acceso de los vehículos en general. Los caminos en la zona urbana de cada municipio están pavimentados con asfalto o cantos rodados, pero en las zonas marginales hay muchos caminos no pavimentados (tierra rosa) que pueden

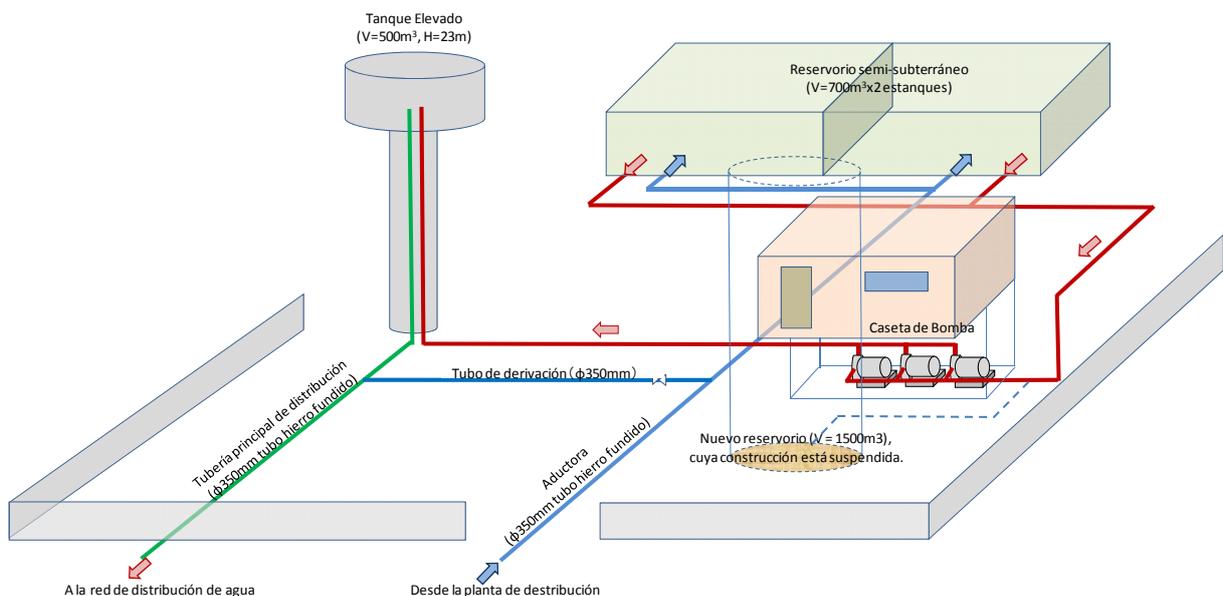
dificultar el tránsito por ponerse fangosos en la estación de lluvias.

### 1-2-3 Información Básica sobre el Servicio de Agua Potable

#### (1) Condiciones de suministro y distribución de agua

##### 1) Municipio de Coronel Oviedo

ESSAP se encarga de proporcionar el servicio de agua potable y alcantarillado en la zona urbana de Coronel Oviedo. El agua tratada llega mediante la aductora desde la planta de tratamiento de agua de Tebicuary mi al centro de distribución ubicado en la parte alta oriental del municipio y desde el centro se suministra a la ciudad. El centro de distribución cuenta con un reservorio semi-subterráneo ( $V=1.400 \text{ m}^3$ ) y un tanque elevado ( $V=500 \text{ m}^3$ ,  $H=23 \text{ m}$ ) y después de que el agua se bombea del reservorio al tanque elevado se suministra a la red de distribución de la ciudad. Para mejorar las condiciones de suministro de agua en la ciudad, ESSAP emprendió la construcción de un reservorio de acero con una capacidad de  $1.500 \text{ m}^3$  en el mismo terreno, sin embargo, la obra queda suspendida debido a un desacuerdo con el contratista sobre las condiciones del contrato.



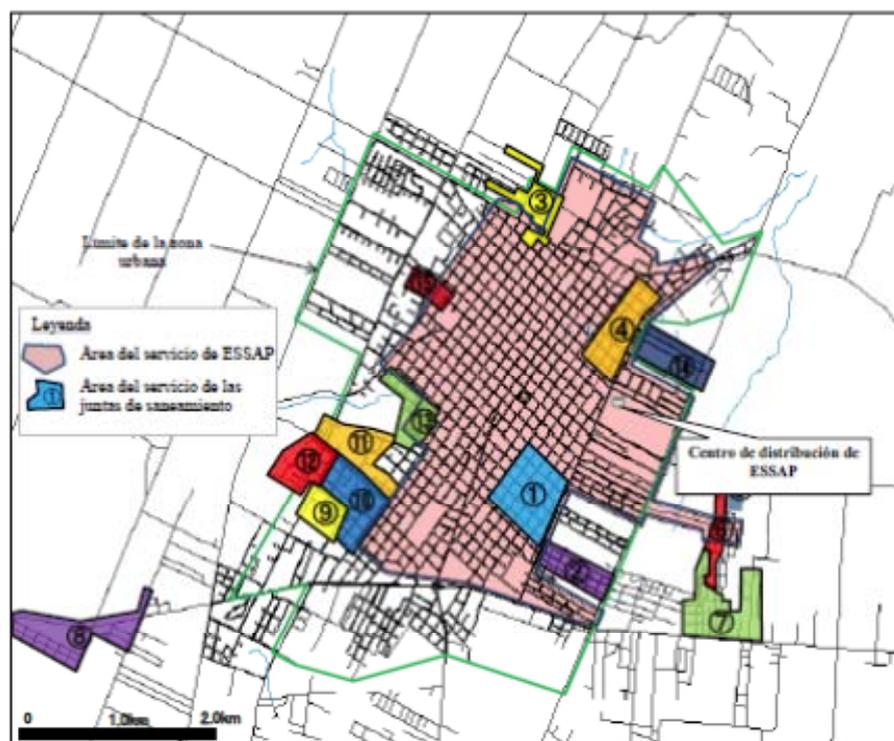
**Figura 1.2.4 Esquema del centro de distribución de agua en el ciudad de Coronel Oviedo**

Al final de 2012, ESSAP abastece de agua a 7.524 hogares, 37.620 personas de la zona urbana. La población estimada de la zona urbana son 61.640 habitantes y la cobertura del suministro de agua de ESSAP es el 61,0 %. La planta de tratamiento de agua de Tebicuary mi suministra supuestamente entre  $6.500$  y  $7.000 \text{ m}^3/\text{día}$ , sin embargo, las fugas (que supuestamente se produce el 12% en la aductora y el 18% en la tubería, con un total del 30%) en la aductora de larga distancia (unos 23km) desde la planta de Tebicuary mi hasta el centro de distribución de agua y en la tubería en la ciudad (extensión total de 160km aprox.), obliga a la ciudad a recibir un servicio limitado en 16 horas diarias. Además, no es posible atender a 2.000 solicitudes de nueva conexión

ya recibidas. Incluyendo el área del servicio de ESSAP, en el municipio y sus alrededores existen 15 juntas de saneamiento (véase la Tabla 1.2.2 y la Figura 1.2.5) que desarrollan propias actividades de suministro de agua abasteciendo a unas 11.000 personas. La población restante de la zona urbana, 13.000 personas, abastece de agua principalmente de pozos propios.

**Tabla 1.2.2 Juntas de saneamiento existentes dentro y alrededor del área del servicio de ESSAP en Coronel Oviedo**

	Nombre	No. de usuarios	Monto recaudado/hogar	Financiamiento de la construcción de instalaciones	Estructura	Intención de cambio al servicio de ESSAP	Observaciones
1	Comisión Vecinal vecino unidos B° Azucena	328	Gs.16.500/mes	Departamento	4 pozos, 1 tanque elevado	No hay	Se ha solicitado al Departamento la ampliación del pozo
2	Comisión Vecinal de Agua potable B° Marista	238	Gs.15.000/mes	España	1 pozo, 1 reservorio sobre el suelo		
3	Comisión Pro Agua Calle Maldonado	136	Gs.10.000/mes	Itaipú Binacional + SENASA + Municipio + Departamento	1 pozo, 1 tanque elevado		
4	Comisión de Saneamiento B° Sta Lucia y San Miguel	280	No definido	SENASA	No definido		Tiene también servicio de suministro de agua y está en conflicto por la mora de las tarifas de agua.
5	Comisión Vecinal de Villa Moreira	120	Gs.10.000/mes	Itaipú Binacional	1 pozo, 1 reservorio sobre el suelo		
6	Comisión Vecinal de Villa del Maestro	63	No definido	No definido	No definido		
7	Junta de Saneamiento Cally Hovy	208	Gs.12.000/mes	Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento	1 pozo, 1 reservorio sobre el suelo		
8	Comisión de Saneamiento de Espinillo	65	Gs.10.000/mes	SENASA Departamento	1 pozo, 1 tanque Albañilería, 1 tanque elevado		Fue ampliado hace 1 año
9	Junta de Saneamiento San Luis	80	Gs.15.000/mes	SENASA + Banco Interamericano de Desarrollo	1 pozo, 1 tanque elevado		
10	Comisión Pro Agua potable San Luis	140	Gs.12.000/mes	Departamento	1 pozo, 1 tanque elevado		
11	Comisión Pro Agua potable San Rafael	76	Gs.12.000/mes	Departamento	1 pozo, 1 tanque elevado		
12	Comisión Pro Agua potable Jualatin	86	Gs.12.000/mes	Departamento	1 pozo, 1 tanque elevado		
13	Virgen de Fátima	200	No definido	No definido	No definido		Hay pozo
14	Asentamiento La Gloria	52	No definido	No definido	1 pozo, 1 tanque elevado	Hay	El pozo empezó a agotarse y ahora tiene un suministro de 1 hora diaria
15	Junta de Saneamiento San Isidro	140	No definido	Local	1 pozo, 1 tanque elevado		
	Total	2.212					Se supone que un hogar esté compuesto de 5 miembros y la población servida sean 11.060 personas.



**Figura 1.2.5 Área servida del suministro de agua y distribución de las juntas de saneamiento en la zona urbana de Coronel Oviedo**

Las juntas de saneamiento tienen pozos como fuentes de agua y tanques elevados y autorización de Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (SENASA), el municipio de Coronel Oviedo y el Departamento. Normalmente las juntas no hacen el control de calidad de agua, sin embargo, debido a su tarifa de agua equivalente a 1/4 de la tarifa de ESSAP, parece que los residentes están satisfechos con el servicio por el momento. Sin embargo, entre las juntas dentro del área del servicio de ESSAP, hay unas que tienen problemas de agotamiento del agua subterránea y deterioro de la calidad de agua, lo que les hace difícil continuar el servicio. ESSAP envía factura a los hogares que abastecen de agua también de ESSAP, estando dentro del área de servicio de juntas de saneamiento, pero hay casos en litigio a causa de no pago de usuarios. La presencia de juntas de saneamiento se debe a la insuficiencia del suministro de agua de ESSAP y está impidiendo el mejoramiento del ambiente sanitario de la ciudad.

Respecto a la tasa de agua no contabilizada en el municipio de Coronel Oviedo, de acuerdo con los datos del volumen de agua distribuido, volumen de agua facturada, el no facturado, etc., se estimó en el 46,1% según el siguiente cálculo. No obstante, la tasa de funcionamiento de medidores domiciliarios apenas alcanzó al 69% (en el mismo mes) y no se pudo conocer exactamente el volumen de agua distribuido, por lo que no es alta la confiabilidad de los valores.

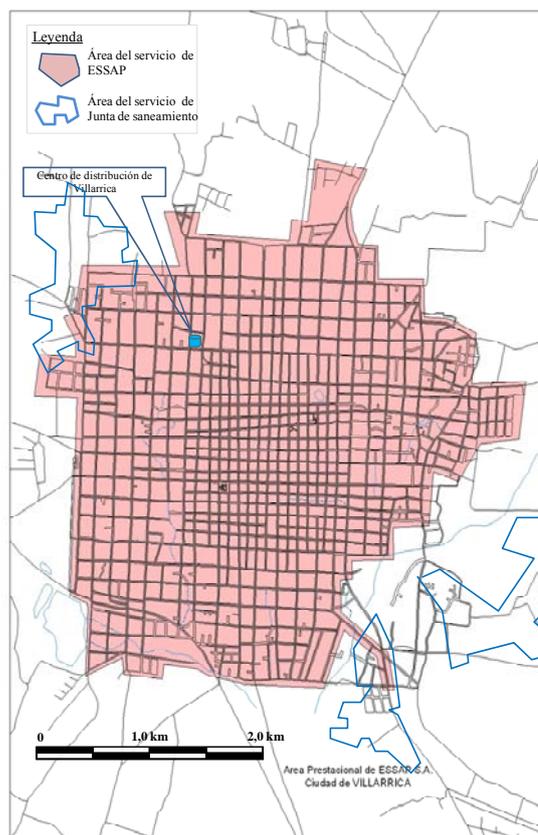
- |   |  |
|---|--|
| (1) Volumen de agua distribuido/mes:  | 225.480m <sup>3</sup> /mes             |
| (2) Volumen de agua facturado en el mismo mes:  | 121.511m <sup>3</sup> /mes             |
| (3) Volumen de agua no facturado en el mismo mes:                                       | 103.989m <sup>3</sup> /mes (= (1)-(2)) |
| (4) De (2), volumen de agua facturado según la lectura de medidor:                      | 100.381m <sup>3</sup> /mes             |
| (5) De (2), volumen de agua facturado según un caudal medio por la ausencia de medidor: | 21.130m <sup>3</sup> /mes              |

De lo anterior, la tasa de agua no contabilizada; 46,1 % (=103.983(3)/225.480(1)) y la tasa de agua contabilizada; 53,9% (=1- tasa de agua no contabilizada)

Según los resultados de la medición de la distribución de presiones de agua realizada en el Estudio dentro del área de distribución de agua, se supone que son relativamente pocas las fugas de la red de tubería de distribución del municipio. La red de tubería de distribución existente no tiene tubos de asbesto cemento y los principales tubos llevan unos 30 años de la instalación, lo que no está causando grandes fugas. Los detalles de dicha medición constan en el apéndice 6-4.

## 2) Municipio de Villarrica

El municipio de Villarrica es la capital departamental de Guaira y viene desarrollándose históricamente como lugar de acopio de productos agrícolas, ubicado en la región interior. El municipio de Villarrica está rodeado de un abundante ambiente natural y en los últimos años ha invitado a instalar muchas universidades, lo que aumenta su importancia como ciudad universitaria. Se supone también una inmigración de la zona rural a la urbana. ESSAP está desarrollando el servicio de suministro de agua en la zona urbana de Villarrica. El agua tratada llega mediante la aductora de la planta de tratamiento de agua de Tebicuary mi al centro de distribución. El centro de distribución, al igual que el de Coronel Oviedo, cuenta con un reservorio semi-subterráneo ( $V=1.400\text{m}^3$ ) y un tanque elevado ( $V=500\text{m}^3$ ,  $H=23\text{m}$ ) y después de bombear el agua del reservorio al tanque elevado se suministra a la red de distribución de la ciudad.



**Figura 1.2.6 Área servida del suministro de agua de ESSAP en Villarrica**

Al final de 2012, ESSAP ofrece el servicio de suministro de agua a 7.390 hogares con 36.950 personas. La población estimada de la zona urbana es 51.510 habitantes y ESSAP tiene una cobertura del 71,7 % en la zona urbana. Sin embargo, el volumen suministrado de la planta de tratamiento de Tebicuary mi es entre 6.700 y 7.300  $\text{m}^3/\text{día}$  y al restar el volumen abastecido a los municipios de Mbocayaty y Yataity, ubicados en el camino, el volumen suministrado al municipio de Villarrica corresponde apenas al 50 % de la demanda de agua (véase la Tabla 1.2.3). Razón por la cual, la ciudadanía de Villarrica se ve obligada a aguantar un horario limitado del servicio en 16 horas diarias. Además, no es posible atender a las solicitudes de nueva conexión que son entre 500 y 1.000 casos pendientes. En la zona urbana de Villarrica no existen juntas de saneamiento.

## 3) Municipios de Mbocayaty y Yataity

El municipio de Mbocayaty está ubicado a lo largo de la Ruta Nacional No.8 y aunque es pequeña su dimensión, cuenta con funciones urbanas similares a las de Villarrica y se supone una inmigración de la zona rural. Por otra parte, Yataity es un municipio tranquilo, ubicado 2 km adentro de la Ruta Nacional y no se observan elementos de gran desarrollo hacia el futuro. La tasa de crecimiento poblacional, en ambos municipios se presenta un ligero aumento en la zona urbana y una tendencia decreciente en la zona rural. Los dos municipios tenían acueducto construido por las juntas de saneamiento bajo la competencia de SENASA, pero por el agotamiento de sus pozos que eran la fuente de agua, desde hace varios años reciben el suministro de agua ramificado de la

aductora que se conectala planta de tratamiento de agua de Tebicuary mi con Villarrica. ESSAP tiene instalados medidores en el tubo ramificado a estos 2 municipios y recauda las tarifas según la lectura de los mismos. El mantenimiento de las instalaciones de suministro de agua en los municipios corresponde a las juntas de saneamiento y no interviene ESSAP.

A base de tal circunstancia, la Tabla 1.2.3 presenta una demanda de agua estimada de 2012 en los 4 municipios objeto.

**Tabla 1.2.3 Demanda de agua estimada de 2012 en los 4 municipios objeto**

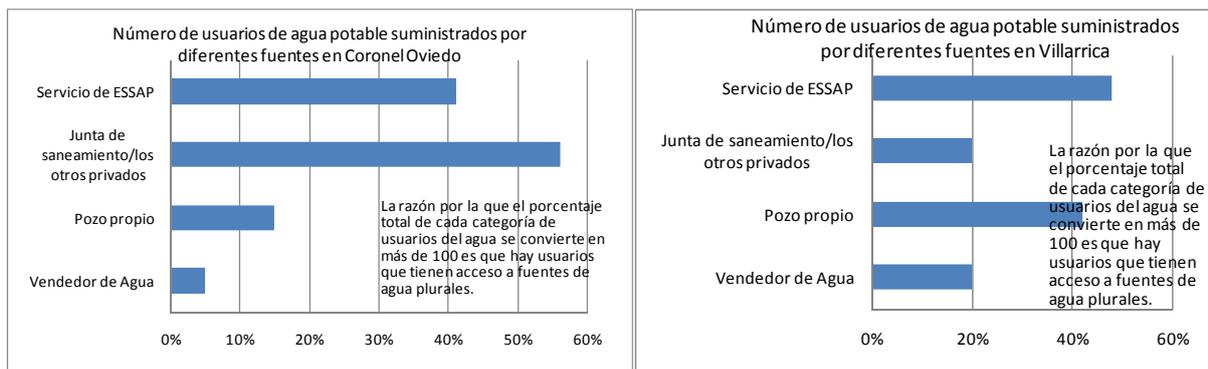
Nombre del municipio/ división	Población de 2012 (personas)	Población servida (personas)	Cobertura del suministro de agua (%)	Consumo de agua/persona/día (L/día)	Consumo medio de agua /persona/día (m <sup>3</sup> /día)	Tasa de agua contabilizada (%)	Volumen de suministro medio/día (m <sup>3</sup> /día)	Tasa de carga (%)	Volumen de suministro máximo/día (m <sup>3</sup> /día)
Coronel Oviedo	1.105.580								
Zona urbana	61.640	37.620	61,0 %	150	5.643	53,9	10.469	91	11.505
Id. (Servida por las juntas de saneamiento)		11.060	17,9 %						
Zona rural	43.940	-							
Villarrica	69.200								
Zona urbana	51.510	36.950	71,7 %	150	5.543	61,5	9.012	83	11
Zona rural (Servida por las juntas de saneamiento)	17.690	10.835	61,2 %						
Mbocayaty	7.719								
Zona urbana	2.780	2.600	80,0 %	130	338	65,0	520	77	675
Zona rural	4.939	1.000	20,2 %	130	130	65,0	200	77	260
Yataity	4.210								
Zona urbana	2.110	2.110	100,0 %	130	274	65,0	422	77	548
Zona rural	2.100								

## (2) Estudio sobre el uso de agua

En el Estudio de campo, fueron averiguadas las condiciones socioeconómicas y el estado del uso de agua en los 4 municipios a través de encuestas. Según sus resultados se resume a continuación el estado del uso de agua. Los resultados de dicho estudio constan en el apéndice 6-1.

### 1) Número de encuestas realizadas

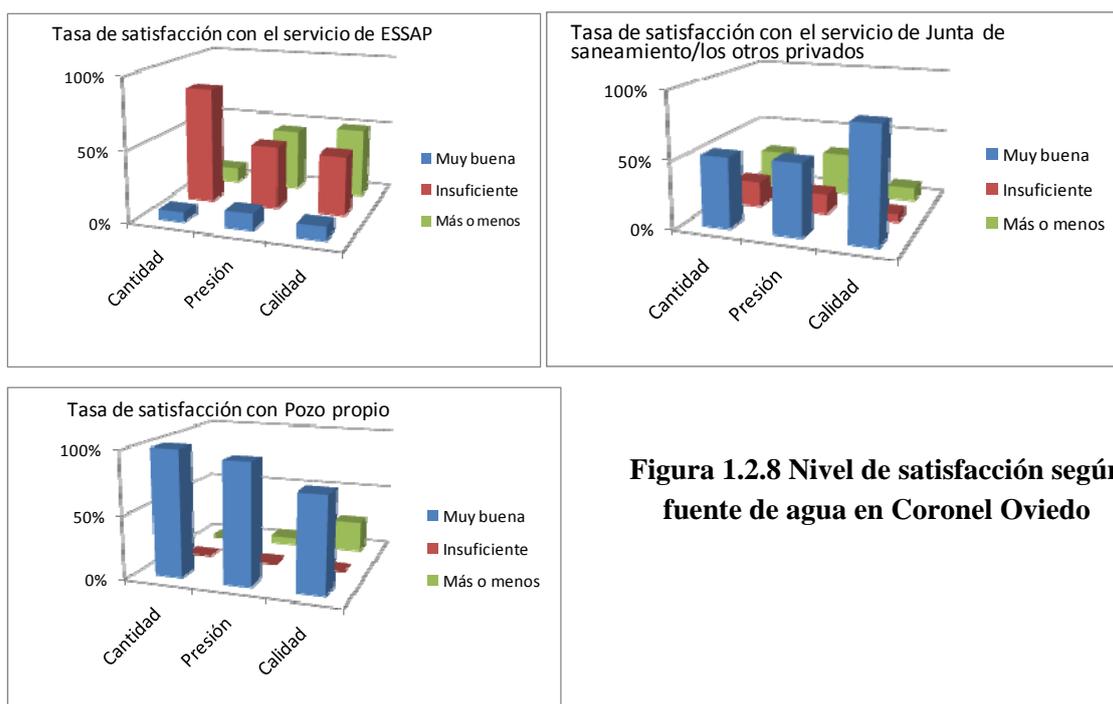
De acuerdo con la población de cada municipio, el número de hogares objeto de la encuesta fue determinado en 110 en Coronel Oviedo, 90 en Villarrica y 30 en Mbocayaty y Yataity respectivamente. Con el propósito de obtener ampliamente las opiniones de usuarios del servicio de ESSAP, juntas de saneamiento y pozos propios, tal como se observa en la Figura 1.2.7, fue ajustado el número de encuestas en Coronel Oviedo y Villarrica. Por esta razón, el número de encuestas en Coronel Oviedo corresponde en su 41% a usuarios de ESSAP, el 56% a los de juntas de saneamiento, el 15% a los de pozos propios y el 5% a los de aguateros. Asimismo, en Villarrica, el 48% a ESSAP, el 20% a juntas de saneamiento, el 42% a pozos propios y el 20% a aguateros. Si la suma de los porcentajes de usuarios de cada categoría sobrepasa el 100%, es porque existen hogares que aprovechan varias fuentes de agua.



**Figura 1.2.7 Distribución de número de diferente fuentes de agua en Coronel Oviedo y Villarrica**

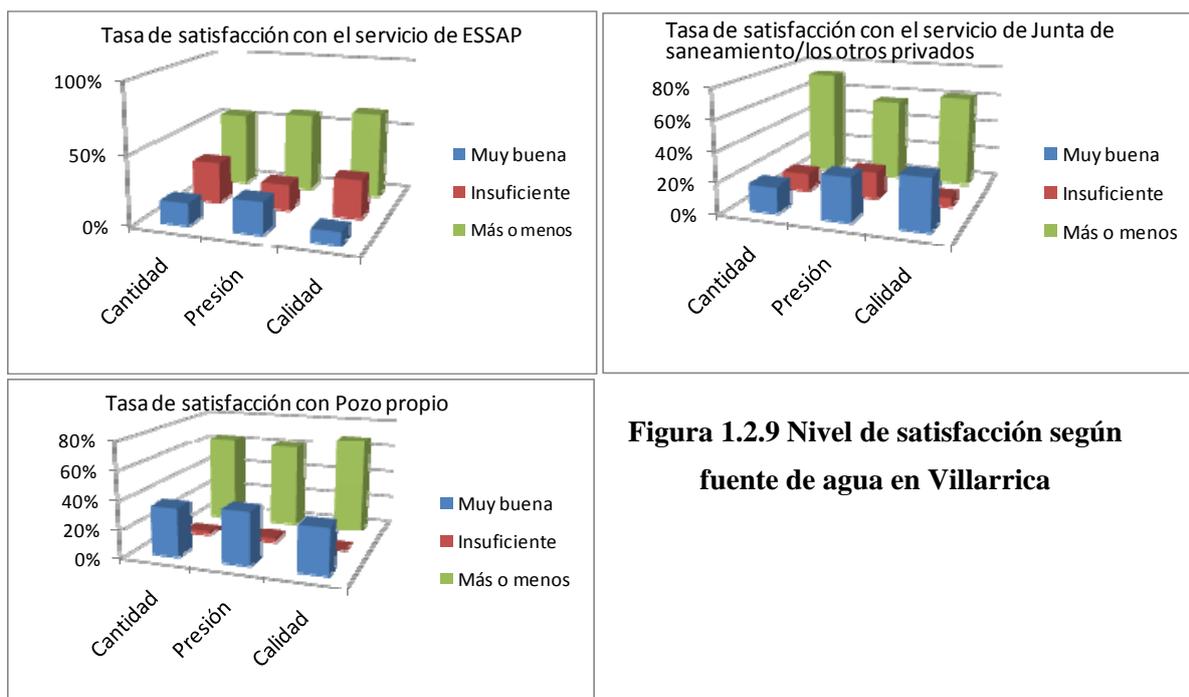
2) Nivel de satisfacción por el servicio de agua potable y fuente de agua

Según lo indicado en la Figura 1.2.8, en Coronel Oviedo es alto el nivel de insatisfacción por el servicio de ESSAP, sobre todo, respecto al caudal dicho nivel está por encima del 80%. Al contrario, por el servicio de juntas de agua es relativamente alto el nivel de satisfacción y presenta más del 80% sobre la calidad de agua. Los usuarios de pozos propios muestran alto nivel de satisfacción, por lo que actualmente son las fuentes de agua más estables.



**Figura 1.2.8 Nivel de satisfacción según fuente de agua en Coronel Oviedo**

Según lo indicado en la Figura 1.2.9, en Villarrica es bajo el nivel de insatisfacción por el servicio de ESSAP en comparación con el de Coronel Oviedo, resultando buena la evaluación de ESSAP. En cuanto a las juntas de saneamiento, no es notable la diferencia de los niveles tanto de satisfacción como de insatisfacción, pero son altos ambos con el 50 y 70 %. Los usuarios de pozos propios, al igual que en Coronel Oviedo, muestran alto nivel de satisfacción.

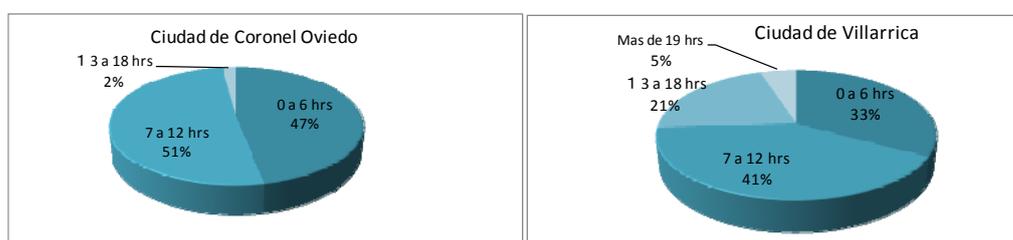


**Figura 1.2.9 Nivel de satisfacción según fuente de agua en Villarrica**

3) Evaluación del servicio de ESSAP (por parte de usuarios de ESSAP)

Según ESSAP, en ambos municipios el horario del servicio son 16 horas diarias, sin embargo, tal como se indica en la Figura 1.2.10, varía considerablemente según el distrito. Sobre todo, en Coronel Oviedo, apenas el 2% de los distritos recibe el suministro de agua por más de 13 horas, el 47% entre 0 y 6 horas y el 51% entre 7 y 12 horas. Por otra parte, en Villarrica, siendo un horario limitado, el 21% recibe el servicio entre 13 y 18 horas, lo que significa mejor condición del suministro de agua que en Coronel Oviedo.

Con respecto a las actuales tarifas de agua, según lo indicado en la Figura 1.2.11, en Coronel Oviedo el 22% de los usuarios las consideran muy caras, el 45%, caras y el 33%, adecuadas, asimismo en Villarrica, los porcentajes correspondientes son el 7%, el 42% y el 51%, respectivamente. Resulta que en Villarrica está mejor evaluado el servicio de ESSAP.



**Figura 1.2.10 Distribución del horario del servicio de agua**



**Figura 1.2.11 Evaluación de las tarifas actuales**

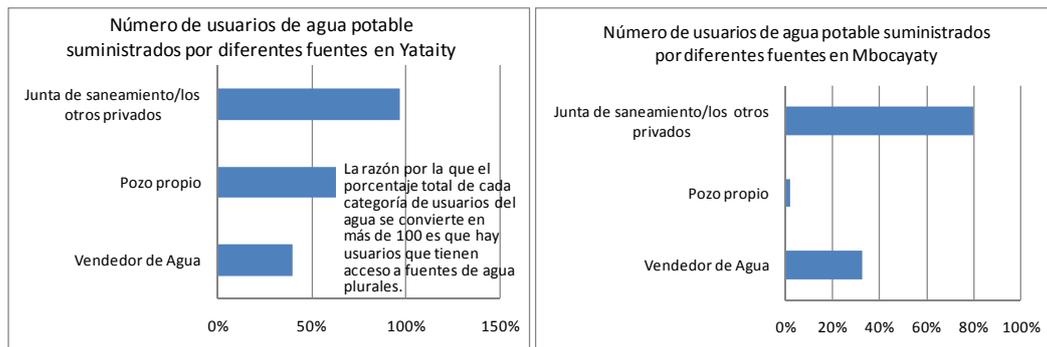
Las respuestas indican que en ambos municipios los medidores de agua de ESSAP están instalados 100% y las tarifas están pagados 100%. Sobre el monto pagado, en ambos municipios contestaron que el 98% de los usuarios está pagando más de 3 US\$. Al suponer una mejora del servicio de ESSAP, en Coronel Oviedo el 71% de las respuestas indica que aceptaría una tarifa adicional de 2 US\$ y en Villarrica el 100% indica que lo aceptaría. Sin embargo, en ambos municipios se dieron respuestas negativas a un aumento de tarifa por más de 2 US\$.

#### 4) Deseo de habitantes no usuarios de ESSAP hacia el servicio de ESSAP

En Coronel Oviedo, el 60% de los hogares no usuarios de ESSAP desea el servicio de ESSAP. En caso de ser usuarios, el 95% de los mismos tiene intención de pagar más de 2 US\$ como tarifas. Como razones por las que no desea el servicio de ESSAP, el 38% señala el aumento de la tarifa y el 46% dice que no siente necesidad.

En Villarrica, el 81% de los hogares no usuarios de ESSAP desea el servicio de ESSAP. En caso de ser usuarios, el 95% de los mismos tiene intención de pagar más de 2 US\$ como tarifas. Como razones por las que no desea el servicio de ESSAP, el 67% señala el aumento de la tarifa y el 33% dice que no siente necesidad.

#### 5) Estado de suministro de agua en los municipios de Yataity y Mbocayaty



**Figura 1.2.12 Distribución de número de diferente fuentes de agua en Yataity y Mbocayaty**

Entre las respuestas de la encuesta, el 97% corresponde a usuarios de juntas de saneamiento en Yataity y el 80% en Mbocayaty. En ambos municipios la fuente de agua pertenece a ESSAP, pero siendo las juntas de saneamiento las que llevan la administración, parece que los pobladores lo consideran como suministro de agua por las juntas de saneamiento. La proporción de los usuarios de pozos propios es alta con el 63% en Yataity y es baja con el 2% en Mbocayaty. La proporción que representan los usuarios de aguateros es relativamente alta con el 30 ó 40%.



**Figura 1.2.13 Nivel de satisfacción según fuente de agua en Yataity**



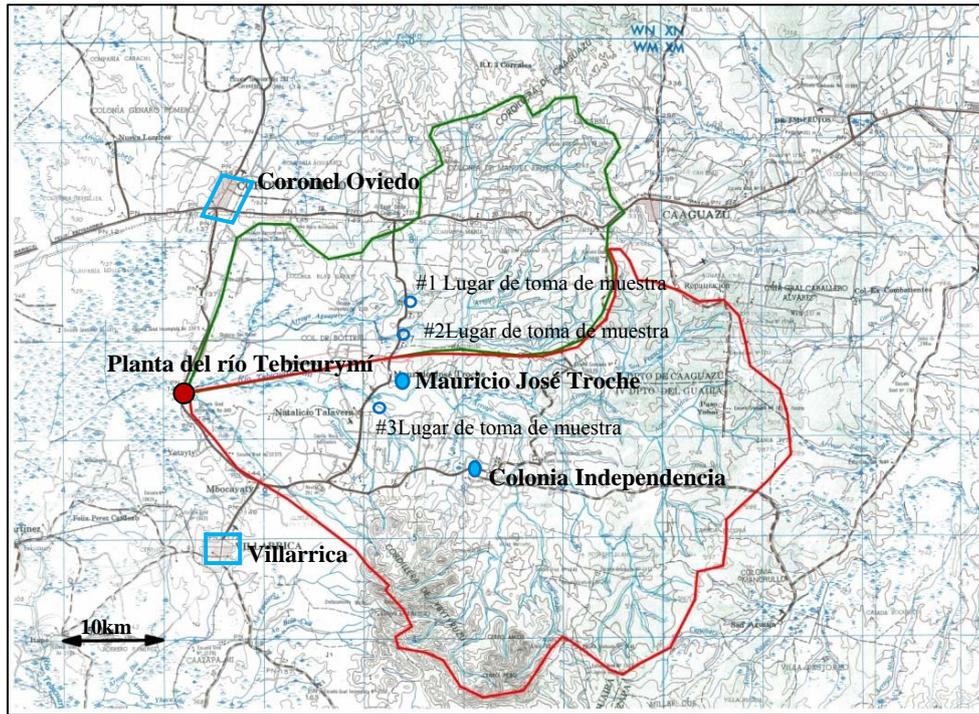
**Figura 1.2.14 Nivel de satisfacción según fuente de agua en Mbocayaty**

Entre los usuarios de juntas de saneamiento, el 10 ó 20% en Yataity muestran satisfacción por el actual suministro de agua y el 25 ó 35% en Mbocayaty, lo que significa un nivel no alto. Por lo tanto, en Yataity entre el 30 y 40% muestra insatisfacción y en Mbocayaty, entre el 20 y 40%. De los usuarios de pozos propios, en Yataity, donde hay mayor uso, el nivel de satisfacción es relativamente alto con el 50% y en Mbocayaty no es alto con el 17%. Sin embargo, puesto que en ambos municipios el 0% muestra insatisfacción, los pozos propios pueden ser fuentes de agua cómodas para los usuarios. Lo característico es que en ambos municipios hay usuarios de aguateros y presentan el mayor nivel de satisfacción entre las 3 fuentes de agua. Razón por la cual, de ahora en adelante esta fuente de agua seguirá teniendo cierto número de usuarios.

Por otra parte, es alto el porcentaje de los pobladores que desean el servicio de ESSAP, siendo el 67% en Yataity y el 63% en Mbocayaty. En caso de ser usuarios, en Yataity el 100% y en Mbocayaty el 95% contestan que están dispuestos a pagar más de 2 US\$, mostrando una buena expectativa del servicio de ESSAP. Como razones por las que no desea el servicio de ESSAP, el 80% en Yataity y el 45% en Mbocayaty señalan el aumento de la tarifa y el 20% en Yataity y el 55% en Mbocayaty dicen que no sienten necesidad.

### **(3) Estado de preservación de la cuenca del río Tebicuary mi y evaluación de la calidad de agua cruda**

El río Tebicuary mi tiene una superficie de la cuenca de 2.300 km<sup>2</sup> aprox. ubicado aguas arriba de la planta de tratamiento de Tebicuary mi y mantiene todo el año un caudal estable en la región interior. La mayor parte de la cuenca corresponde a característica zona de pasto paraguaya y se producen productos agrícolas como caña de azúcar y trigo. Casi la totalidad del agua residual domiciliar de las comunidades dispersas dentro de la cuenca se deja infiltrar en el subsuelo. La planta de tratamiento de agua residual y los botaderos de Coronel Oviedo y Villarrica, grandes ciudades vecinas, se sitúan fuera de la cuenca.



**Figura 1.2.15 Cuenca del río Tebicuary mi**

El municipio de Mauricio José Troche, ubicado aguas arriba de la planta de tratamiento de Tebicuary mi, tiene una población de 5.000 habitantes y cuenta con una fábrica nacional de alcohol de Petropar. La fábrica tiene una producción de 200 a 250 mil L/día y dicen que para producir 1 L de etanol (del 99,9 % de concentración) se dan 13 L de agua residual. Por consiguiente,  $200 \text{ m}^3 \times 13 = 2600 \text{ m}^3/\text{día}$  de agua residual con una DQO del orden de 35.000 ppm. Existen dos sistemas de drenaje: uno es el sistema convencional de floculación y sedimentación + tanques de oxidación, que consiste en diluir el agua tratada de 100-120m<sup>3</sup>/hora (con una DQO menos de 150ppm y promedio de 80ppm) hasta 20 ppm y descargarla al río Tebicuary mi. El otro es el sistema de tratamiento con membranas (de ultrafiltración o microfiltración) construido el año pasado, que consiste en recolectar el agua residual con una DQO de 30 mil ó 40 mil ppm y reutilizarla para el uso industrial, lo que permite una operación con cero descargas. Existe una sección especializada en el control de calidad de agua con el personal técnico asignado. Los resultados del análisis de calidad de agua se informan mensualmente a la Secretaría del Ambiente. La Misión observó desde el procedimiento de la producción en la fábrica hasta el tratamiento de aguas residuales, comprobando que el proceso de tratamiento está funcionando y no ocasiona problemas de carga sobre el río Tebicuary mi.

En las afueras del municipio hay un botadero compactado con un tractor y observamos gran cantidad de basura abandonada desordenadamente desde el costado de la carretera hacia el terreno bajo. En la parte baja de este botadero fluye un afluente del río Tebicuary mi. Parece ser un típico ejemplo de desarrollo urbanístico y actividades económicas que no pudieron esperar la construcción de infraestructura ambiental. Por otra parte, la Colonia Independencia, ubicada al este de este municipio, tiene cerros en el sur y fuentes de agua limpia y es conocida por la belleza de su naturaleza en el país.

La Tabla 1.2.4 presenta los resultados del análisis de calidad de agua de las muestras tomadas por la Misión del Estudio en 3 puntos de la cuenca alta del río Tebicuary mi y la boca toma de la planta de

tratamiento de Tebicuary mi. Un agua fluvial con una DQO del orden de 5 ppm no se puede llamar como fuente limpia para el acueducto, pero los demás parámetros dan valores admisibles y el análisis de calidad de agua tratada de la planta de Tebicuary mi garantiza la seguridad como agua potable. No obstante, para seguir utilizando como fuente de agua del acueducto por largo tiempo en el futuro, es necesario prevenir mayor empeoramiento de la calidad de agua. A este efecto, es importante que ESSAP coopere con los municipios, urbanistas y constructores concernientes, ejecute continuamente las medidas preventivas de ampliación de la contaminación de calidad de agua y de preservación del ambiente de la cuenca hacia el futuro. Es necesario que la parte paraguaya haga mayor esfuerzo para vigilar, preservar y mejorar la cuenca.

**Tabla 1.2.4 Resultados del análisis de calidad de agua fluvial en la cuenca del río Tebicuary mi**

Parámetro/Lugar de toma de muestra	# 1; Río Agrias	# 2; Río Tebicuary mi	#3 Río Tebicuary mi	Agua cruda de la planta de tratamiento
Olor y sabor	Sin anomalías	Sin anomalías	Sin anomalías	Sin anomalías
Temperatura (°C)	—	—	—	19
pH	7,3 (7,0)	7,0 (7,0)	7,0 (6,6)	7,1 (7,0)
Alcalinidad (como Ca CO <sub>3</sub> )	51	20	19	21
Turbiedad, NTU	12,7	17,8	19	21
Color (nivel de apariencia)	80	80	80	120
Electroconductividad	109	50	43	47
Sustancia total disuelta	78	35	30	36
Hierro, ppm	0,05	0,05	0,07	0,05
Manganeso	0,05	0,02	0,035	0,05
Demanda Química de Oxígeno (DQN)	6	3	4	5
Ion cloro (Cl <sup>-</sup> )	1	1	1	
Tenso activoaniónico	0,075	0,075	0,075	0,075-0,08
Nitrógeno amoniacal	0,2	0,2	0,2	0,2
Nitrógeno nitrito	0,02	0,02	0,035	0,02
Nitrógeno nitrato	1,0	1,5	1,0	1,0
Oxígeno disuelto (OD)	-	-	-	7

Nota) □ indica los lugares donde se tomó la muestra de agua en la cuenca del río Tebicuary mi, según la Figura 1.2.15. La unidad es mg/L, excepto las expresadas.

#### (4) Terrenos de las nuevas instalaciones de tratamiento de agua

Las instalaciones de tratamiento de agua existentes se encuentran en un terreno de forma trapezoidal a la orilla izquierda del río Tebicuary mi y en el lado sur de las instalaciones existe un terreno terraplenado de forma triángulo con 2 casetas de alojamiento de personal. La propiedad de ESSAP, incluyendo dichos terrenos, se extiende unos 100 m al sur a lo largo de la Ruta Nacional y es una tierra pantanosa con una altitud 2 ó 4 m más baja que el terreno terraplenado. Entre las instalaciones de tratamiento de agua y el terreno terraplenado del lado sur existe una depresión en forma de tanque que es el antiguo lecho del río, y la parte más profunda alcanza 6 ó 7 m desde la superficie del suelo. Este tanque y la tierra pantanosa entra el agua de curso arriba quedan anegados cuando sube el nivel de agua del río y sirven de tanque para prevenir inundaciones. La nueva instalación de tratamiento de

agua tiene precondition de ser construida dentro del terreno de ESSAP, pero el terreno terraplenado existente es demasiado angosto y el lado del tanque donde para el antiguo lecho del río puede que tenga un suelo brando, lo que significa alto riesgo para construir instalaciones. Asimismo, el terreno para la nueva instalación de tratamiento de agua será terraplenado a una altitud libre de los impactos de inundaciones bajo la responsabilidad de la parte paraguaya y desde el punto de vista de la disponibilidad del tiempo de obra, es fundamental reducir en lo posible el volumen del material de terraplenado. Bajo estas condiciones, juzgamos lo más adecuado terraplenar y allanar, como terreno para la nueva instalación de tratamiento, el terreno terraplenado existente y el terreno pantanoso colindante del lado sur (75 mLx70 mW) que tiene relativamente menor diferencia de nivel (2 ó 3 m).



**Figura 1.2.16 Estado del terreno para la planta**

**(5) Medidas contra inundaciones y altura del terreno a preparar para la construcción de nueva planta**

La planta de tratamiento de Tebicuary mi fue azotada por grandes inundaciones en los últimos 20 años en 3 ocasiones: 1990, 1995 y 2010. En particular, las inundaciones ocurridas en abril de 2010 provocaron una subida histórica de nivel de agua que dejó toda la planta anegada. Esto ocasionó una paralización de la planta durante 2 semanas afectando gravemente la vida de la ciudadanía de Coronel Oviedo y Villarrica. En abril de 2013 hubo otra inundación y el nivel de agua subió casi al suelo de la caseta de Bomba de captación de agua, pero no provocó la paralización de la planta.

Aprovechando la experiencia de inundaciones ocasionadas cada varios años, ESSAP tiene preparado un manual para atender a inundaciones. Tomó las siguientes medidas en el momento de la inundación de 2010.

En la inundación de 2010, en función de la subida del nivel de agua, la planta de tratamiento tomó las medidas tales como la suspensión del servicio eléctrico de ANDE, retirado de las bombas de captación, agua tratada y lavado del fondo y motores de inyectores de productos químicos y traslado a posiciones altas, traslado de paneles de distribución eléctrica y producto químicos. Para los 2 municipios que quedaron sin el suministro de agua, solicitó a la Secretaría de Emergencia Nacional el envío de

cisternas y dio un aviso público mediante diarios sobre el estado de daños, envió adicional de cisternas y su ruta de servicio tratando de mitigar la inquietud de la ciudadanía. Una vez bajado el nivel de agua, la ESSAP Central también envió unidades de apoyo para limpiar y desinfectar las instalaciones anegadas y restaurar las maquinarias trasladadas.

La inundación ocurrida en abril de 2010 marcó el nivel histórico más alto, dejando las siguientes la planta de tratamiento.

- Sobre el suelo de la sala de bomba de captación (EL119,85 m) +1,2 m =121,05 m
- Sobre el suelo del depósito (EL120,11 m) +0,46 m =120,57 m

La sala de bomba de captación, por ubicarse cerca del río, es susceptible al impacto de las olas por el viento y el depósito, por ubicarse unos 50m más adentro y bajo techo, recibe menos impacto de olas, lo que da la diferencia de las huellas del nivel de agua. De esto, suponemos que el nivel de agua de inundación fue entre 120,5 y 121,0 m. La altitud del terreno de la nueva instalación de tratamiento será EL121,5 m para prevenir los impactos de inundación, de esta manera, aun con una inundación de magnitud de 2010, será asegurado un margen de 0,5 a 1,0 m.

La obra de terraplenado del terreno para la construcción de la nueva instalación de tratamiento de agua se hará a cargo de la parte paraguaya. El resumen de la obra se estima como siguientes:

- 1) Terraplenado:
 

Superficie a rellenar: 2.800 m <sup>2</sup> ,	}	30.000m <sup>3</sup> aprox.
Altura del terraplén: 2 m→ 5.600 m <sup>3</sup>		
Superficie del pantano a rellenar: 5.200 m <sup>2</sup> ,		
Altura del terraplén: 5 m→26.000 m <sup>3</sup>		
  
- 2) Mampostería o muro de gaviones:
 

Extensión del muro del terreno rellenado existente: 170 m,	}	1.540m <sup>2</sup> aprox.
Altura del muro: 2m→ 340 m <sup>2</sup>		
Extensión del muro del pantano a rellenar: 240 m,		
Altura del muro: 5 m→1.200 m <sup>2</sup>		
  
- 3) Camino de acceso: Entre la Ruta Nacional No.8 y el terreno terraplenado, con un ancho de 5 m, una longitud de 30 m aprox., terraplén y atraviesa el canal de agua (tubo de hormigón armado)

#### **(6) Frecuencia de apagones y necesidad de generador eléctrico de emergencia**

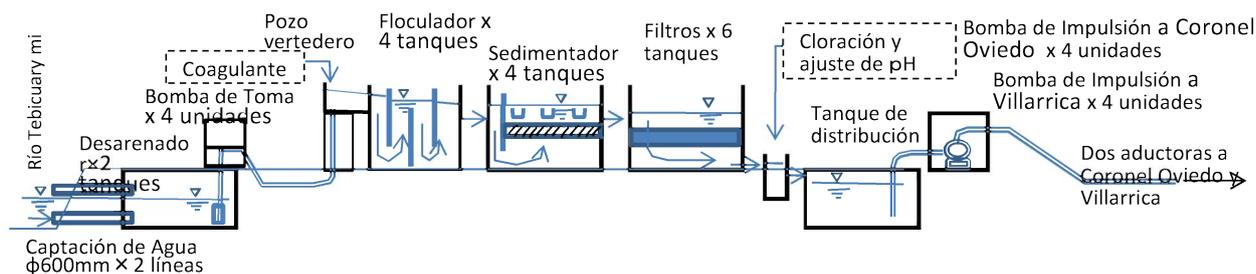
La planta de tratamiento de agua de Tebicuary mi se abastece de la energía eléctrica de ANDE. Dada la importancia del suministro de agua potable, dos líneas eléctricas cubren la planta. Normalmente la planta recibe la energía eléctrica de la línea proveniente de la subestación de Coronel Oviedo abastece la planta y en caso de dificultades como las fugas accidentales, cambia a la línea proveniente de la subestación de Pasope, ubicada a unos 30 km al sur. No obstante, la línea eléctrica de Pasope, debido a

su distancia desde la planta de tratamiento de agua, produce la bajada de la tensión eléctrica. En los últimos años, son pocos los apagones largos y ocurren algunas veces al mes apagones del orden de 10 minutos, por lo que es limitativo el impacto de apagones a las actividades de suministro de agua. Teniendo en cuenta la mejora de las condiciones de la energía eléctrica, se considera que no es alta la necesidad de generador eléctrico de emergencia. En efecto, la planta existente cuenta con un generador eléctrico instalado en el momento de la construcción de la planta, por el hecho de que está averiado y abandonado, no parece que sean alarmantes las condiciones de la energía eléctrica.

## 1-2-4 Instalaciones y Equipos Existentes

### (1) Estado de instalaciones y equipamientos existentes

La planta de tratamiento de Tebicuary mi fue construido en 1986 en el margen izquierdo del río Tebicuary mi. La Figura 1.2.17 presenta el sistema de la planta de tratamiento. La toma de captaciones un tubo saliente en el río y el agua cruda, una vez pasada por el desarenador, se bombea a las instalaciones de tratamiento. La Tabla 1.2.5 presenta el estado de cada una de las instalaciones que forman el sistema.



**Figura 1.2.17 Sistema existente de tratamiento de agua en la planta de Tebicuary mi**

**Tabla 1.2.5 Estado de las instalaciones de la planta existente**

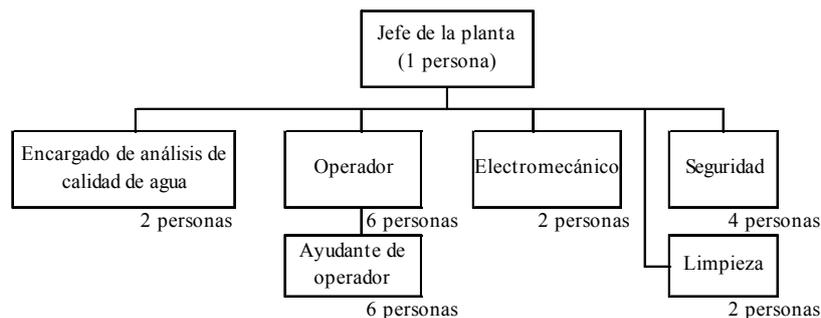
Instalaciones	Forma/ dimensiones	Estado actual/ Observaciones
Boca de captación	Tubo dúctil de $\phi 600\text{mm}$ , 2 tubos apilados, Velocidad de corriente $V=0,65\text{ m/s/tubo}$	La velocidad de la corriente en el tubo de captación es $0,65\text{m/s}$ y no hay problemas. No es posible abrir y cerrar la compuerta y husillo del desarenador por estar corroídos. La ausencia de la medición de nivel de agua no permite conocer el estado del curso fluvial. Se ha habituado la captación del tubo inferior, lo que obliga tomar agua cruda mezclada con la arena del fondo del río.
Desarenador	$1,5\text{ mW} \times 6,0\text{ mL} \times 7,8\text{mH} - 2$ unidades, estructura de hormigón armado	Es deficiente el efecto desarenador (la carga superficial $650\text{mm/min}$ . equivalente al 30%). La compuerta está averiada. Como que cuesta evacuar y no puede entrar operador en el tanque, no es posible eliminar la arena sedimentada en el fondo.
Bomba de captación de agua	Bomba centrífuga con eje vertical, $60\text{L/s} \times 12\text{m}$ de presión $\times 15\text{Hp} \times 4$ unidades, 3 permanentes y 1 de reserva	Se está enviando gran cantidad de arena mediante una Bomba de captación de agua al sistema de tratamiento de agua. La fricción entre los rodetes y el eje de la bomba baja la eficiencia de la bomba. Por estar una unidad averiada (en reparación en Asunción), está instalada una bomba sumergible en el desarenador para complementar la operación.
Vertedero/inyección de coagulante	Aforador de canal Parshall, inyección de sulfato de aluminio y calcio en el canal	La superficie del canal Parshall está corroída por el sulfato de aluminio, haciendo salir agregados de cemento en la pared del canal. Al comparar con los resultados del caudalímetro con rodetes, el canal Parshall presenta un margen de error del 15 al

	inclinado	20%. A partir de la medición del caudal, se ha calculado un caudal de 14.000-15.000 m <sup>3</sup> /día.
Floculador	Tipo corrientes ascendente y descendente 3 tanques x 4 filas, 3 mezcladores/fila, tiempo de retención: 30 minutos, estructura de hormigón armado	Es suficiente el tiempo de retención. Todos los mezcladores están averiados y fuera de uso (falta de fuerza G). Sin embargo, se están formando flóculos relativamente buenos. Debido a que gran cantidad de arena del agua cruda se sedimenta en el floculador (30-40 cm de espesor en la 1ª tanque), se le da lavado mensual. Las viguetas durmientes de la salida y entrada se encuentran en mal estado y el cuerpo de la válvula de drenaje y su eje están corroídos, lo que dificulta detener el agua.
Sedimentador	Tipo tubos inclinados con corriente ascendente, 4,5 mW×6,4 mL×3,8 mH-4 filas, estructura de hormigón armado	La carga superficial es 135 m/día (Norma: 115 m/día), el 17% mayor que la norma. Por falta de mecanismo de evacuación de lodo, se vacían mensualmente los tanques y se lavan con el agua a alta presión (tarda 1,5 horas). Las válvulas de drenaje de los sedimentadores No. 2 y 4 producen fugas.
Filtro	Tipo equilibrio natural, 2,1 mW×4,2 mL-6 filas, Velocidad de filtración 292m/día, lavado superficial + lavado de fondo, 2 capas filtrantes (30 cm de arena + 5cm de antracita), estructura de hormigón armado	El tiempo de filtración es de 8 a 10 horas y a juicio del operador observando la bajada de la turbiedad del agua filtrada, se da un lavado de fondo. El quipo rotatorio de lavado superficial funciona sólo en el filtro No.4 y los demás equipos están averiados. El filtro No.5 estaba en reparación desde hace 9 meses para cambiar la arena filtrante y dijeron que no sabían cuándo terminaría. (En octubre el cambio estaba completo y el filtro funcionaba.) El tiempo de lavado de fondo es 10 minutos, al criterio del operador. Existen dos bombas de lavado de fondo: una en buen estado y la otra averiada.
Reservorio de agua tratada	Pozo de bomba de lavado de fondo (capacidad 103 m <sup>3</sup> ), bomba de impulsión (capacidad 374m <sup>3</sup> ), estructura de hormigón armado	Una vez inyectado el cloro, el agua se envía al reservorio para la bomba de lavado de fondo (incluyendo la de lavado superficial) y luego entra en el pozo bomba de impulsión. En la limpieza del pozo de bomba de lavado de fondo que se hace una vez al año, participó toda la plantilla y se dedicó a trabajo duro de extraer 1,5m <sup>3</sup> de sedimentos mezclados con la arena filtrante y la antracita mediante un relevo de cubetas desde las 5 de la mañana hasta el mediodía.
Bomba de impulsión	Bomba de volute de autosucción con eje horizontal (108m <sup>3</sup> /h, 75kW)-8 unidades (Para Coronel Oviedo y Villarrica, 3 permanentes y 1 de reserva respectivamente)	Comentaron que para atender al aumento del volumen de agua enviada, en el pasado cambiaron el motor por otro de alta velocidad y desde entonces, la parte conectada de la bomba con el motor se calentó, lo que les obligó a enfriarla con el agua. No es muy claro el efecto del cambio del motor. El volumen de agua tratada enviado, medido 24 horas con un caudalímetro ultrasónico en el Estudio local, son 6.638 m <sup>3</sup> para Coronel Oviedo y 7.426 m <sup>3</sup> para Villarrica, con un total de 14.060 m <sup>3</sup> /día.
Tanques de químicos	Tanque de disolución de sulfato de aluminio (2,1 m <sup>3</sup> )-3 unidades, Tanquede disolución de cal apagada (1,0 m <sup>3</sup> )-2 unidades, inyector de gas de cloro (cilindro de 1 t)	Echar dos bolsas de sulfato de aluminio de 50kg en la tanque de disolución para preparar una solución del 5% de concentración. Echar 1 bolsa de cal apagada de 20kg para preparar una solución del 2%. Tanto para el sulfato de aluminio como para la cal apagada, una de las dos bombas de inyección está averiada. La dosis de inyección del gas de cloro es el orden de 42 kg/día, lo que equivale a 2,5 ppm sobre el volumen de agua tratada a enviado de 14.000 m <sup>3</sup> /día.
Otros equipamientos	Oficina del jefe de la planta, laboratorio de análisis de calidad de agua, almacén, etc.	Todos se encuentran dentro del edificio existente y están bien manejados.

## (2) Estado de administración operativa de las instalaciones

### 1) Sistema de administración operativa

La planta de tratamiento de agua de Tebicuary mi pertenece a la gerencia regional de la ESSAP Central y como se observa en la Figura 1.2.18, cuenta con un total de 23 funcionarios incluyendo el jefe de la planta. Puesto que la planta trabaja durante las 24 horas, los funcionarios están divididos en 4 grupos y se dedican a la operación y manejo del sistema de tratamiento de agua por turno de 12 horas. La operación de las instalaciones y las revisiones y reparaciones diarias de los equipos serán atendidas por operadores y electromecánicos y si se trata de una reparación de avería de equipo que no pueda ser atendida, comunican a la sede ESSAP y lo envían al taller de Asunción según necesidad. Los encargados del análisis de calidad trabajan por turno de 12 horas diurnas y realiza el debido análisis de calidad de agua cada hora. El análisis de calidad de agua nocturno lo hacen los operadores de turno. En caso de emergencias como las inundaciones y de la limpieza del reservorio que se hace una vez al año, no es posible atenderlo sólo con la planilla, solicita el apoyo de la gerencia regional de la ESSAP Central. El trabajo de planificación y diseño de mejoramiento de instalaciones corresponde a la ESSAP Central.



**Figura 1.2.18 Organigrama de la planta de tratamiento de agua de Tebicuary mi**

El método de administración operativa de la planta consiste en registrar diariamente en una hoja del diario de operación el tiempo de operación de cada una de las bombas de impulsión y las de agua tratada para Coronel Oviedo y Villarrica, la dosis de los químicos como el cloro y coagulantes, la frecuencia del lavado de fondo y el estado de operación de los filtros, con el propósito de tener conocimiento de los registros horarios de las actividades de operación y mantenimiento de todos los equipos. Dichos registros firmados por un responsable de la unidad encargada se entregan al jefe de la planta y se envían mensualmente a la Gerencia regional de la ESSAP Central junto con los resultados del análisis de calidad de agua. La Gerencia resume las informaciones de las plantas de tratamiento del país en forma de un informe mensual para tener conocimiento del estado de administración operativa de cada planta y aprovecharlo para dar instrucciones de mejoramiento a cada oficina regional.

### 2) Volumen de agua tratada enviada y capacidad de la planta de tratamiento

Debido a que la planta de tratamiento de Tebicuary mi no cuenta con medidor instalado en la

aductora, ESSAP tiene calculado el volumen de agua suministrado al municipio, multiplicando el caudal nominal de impulsión de agua por el número de horas trabajadas y el número de unidades de bomba. En el presente Estudio, para conocer el estado real del volumen de envío del agua tratada, instalamos un caudalímetro ultrasónico sobre el caudalímetro en los días del 24 y 25, contando con la colaboración de la gerencia de agua no contabilizada de ESSAP y medimos 24 horas el volumen de agua enviada de la planta de tratamiento a Coronel Oviedo y Villarrica. Los resultados fueron 6.640 m<sup>3</sup>/día para Coronel Oviedo y 7.430 m<sup>3</sup>/día para Villarrica (incluyendo dos municipios pequeños), un total de 14.070 m<sup>3</sup>/día. En ese momento estuvieron trabajando en forma regular 3 unidades de bomba de agua tratada, por lo que el caudal de agua media tratada /día en la planta se calcula en 14.000 m<sup>3</sup>. Por otra parte, el caudal entrante de los mismos días según el caudalímetro ultrasónico instalado en el centro de distribución fueron 5.830 m<sup>3</sup>/día. Por consiguiente, suponemos que hubo fugas de unos 800 m<sup>3</sup> (equivalente al 12% del volumen de agua enviada) de la aductora (de 23 km aprox.) que comunica la planta de tratamiento con el centro de distribución.

### 3) Análisis de calidad de agua en la planta de tratamiento de Tebicuary mi

La planta de tratamiento tiene asignadas dos químicas especializadas en el análisis de calidad de agua, las mismas se encargan de realizar el análisis de calidad de agua de agua cruda y agua tratada según los parámetros y la frecuencia de análisis establecidos por ESSAP (Tabla 1.2.6). Además, cada dos semanas se envía un especialista del departamento de control de calidad de agua de ESSAP para tener conocimiento de los problemas en la realización del análisis de calidad de agua y llevar el agua cruda a la sede con el fin de analizar los parámetros que no son analizables (incluyendo los del análisis biológico) en la planta y se resumen sus resultados en forma de un informe mensual. Al cotejar los resultados del análisis de calidad de agua realizado con un kit sencillo traído por la Misión con los resultados obtenidos en la planta, hemos confirmado que es suficientemente fiable la capacidad de análisis de calidad de agua que tiene ESSAP.

**Tabla 1.2.6 Norma de ESSAP para el análisis de calidad de agua**

Fuente de agua	Parámetro de análisis	Frecuencia	
Aguas superficiales	pH, Turbiedad, Color, Alcalinidad, Conductividad eléctrica	Cada hora	
	Agroquímicos	Cada medio año	
	Parámetros otros	Cada mes	
	Bacterias	Cada mes	
	COD, BOD	Cada semana	
Agua subterránea	Parámetros sicoquímicos	Cada semana	
	Bacterias	Cada semana	
Agua tratada (en planta de tratamiento de)	pH, Turbiedad, Color, Cloro libre, Alcalinidad, Conductividad eléctrica	Cada hora	
	Parámetros otros	Tiempo regulado	
	Bacterias	Cada mes	
Red de distribución	Bacterias	Población agua suministrada: 10~100 mil	Cada dos semanas
		Población agua suministrada: 100~500 mil	Cada semana
		Población agua suministrada: 500 mil ~1 million	Cada día

La Tabla 1.2.7 presenta un resumen semanal hecho por la Misión de los resultados del análisis de calidad de agua realizado en la planta de tratamiento de Tebicuary mi según la etapa del proceso potabilizador, desde enero del año en curso hasta el periodo del Estudio local. Según el resumen, el comportamiento del agua cruda es el siguiente: temperatura de agua 12-30°C, pH 6,7-7,2,

alcalinidad 11-26 mg/l, turbiedad 8,8-238 NTU, color aparente 30-540 grados y electroconductividad 33-73 $\mu$ s/cm, lo que muestra que está afectada directamente de las condiciones naturales en la cuenca y las estaciones. Respecto al estado de operación, a veces se observa una alta turbiedad por encima de la norma de calidad de agua del país. De esto se deduce un difícil estado de operación debido al deterioro de los filtros existentes y el arrastre de la arena filtrante.

**Tabla 1.2.7 Resultados del análisis de calidad de agua de la planta de tratamiento de Tebicuary mi**

Fecha de análisis Año 2013	Agua cruda			salida del tanque de sedimentación		salida del filtro	Agua tratada		
	pH/Alcalinidad	Trubiedad/color	Conductividad E. temperatura	pH/Alcalinidad	Trubiedad/color	Trubiedad/color	pH/Alcalinidad	Trubiedad/color	Conductividad E. Cloro residual
1/4	7.1/ 22	32~75/ 150~220	52~57/ 24~28	6.1~6.3/ 12~13	12.1~6.5/ 20~30	1.2~11.1/ 3~15	6.8~7.3/ 20~25	2.0~5.0/ 3~10	82~88/ 2.5
1/11	7.0/ 21~22	57~79/ 180~220	50~54/ 28~30	6.3~6.9/ 10~16	5.7~8.8/ 10~16	1.0~13.1/ 3~30	6.9~7.3/ 20~29	1.9~4.0/ 3~8	92~103/ 2.5
1/18	7.0/ 20	12.4~16.1/ 60~75	58~65/ 28~29	6.3~6.8/ 8~12	2.1~4.0/ 3~8	0.1~3.3/ 3	7.0~8.5/ 20~35	1.0~6.8/ 3~10	92~110/ 1.5~2.5
1/25	7.1/ 21	8.8~10.9/ 30~50	60~73/ 26~28	6.8/ 13	4.1~4.2/ 8	0.5~5.0/ 3~10	7.1~7.9/ 20~29	1.2~3.3/ 3	97~129/ 2.0~2.5
2/1	7.1~7.2/ 22~23	18~26.4/ 80~110	58~64/ 27~30	6.7~6.8/ 12~15	4.8~9.0/ 8~30	1.2~5.5/ 3~8	7.0~7.4/ 19~28	2.0~3.6/ 3~5	87~97/ 2.1~2.5
2/8	7.1~7.3/ 23~25	21~29.6/ 110~130	59~64/ 27~28	6.7~6.8/ 13~14	4.6~7.7/ 8~15	0.6~4.9/ 3~8	6.9~7.8/ 18~30	1.2~4.4/ 3~8	90~103/ 2.5~3.0
2/15	7.0/ 19~20	60.7~86.4/ 180~240	46~50/ 24~26	5.9~6.4/ 7~12	7.1~10/ 15~30	0.7~4.1/ 3	7.0~7.7/ 18~28	1.1~3.5/ 3~8	82~102/ 1.8~2.5
2/22	6.8/ 14~18	110~149/ 300~340	38~45/ 25~27	5.0/ 4~5	5.9~9.8/ 10~30	0.9~4.7/ 3	6.8~8.1/ 13~18	2.2~4.1/ 3~8	91~126/ 1.5~2.8
3/1	7.1~7.2/ 24~26	25.9~30.5/ 120~130	67~70/ 24~28	6.3~6.8/ 10~15	4.9~10.5/ 8~15	0.9~3.9/ 3~13	7.0~7.5/ 22~29	1.5~2.8/ 3	103~119/ 2.0~2.5
3/8	6.8~6.9/ 16~19	96.2~238/ 260~540	37~53/ 23~26	5.0~5.2/ 3~4	7.2~9.8/ 15~20	0.9~4.2/ 3~5	6.8~6.9/ 16~19	3.3~4.5/ 3~8	104~123/ 1.8~3.0
3/15	6.8/ 18~20	76.7~107/ 220~280	44~48/ 22~24	5.0~5.5/ 4~8	5.5~6.9/ 10~15	0.8~2.0/ 3~5	6.4~7.3/ 17~22	1.3~3.6/ 3~5	95~105/ 2.2~3.0
3/22	7.0~7.1/ 23~24	32.4~39.6/ 130~140	57~62/ 22~25	6.3~6.7/ 9~13	5.9~8.2/ 8~20	1.1~5.0/ 3~10	6.9~7.3/ 18~24	1.7~3.5/ 3~5	98~108/ 2.2~2.8
3/29	7.0~7.1/ 22~23	20.5~23.2/ 100~110	60~63/ 24~26	N/A	5 días vacaciones Pascua	N/A	6.9~7.3/ 19~23	2.0~3.4/ 3	110~113/ 2.5
4/5	7.0/ 20	69.6~76/ 160~180	44~53/ 22~24	5.7~6.1/ 7~10	5.0~19/ 10~80	0.1~2.5/ 3~8	6.4~7.2/ 18~25	1.6~3.2/ 3	82~92/ 2.2~3.0
4/12	6.9/ 14	117~237/ 310~430	57~59/ 16~21	5.4~5.8/ 3~11	4.8~14.4/ 8~70	1.1~9.0/ 3~20	6.8~7.1/ 15~18	3.0~4.1/ 3~8	94~103/ 2.5~2.8
4/19	7.0/ 20	33.6~43.5/ 130~140	49~56/ 17~21	6.1~6.4/ 8~12	6.9~9.3/ 15~25	1.0~5.7/ 3~10	6.9~8.0/ 18~30	3.2~4.0/ 3~5	87~94/ 2.2~2.5
4/26	7.1/ 23	18.5~26.5/ 80~120	55~63/ 19~22	6.5~6.8/ 9~15	8.1~10.2/ 20~30	0.9~7.2/ 3~10	6.9~7.2/ 20~24	2.8~5/ 3~10	92~98/ 2.0~3.0
5/3	7.1/ 18~20	33.8~41.2/ 130~150	50~53/ 20~25	6.1~6.8/ 8~13	5.1~8.8/ 15~20	0.4~3.3/ 3	6.8~7.6/ 17~24	2.4~3.9/ 3~5	80~88/ 1.4~2.5
5/10	7.0/ 16	24.6~45.1/ 130~180	43~47/ 14~18	6.1~6.2/ 7~8	3.6~7.1/ 5~18	0.4~3.8/ 3~8	6.9~7.0/ 14~22	1.8~3.8/ 3~8	76~93/ 2.5
5/17 Inundarse con agua del	6.7~6.8/ 11~12	42~88/ 180~260	26~37/ 12~17	5.1~5.2/ 4~5	10.4~13.0/ 30~35	no funciona debido a la inundación	6.7~6.9/ 8~13	3.6~5.3/ 5~10	68~87/ 2.5~3.0
5/24	6.9/ 15	50~63/ 180~220	45~53/ 15~18	5.5~6.3/ 4~8	7.5~8.8/ 15~30	0.3~6.0/ 3~15	6.8~7.1/ 15~27	2.6~4.0/ 3~8	94~115/ 2.5
5/31	7.1/ 26	30.3~37.4/ 130~140	50~54/ 15~19	6.4~6.8/ 10~15	5.0~7.8/ 10~15	0.6~5.5/ 3~10	6.8~7.1/ 18~22	2.3~3.9/ 3~6	81~94/ 2.0~3.0
6/7	7.0/ 22	21.2~24.8/ 100~120	48~51/ 15~19	6.1~6.6/ 7~11	6.8~10.9/ 15~30	1.1~6.0/ 3~15.0	6.8~7.4/ 18~24	2.9~4.8/ 3~8	84~95/ 2.5~2.8
6/14	7.1/ 20~21	20~108/ 100~300	48~52/ 17~19	6.8/ 12~14	5.2~7.5/ 10~15	0.5~4.5/ 3~8	7.2~7.5/ 19~28	1.7~3.3/ 3	81~92/ 2.5
6/21	6.8/ 13	109~158/ 300~350	33~39/ 15~17	5.1~5.3/ 3~5	9.6~14/ 25~35	0.8~6.1/ 3~10	6.8~7.4/ 12~13	3.0~4.0/ 3~8	80~93/ 2.5

A partir de los datos del análisis de calidad de agua arriba mencionados, se considera lo siguiente sobre la calidad de agua cruda del río Tebicuary mi.

- A) Olor y sabor anormales: No detectados
- B) Temperatura de agua: En comparación con los grandes ríos como el río Paraguay, la cuenca alta de la planta de tratamiento de Tebicuary mi es más susceptible al impacto de la temperatura atmosférica, pero siendo entre 12 y 30° C la temperatura anual de agua y entre 2 y 5° C la diferencia diaria de la temperatura, no se observa un cambio drástico de la temperatura.

- C) pH: Muestra valores casi neutrales de 6,7 a 7,1 y son relativamente estables. Cuando el nivel de agua es alto, aumentan materiales turbios y baja un poco pH a alrededor de 6.8. Mientras que en el estiaje, baja la turbiedad y pH da valores de 7,1 a 7,2. En cuanto a la relación entre pH del agua cruda y la dosis de sulfato de aluminio, el agua cruda no tiene casi ninguna capacidad amortiguadora y estos dos elementos se encuentran en una relación tipo función lineal (véase el apéndice 6-6).
- D) Alcalinidad: El nivel de alcalinidad baja cuando sube el nivel de agua con alta turbiedad y aumenta en el estiaje con baja turbiedad, variando en un rango de 11 a 26mg/l. Puesto que alto nivel de turbiedad y color exige el uso de mayor cantidad de coagulantes, lo que consume el nivel de alcalinidad y el insuficiente nivel de alcalinidad provoca una floculación deficiente (véase el apéndice 6-6).
- E) Turbiedad: En la cuenca donde está ubicada la planta de tratamiento de Tebicuary mi, existen pocos bosques y zonas con poca cobertura vegetal. Por esta razón, cuando llueve y aumenta el nivel de agua, con el arrastre de arena y tierra aumenta rápidamente la turbiedad y baja también rápidamente. Además, no hay protección artificial de cauces, se sedimentan la arena y lodo en las orillas planas y por otra parte pastos colindantes con el río forman barrancos, lo que constituyen factores para aumentar la turbiedad. Se observa que la turbiedad varía anualmente en el rango de 10 a 300 NTU.
- F) Color: En la planta se mide el color aparente, por lo que el valor analizado varía junto con la turbiedad. Por lo general, cuando aumenta el color, sube la DQO. Esto se debe a que entra en el río gran cantidad de materiales orgánicos coloridos (sustancias húmicas) existentes sobre la superficie de terrenos pantanosos y pastos, siendo absorbidos o disueltos en partículas de la tierra.
- G) Oxígeno desvuelto: El oxígeno disuelto (OD) representa cerca del 80% de la cantidad disuelta saturada a la temperatura dada de agua, lo que indica que es una cuenca fluvial aerobia. A una temperatura de agua de 18 a 19° C, contiene 7mg/l de oxígeno, lo que significa una calidad de agua sana.
- H) Compuestos nitrogenados (nitrógeno amoniacal, nitrato y nitrito): El ion amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) se forma con la descomposición de la proteína. Si existe gran cantidad de ion amonio, significa una abundante provisión de sustancias proteínicas en la cuenca alta, lo que puede suponer una contaminación por aguas residuales domiciliarias y la entrada de fertilizantes amoniacales. Además, la urea contenida en la orina se transforma en amoniaco, en caso de una contaminación por esta sustancia, se detecta también el ion amonio.

Por lo general, el ion nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) se contiene en el agua más de 0,1 a 1mg/l. Es la forma final de la contaminación por el nitrógeno amoniacal y se forma con la oxidación de compuestos nitrogenados como la proteína y amoniaco. El ion nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) se forma con la reducción del ion nitrato o la oxidación del amoniaco. Generalmente en los ríos limpios existen 0,001-0,01mg/l en forma de  $\text{NO}_2\text{-N}$ . Sin embargo, en una área de reducción contaminada puede existir 0,1-1 mg/l. En el sistema fluvial del agua cruda de la planta de tratamiento de Tebicuary mi, los valores

medios anuales de ion amonio, ion nitrato e ion nitrito son 0,050 mg/l, 9,26 mg/l y 0,042 mg/l respectivamente, mientras que en la calidad de agua tratada de la planta, el ion nitrato se reduce en cerca del 70%.

- I) DQO y DOB: La DQO es un factor que determina la presencia de materiales orgánicos y sustancias reductoras con el uso de permanganato potásico o dicromato potásico y es uno de los caracteres o indicadores importantes de agua turbia. La DOB es un indicador importante de la contaminación fluvial para calcular la cantidad de materiales orgánicos a descomponer con la acción de microorganismos.

Se dan valores de 10-20 mg/l de DQO y de 0,3-0,6 mg/l de DOB. Según este valor de DOB, es un río limpio y desde el punto de vista DQO, se da un valor alto equivalente al agua de tratamiento secundario de aguas residuales, por lo que no se puede llamar un agua cruda limpia. En la planta de tratamiento de Asunción, que capta el agua del río Paraguay, da una DQO de 15-30 mg/l y DOB de 0,7-1 mg/l.

- J) Metales pesados: Excepto hierro, no se detecta una presencia significativa de otros metales y mantiene una suficiente limpieza como fuente de agua a potabilizar. El hierro puede ser óxido de hierro insoluble y es evidente por los resultados del análisis de calidad de agua tratada que está eliminado fácilmente en el proceso de floculación, sedimentación y filtración. En la cercanía del límite de la cuenca alta del río Tebicuary mi existen minas de oro y se teme una posible contaminación por el mercurio utilizado en el proceso de refinación, pero por el momento no es cosa de cuidado.

### **1-2-5 Consideraciones Ambientales y Sociales**

#### **(1) Sistema jurídico paraguayo sobre las consideraciones ambientales y sociales**

De las legislaciones existentes sobre el abastecimiento de agua en el Paraguay, las que tienen una relación con la consideración ambiental y social son las siguientes.

- 1) Ley (No. 294/93) de Evaluación de Impacto Ambiental

Por esta Ley se declara obligatorio el proceso que implica, a los efectos legales, la elaboración de un documento técnico-científico que permita identificar, prever y estimar impactos ambientales (elaborar la “Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)”)), en toda obra o actividad proyectada o en ejecución. Según el Decreto No.453/13 por el cual se reglamenta la Ley No. 294/93 de Evaluación de Impacto Ambiental, se establece que una de las actividades declaradas como sujetas a la EIA y consecuente presentación del EIA para SEAM y sus respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), es la construcción y operación de sistemas de abastecimiento de agua, tratamiento y disposición de drenaje y descargas de efluentes industriales a ríos o cuerpos de agua.

- 2) Ley (No. 1614/00) General del Marco Regulatorio y Tarifario del Servicio Público de Provisión de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para la República del Paraguay

Por esta Ley se crea el Ente Regulador de Servicios Sanitarios (ERSSAN), como entidad autárquica, con personaría jurídica y dependiente jerárquicamente del Poder Ejecutivo. El Decreto

No. 18880/02 de esta Ley se establece los derechos y obligaciones de los prestadores, así como sus reglamentaciones, entre otros, para el cumplimiento de los controles de calidad del agua, tanto cruda como tratada. Los servicios regulados por esta Ley son el de provisión de agua potable y el de alcantarillado sanitario. ESSAP es una organización bajo la jurisdicción de ERSSAN. Se determina que los Prestadores deberán asegurar el desenvolvimiento sustentable y la expansión de los servicios, y en los aspectos ambientales se regulan la calidad del agua para consumo y la adecuada disposición final de lodos y residuos de tratamiento.

3) Ley (No. 3239/07) de los Recursos Hídricos del Paraguay

Esta Ley tiene por objeto regular la gestión sustentable e integral de todas las aguas y los territorios que la producen, cualquiera sea su ubicación, estado físico o su ocurrencia natural dentro del territorio paraguayo, con el fin de hacerla sustentable para las personas que habitan el territorio de la República del Paraguay. En el Artículo 28 de esta Ley se establece que “previo a su realización, todas las obras o actividades relacionadas con la utilización de los recursos hídricos deberán someterse al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental previsto en la “Ley No. 294/93 de Evaluación de Impacto Ambiental” y sus reglamentaciones.

4) Resolución No. 222/02 de la Secretaría del Ambiente

Esta Resolución establece la necesidad de establecer un padrón de calidad de las aguas del territorio nacional para la defensa de los niveles de calidad basados en parámetros e indicadores específicos, de modo a asegurar sus usos preponderantes (abastecimientos domésticos, comunidades acuáticas, recreaciones, irrigación, acuicultura, navegación, armonía paisajística, entre otros). Los parámetros de calidad son físicos (color, olor, pH), bacteriológicos, compuestos inorgánicos, compuestos orgánicos.

5) Resolución SEAM 246/13

En virtud de la Ley de evaluación de impacto ambiental (Ley 294/93), esta resolución establece los documentos requeridos para la presentación de Estudio de Impacto Ambiental Preliminar: EIAP y Estudio de Disposición de Efluentes: EDE.

## **(2) Evaluación ambiental y obtención de licencia ambiental**

Según el Reglamento No. 453/13 de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental mencionado arriba, las obras de sistema de provisión de agua de la ESSAP deben respetar la determinación de la SEAM sobre la Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Para la implementación del presente Proyecto, se hace necesario obtener la Licencia Ambiental por la DIA, y la ESSAP debe realizar el trámite. En la etapa de planeamiento del proyecto, ESSAP, conforme a lo establecido en la Ley de evaluación de impacto ambiental (Ley 294/93), presentará a SEAM un EIAP que contenga como mínimo lo siguiente.

- A) Descripción de las características relacionadas con la obra o actividades proyectadas.
- B) Significado socioeconómico del proyecto y supuesta relación y coherencia con políticas vigentes

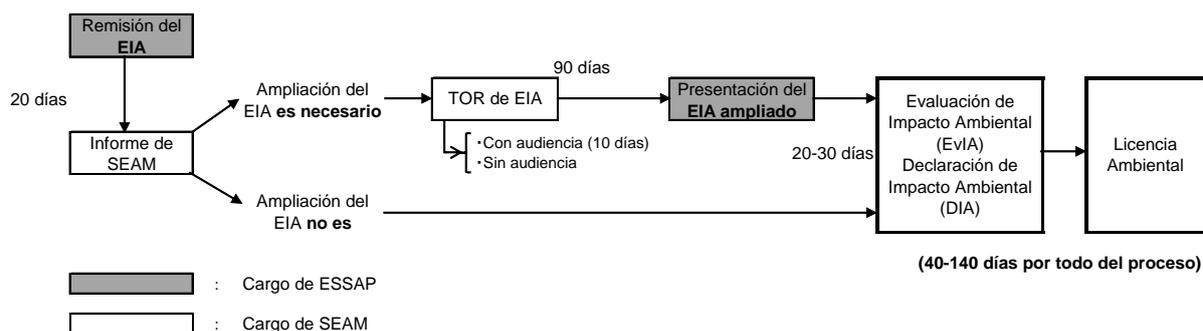
- C) Delimitación del área topográfica que será afectada por el proyecto.
- D) Análisis necesario para determinar los potenciales impactos del proyecto en cada una de sus etapas y los riesgos de las obras y actividades o sus efectos.
- E) Plan de manejo ambiental que tenga incorporadas las medidas de mitigación o recompensación contra los impactos negativos previstos en el proyecto.
- F) Opciones técnicas y terrenos alternativos del proyecto y suposición de no ejecución del proyecto
- G) Informe que resuma la evaluación de impacto ambiental y el contenido de las conclusiones

El EIAp se presentará acompañado de los siguientes documentos.

- Declaración de la credibilidad de la información presentada
- Copia de la identidad verificada del solicitante
- Certificado de pago de impuestos o certificado de no contribuyente del solicitante
- Copia del registro de propiedad (derecho de propiedad) del terreno objeto del proyecto o actividades de desarrollo
- Informe impreso de la evaluación de impacto ambiental y un CD que contenga su contenido en forma de PDF
- Mapas, planos, mapas topográficos, imágenes satelitales y resultados del análisis de aguas residuales relacionados con otros estudios necesarios según las características del proyecto presentadas
- Carta poder conferida por el responsable del proyecto con el propósito de cumplir los trámites ante la Dirección general de control de la calidad ambiental y de los recursos naturales
- Copia del registro del consultor que se encargue de realizar EIAp

Una vez presentado el EIAp, SEAM comunicará en menos de 20 días si es necesaria o no la ejecución de EIA. En caso de que sea necesario EIA, SEAM indicarán los términos de referencia para el estudio y ESSAP preparará los documentos necesarios en menos de 90 días siguiendo dichos términos.

Luego de presentar EIAa la SEAM, se presenta la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y Declaración de Impacto Ambiental (DIA) dentro de 20 días desde la última modificación o acotación, y se determina el otorgamiento o no de la Licencia Ambiental. Dependiendo del resultado, se exige la modificación de las documentaciones presentadas, respuestas a cuestionarios, presentación de documentaciones adicionales, y en dicho caso, el solicitante deberá presentar los documentos exigidos a la SEAM, en menos de 10 días. Según la ESSAP, normalmente llevará 140 días máximos en total desde la presentación de EIAp hasta la obtención de la Licencia Ambiental. La Figura 1.2.19 muestra los trámites correspondientes.



**Figura 1.2.19 Flujograma para la obtención de licencia ambiental**

### (3) Estudio exploratorio con respecto a consideraciones ambientales y sociales

Para analizar el impacto ambiental y social del presente Proyecto, se ha realizado la deliberación con el personal de la Unidad de Gestión Ambiental y Social en la ESSAP y el Scoping o pre-análisis consultivo, refiriendo a la lista de revisión ambiental asociado con el Lineamiento de Consideración Ambiental y Social de JICA, el resultado de Scoping por el proyecto anterior de abastecimiento de agua (en Concepción y Pilar) y el término de referencia para el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) realizado por la ESSAP. Como consecuencia, se ha estimado que el establecimiento de nueva captación de agua cruda, la construcción de nueva instalación de tratamiento de agua al lado de la planta actual y la instalación de tubos de distribución de agua no contendrán factores que deteriorarán la situación actual en aspectos ambientales y sociales por las siguientes razones:

- No existe la posibilidad de degradar el ambiente actual, mediante la generación de material tóxico, entre otros;
- No existe la posibilidad de degradar el ambiente actual, mediante la generación de ruidos, vibraciones, entre otros;
- No existe la posibilidad del hundimiento de suelo, porque se toma el agua cruda directamente desde el río Tebicurymi y no se extrae el agua subterránea;
- No existen zonas de reservas naturales o parque nacionales, en los alrededores y en las subcuencas bajas;
- No se reconoce la existencia de zonas ecológicamente importantes en los alrededores y en las subcuencas bajas;
- No se produce adquisiciones nuevas de tierras, como la construcción nueva se realiza en el terreno de la ESSAP y los nuevos tubos de distribución de agua se instalan a lo largo de la tubería existente debajo de la carretera;
- No existen las comunidades alrededor de la planta, por lo que considera que no existe la posibilidad de desplazamiento de la población;
- No existen asentamientos de población indígena en los alrededores;
- No afecta monumentos históricos, patrimonios culturales y paisajes específicos;
- Se espera la mejora de condiciones y seguridad laborales por el diseño de nueva planta y la

formación de operadores.

Según la entrevista en la SEAM, los asuntos ambientales sobre los recursos hídricos y ríos en el departamento de Guairá son: la contaminación por mercurio utilizado para lavado en las minas de oro en zonas de corriente arriba; la contaminación por el agua extraída de ganadería y azucarería alrededor de los ríos; y el impacto de extracción de arena para cemento. Estos son sobre la calidad de agua para utilizar, por eso la construcción y operación de planta que utiliza esa agua no generan aquellos problemas y se reconoce la construcción de sistema de abastecimiento de agua produce más impactos positivos. Sin embargo, habrá más espacios para considerar en el futuro sobre el impacto a hidrología por aumento de cantidad de captación de agua y el tratamiento de lodo emitido al lavar la instalación de la planta.

#### **(4) Resultados del estudio exploratorio**

Se ha elaborado una lista de revisión ambiental (véase la Tabla 1.2.8) sobre los siguientes ítems para el presente Proyecto, y se ha procedido a evaluar el impacto ambiental que podría suponerse y dicho nivel, en la deliberación con la Unidad de Gestión Ambiental y Social de la ESSAP.

- 1) Medidas contra la contaminación
  - i. Calidad atmosférica: Contaminación debido a la emisión de gas de cloro para la esterilización, entre otros
  - ii. Malos olores: Generación de malos olores producida por el funcionamiento de la planta de tratamiento
  - iii. Calidad de agua: Contaminación mediante la introducción de aguas servidas, entre otros, a ríos
  - iv. Desechos: Generación y tratamiento de residuos como lodo, entre otros
  - v. Contaminación de suelo: Contaminación mediante la pérdida y dispersión, entre otros, de drenajes, materiales tóxicos, entre otros
  - vi. Ruidos y vibración: Generación de ruidos y vibraciones mediante bombas en la planta de tratamiento
  - vii. Hundimiento de suelo: Hundimiento de suelo superficial mediante el cambio de suelo, variación del nivel de aguas subterráneas
- 2) Ambiente natural
  - i. Áreas protegidas: Impactos a reservas naturales y parque nacionales
  - ii. Ecosistema: Impactos a zonas ecológicamente importantes
  - iii. Hidrología: Impactos de captación de agua al corriente de agua superficial y subterránea
  - iv. Geología: Modificación de geología y suelo con valor mediante perforaciones y relleno de tierra, entre otros
- 3) Ambiente social
  - i. Desplazamiento de la población: Desplazamiento por la ocupación del terreno (transferencia de derecho de usufructo, derecho de propiedad)
  - ii. Vida y subsistencia: Estorbo a uso de terreno, agua y zona acuática, entre otros, y el cambio de

- oportunidad productiva y estructura económica
- iii. Patrimonio cultural: Pérdida de valores como templos, patrimonios culturales enterrados, entre otros
  - iv. Paisaje: Modificación de la geología por las grandes construcciones, destrucción de la armonía debido a las construcciones
  - v. Etnias minoritarias y/o indígenas: Cultura, estilo de vida y derechos de tierra y recursos de la población indígena
  - vi. Ambiente laboral (incluyendo la seguridad laboral): Consideración en instalación para la prevención de desastre laboral, y elaboración de plan de seguridad y saneamiento laboral

**(5) Otros**

- 1) Impactos durante la construcción: Contaminación e impactos naturales y sociales durante la construcción
- 2) Monitoreo: Plan y sistema de monitoreo por prestador

**Tabla 1.2.8 Lista de Revisión Ambiental**

<b>Categoría</b>	<b>Puntos ambientales</b>	<b>Calificación</b>	<b>Justificación</b>
1. Medidas contra la contaminación	(1) Calidad atmosférica	D	Realizará la esterilización del agua corriente a través de la inyección de gas de cloro, pero se prevé que no ocurrirá una contaminación de la calidad del aire con manejo de químicos y mantenimiento del sistema. En la nueva planta, se espera diseño mejorado de la instalación de cilindro de gas de cloro por tanto se mejore la seguridad laboral. Sin embargo hay que tener en cuenta la disposición final de cilindros.
	(2) Malos olores	D	Se podrán generar olores de cloro en el momento de cambio de las garrafas de gas, pero con un buen manejo y mantenimiento se disminuiría el riesgo de malos olores.
	(3) Calidad de agua	C	Se evacua el agua después del lavado de las instalaciones. Se utiliza el agua filtrada en el lavado, por lo que no habrá deterioro de calidad de agua significativo. No obstante, se contiene una cantidad minúscula de aluminio.
	(4) Desechos	D	En el plan actual, el lodo que sale por lavado de filtros rápidos, entre otros, se dispondrá en el río. Sin embargo, no se identifica el impacto negativo e inmediato como no se ha utilizado el agua en el corriente bajo cercano.
	(5) Contaminación de suelo	D	En el Proyecto, no se planifican instalaciones que generen materiales que puedan contaminar el suelo.
	(6) Ruidos y vibración	D	Se utilizan los límites de exposición de ruidos propuesta por OMS. Con la ampliación de la planta, se aumentará el número de bombas. Sin embargo, no existen residentes alrededor de la planta.
	(7) Hundimiento de suelo	D	La captación de agua para la planta se realiza a partir del río y no se realizará la extracción de agua subterránea.
2. Ambiente natural	(1) Áreas protegidas	D	El sitio del proyecto no tiene en alrededores parques nacionales, reservas naturales, entre otros. Además, el bosque extiende mucho más de 100m desde la orilla del río, entonces la protección de fuente de agua es asegurada.

	(2) Ecosistema	D	El sitio del proyecto no incluye la zona ecológicamente importante, sin embargo, será necesario conservar el bosque a la orilla del río para protección de fuente de agua y además que funcionen como mitigación de la inundación hacia la planta construida.
			En los alrededores del proyecto, no existen informes sobre especies en peligros de extinción, especies raras, entre otros.
			La nueva captación de agua se construirá con el tubo. No se construye una instalación nueva y grande como la torre, minimizando el impacto al ambiente acuático. Sin embargo, será necesario estudiar las técnicas contractivas para la captación de agua de modo a que se genere la menor afectación al curso de agua.
	(3) Hidrología	E	El corriente del río Tebicuary mi se ha cambiado por la fuerza de naturaleza con sedimentación de arena y erosión del margen. Se ha afectado la captación de agua, por lo que necesita ubicar a la diferente posición para obtener el agua cruda en forma eficiente con menos arena.
	(4) Geología	D	En el proyecto se planifica la construcción de la nueva instalación en base al rellano de tierra para evitar la inundación, pero no se observa valores especiales en cuanto a paisajes en el mismo sitio. Se deberá considerar la modificación de geología y suelo en donde obtener el suelo para rellenar.
3. Ambiente social	(1) Desplazamiento de la población	D	Se prevé la construcción nueva de la instalación de tratamiento, pero no se producen nuevas adquisiciones de tierras (El terreno es de ESSAP). La red de distribución, también, serán colocadas debajo de los caminos, al lado de la tubería existentes, por lo que no surgirá el desplazamiento de la población.
	(2) Vida y subsistencia	E	Con la implementación del proyecto, se esperará la provisión de agua con mejor calidad y horas más largas de abastecimiento. Se supondrá aumento de actividades económicas por la seguridad de contar con agua de mejor calidad. Sin embargo, los usuarios de las Juntas de Saneamiento deberán pagar más al integrar a la cobertura de ESSAP.
			Como se planifica la construcción de la nueva instalación en el mismo terreno y río, no habrá posibilidad de que afecten derechos existentes.
			Mientras están utilizando los caminos existentes para colocar la nueva tubería, no habrá problemas de servidumbres de paso.
	(3) Patrimonio cultural	D	Se realizarán la construcción de nueva instalación en el mismo terreno de ESSAP y la colocación de la aductora debajo de los caminos existentes, por lo tanto no estará vinculado con la pérdida de templos/iglesias y patrimonios culturales bajo tierra.
	(4) Paisaje	D	No se observan construcciones históricas o valores paisajísticos en especial, aunque se prevé cambios geológicos por el rellano de tierra.
	(5) Etnias minotarias y/o indígenas	D	Existen asentamientos indígenas dentro del dpto. de Guairá pero no en los alrededores de la plan y tampoco en el trazado de la red existente de distribución de agua.
(6) Seguridad laboral	E	Las leyes que se aplicarán dentro de las actividades realizadas en la nueva planta son: Ley 213/93 (Código Laboral); Ley 836/80 (Código Sanitario); y Decreto	

			14.390/92 (Reglamento Técnico de Seguridad, Higiene y Medicina en el Trabajo). Se cuenta con un Plan de Contingencias de los Sistemas de Agua Potable de la ESSAP.
4. Otros	(1) Impactos durante la construcción	D	En cuanto a la contaminación y el ambiente natural, los impactos generados durante la construcción son más bien puntuales y de corta duración, por lo que con la aplicación de medidas de mitigación pueden ser contrarrestados. En cuanto al ambiente social, no se encuentran asentadas poblaciones que pudieran afectadas en un radio de 500m a más alrededor de la instalación.
	(2) Monitoreo	E	ESSAP cuenta con una Unidad de Supervisión y Fiscalización de las obras constructivas y además de un Departamento de Supervisión Ambiental y Social que vela por el cumplimiento de las medidas ambientales de mitigación. Luego de cada supervisión llevada a cabo, los técnicos desarrollan informes sobre aspectos positivos y negativos encontrados en la zona de obra. Dicho informe es derivado a los encargados del proyecto y a otros actores.

Nota) Clasificación de la calificación:

A: Se prevé un impacto importante.

B: Se prevé algo de impacto.

C: Desconocido (es necesario analizar, deberá tener una suficiente consideración para los casos en que se clasifique con el avance del estudio)

D: El impacto es mínimo o casi inexistente.

E: Se espera un impacto positivo.

## **CAPITULO 2. CONTENIDO DEL PROYECTO**

## **Capítulo 2. Contenido del Proyecto**

### **2-1 Contenido Básico del Proyecto**

#### **2-1-1 Meta Superior y Objetivo del Proyecto**

##### **(1) Meta superior**

Mejorar el ambiente de la vida en Coronel Oviedo, Villarrica y los 2 municipios de alrededor (Mbocayaty e Yataity).

##### **(2) Objetivo del Proyecto**

El gobierno del Paraguay, dentro de la “Estrategia Nacional para la Reducción de la Pobreza y la Desigualdad (ENREPD)”, elaborada en el año 2004 en base al Objetivo de “Desarrollo del Milenio (ODM)”, ha fijado como objetivo aumentar la tasa actual de provisión de agua potable del 60,8% (según el resultado del año 2004) hasta el 80,5% para el año 2015, teniendo conciencia de que para la asistencia a la población de escasos recursos y la reducción de la desigualdad, es importante mejorar la actual situación del sector de agua potable y saneamiento. Sin embargo, para el logro de dicho objetivo se hace importante no solo aumentar la población servida, sino también mejorar las instalaciones que actualmente no son capaces de asegurar el suministro de agua potable segura.

Coronel Oviedo, Villarrica y los dos municipios de alrededor actualmente abastecen de agua de la planta de tratamiento existente ubicada junto al río Tebicuary mi. Esta planta, construida en 1986, lleva casi 30 años y se encuentra en avanzado estado de deterioro. Por otra parte debido al aumento de la demanda de agua con el crecimiento de la población urbana el servicio cubre apenas el 50 % de la demanda actual de agua, lo que obliga a los municipios a limitar el suministro de agua en forma continua. Además, la planta de tratamiento existente queda anegada cada varios años por la inundación del río Tebicuary mi, que es la fuente de agua, provocando cada vez corte del servicio durante semanas y afectando gravemente la vida de la ciudadanía.

Ante tal situación, el presente Proyecto contempla reforzar y estabilizar el suministro de agua en los municipios objeto y construir instalaciones de captación, tratamiento y conducción de agua para el municipio de Coronel Oviedo, con el fin de mejorar las condiciones sanitarias de la ciudadanía.

##### **(3) Efectos esperados**

###### **1) Resultado**

Se construyen instalaciones de captación, tratamiento y conducción de agua en el área objeto.

###### **2) Indicadores para resultados del Proyecto**

Se hará posible un suministro de agua potable segura a la población objeto del servicio de ESSAP en el año meta 2020, 53 mil personas en el municipio de Coronel Oviedo. Una vez ejecutado el presente Proyecto, las instalaciones existentes serán exclusivas del municipio de Villarrica y dos

municipios de alrededor, por lo que como efecto secundario, se puede esperar el mejoramiento de las condiciones del suministro de agua a una población de 56 mil personas de dichos municipios.

Los indicadores de los efectos del proyecto son básicamente el aumento de la producción de la planta de tratamiento de agua y la estabilización de las instalaciones de suministro de agua y la gerencia técnica y la gerencia regional de la ESSAP Central llevará a cabo el monitoreo de dichos indicadores.

La parte paraguaya prometió rellenar y terraplenar el terreno para la construcción de las nuevas instalaciones de tratamiento de agua una vez construidas, podrán funcionar sin sufrir daños de inundaciones, lo que solucionará el corte de agua de largas horas en ambos municipios. La Tabla 2.1.1 resume dichos efectos.

**Tabla 2.1.1 Indicadores para resultados del Proyecto**

Indicadores de efectos		Actualidad(2012)	Año meta(2020)	Observaciones
Efectos directos	(1) Producción de la planta	14.000 m <sup>3</sup> /día	26.300 m <sup>3</sup> /día* <sup>1</sup>	87,9 % más
	(2) Impacto del corte de agua a causa de inundaciones	Corte de agua de 2 a 3 semanas	0	Solución al corte de agua
	Coronel Oviedo			
	(3) Población servida	37.620 personas	52.594 personas	39,8 % más
	(4) Volumen medio de distribución de agua a la ciudad	6.600 m <sup>3</sup> /día	12.300 m <sup>3</sup> /día	86,4 % más
	(5) Horas del servicio	16 horas	24 horas	8 horas más
(6) Cobertura del servicio en la ciudad	61,0 %* <sup>2</sup>	71,4 %* <sup>3</sup>	10,4 % más	
Efectos secundarios	Villarrica y 2 municipios			
	(3) Población servida	42.660 personas	56.269 personas	31,9 % más
	(4) Volumen medio de distribución de agua a la ciudad	7.400 m <sup>3</sup> /día	14.000 m <sup>3</sup> /día	89,2 % más
	(5) Horas del servicio	16 horas	24 horas	8 horas más
	(6) Cobertura del servicio en la ciudad	71,70 %	80 %	9,3 % más

\*1) La actual capacidad de tratamiento de la planta existente (14.000 m<sup>3</sup>/día) que será exclusiva de Villarrica y los 2 municipios, se sumará al volumen de producción.

\*2) Agregando la población servida de las juntas de saneamiento, será el 78,9 %.

\*3) Agregando la población servida de las juntas de saneamiento, será el 85,0 %.

### 3) Beneficios derivados del mejoramiento de la sanidad

El Proyecto proporcionará un suministro de suficiente agua potable en forma estable y una mejora en el ambiente de la vida, de lo que se puede esperar la disminución de la morbilidad de enfermedades de causas hídricas.

Las principales enfermedades y el número de pacientes en los hospitales generales regionales de Coronel Oviedo y Villarrica en los 2 últimos años se presentan a continuación.

**Tabla 2.1.2 Estadísticas relacionadas con las enfermedades de la Ciudad de Coronel Oviedo**

Tipo de enfermedad		2011			2012		
		1 a 4 años	5 a 60 años	Total	1 a 4 años	5 a 60 años	Total
Diarrea	Leve	590	632	1.222	820	861	1.681
	Deshidratación	34	37	71	41	27	68
Infección Respiratoria		5.679	6.740	12.419	6.049	6.304	12.353
Parasitosis/Anemia		435	760	1.195	412	682	1.094
Anemia		170	402	572	183	383	566
Total		6.908	8.571	15.479	7.505	8.257	15.762

**Tabla 2.1.3 Estadísticas relacionadas con las enfermedades de la Ciudad de Villarrica**

Tipo de enfermedad		2011			2012		
		1 a 4 años	5 a 60 años	Total	1 a 4 años	5 a 60 años	Total
Diarrea	Leve	-	-	4.435	-	-	*1
	Deshidratación	-	-	316	-	-	-
Infección Respiratoria		84	548	632	50	560	610
Parasitosis		240	258	498	243	364	607
Anemia		256	464	720	207	448	655
Total		580	1.270	6.601	500	1.372	1.872

\*1) No fue posible obtener datos.

Debido a que ambos hospitales no cuentan con un laboratorio patológico de precisión, no es posible determinar que si el origen de las diarreas es virus o bacteria. Según el doctor en jefe, supone que casi el 80% de las diarreas es de causas hídricas y se espera que un suministro estable de agua higiénica dé un impacto positivo general.

## 2-1-2 Resumen del Proyecto

El presente Proyecto para lograr el objetivo arriba mencionado, planea la construcción de instalaciones de captación y tratamiento de agua de una magnitud apropiada y una asistencia técnica mediante los componentes de soporte técnico e para mejorar el nivel técnico de operación y manejo de dichas instalaciones.

La Tabla 2.1.4 muestra la composición de las instalaciones planeadas en el presente Proyecto.

**Tabla 2.1.4 Composición de las instalaciones planeadas**

Ítem	Forma, dimensiones y especificaciones	Observación
<b>1. Instalación para la captación de agua</b>		
Volumen de captación de agua planificado	28.900 m <sup>3</sup> /día (334 L/s) ( Coronel Oviedo; 13.500 m <sup>3</sup> / día (156 L/s ) Villarrica y los 2 municipios; 15.400 m <sup>3</sup> /día (178 L/s ) )	Coronel Oviedo y Villarrica son objeto
captación de agua	φ900 mm,tubo dúctil, doble conducto	
Desarenador	L11 m x W2,7 m x 2tanques, profundidad efectiva 3,0 m, estructura de hormigón armado Tubo de comunicación con la bomba de captación existente, φ700 mm	

Bomba de captación	Q=3,12 m <sup>3</sup> /min. x 4 unidades (3 de operación constante y 1 de reserva)	
Sala de bomba de captación	1 caseta, columnas de hormigón armado, paredes de ladrillos, 1 juego de grúa equipado	
Tubo de aducción	Tubo de aducción $\phi$ 400 mm, L=150 m aprox., parte que atraviesa el canal, L= 20 m aprox.	
<b>2. Planta de tratamiento</b>		
Caudal de agua tratada/día proyectado	13.500 m <sup>3</sup> /día	
Pozo vertedero	Tiempo de permanencia 1,5 min.	
Dosificación de coagulante y agitador rápido	Canal Parshall. Parte de inyección, parte de salto hidráulico	Punto de inyección de cal apagada/sulfato de aluminio
Floculador	Tipo flujo horizontal, L10,6 m×W6,0 m×3tanques	
Sedimentador	Tipo con tubos inclinados de flujo ascendente, L10,5 m×W6,0 m x 3 tanques	Parte deflectora L 1,5 m, profundidad efectiva 3,8 m
Filtro rápido	L8,0 m×W4,79 m×4 tanques, velocidad de filtración 120 m/día Viguetilla: tipo bloques porosos	Grosor de capa de arena 70cm
Bomba de retro lavado	Bomba en voluta de flujo mixto: 2 unidades, Q=24,0m <sup>3</sup> /min	Una para reserva.
Soplador de lavado del fondo	Tipo lavado neumático, 2 sopladores, volumen de aire=36,0m <sup>3</sup> /min	Una para reserva.
Tanque de control de agua tratada	L7,35 m x W0,9 m 1 tanque	Utilizado también como tanque de dosificación
Tanque de distribución/pozo de bomba de lavado del fondo	L14,0m x W9,0 m x H4 m×2 tanques	
Bomba de impulsión	Bomba centrífuga de multi-etapa, Q=2,85 m <sup>3</sup> /min x H150 m x 4 unidades, Con volante de inercia	De las cuales, 1 de reserva
Caseta de químicos	Sala de dosificación de productos químicos: Superficie A=150,4 m <sup>2</sup> (L18,8 m×W8,0 m)/ Inyectores de sulfato de aluminio y cal Sala de inyector de cloro: A=12,0 m <sup>2</sup> (L4,0 m×W3,0 m)+4,0 m <sup>2</sup> (L4,0 m×W1,0 m), Depósito de cilindro de cloro, Inyector de cloro, alarma contra fuga de gas de cloro, etc.	Espacio donde está instalado el equipo de bomba inyectora, sirve también de depósito de productos químicos en caso de inundaciones
Sala de bombas	Superficie: 195,5 m <sup>2</sup> , (L23 m×W8,5 m) Bomba de lavado de fondo, bomba de impulsión, una unidad de suministro de agua para la planta de tratamiento de agua y paneles de operaciones lado de dichas bombas	
Sala de panel de control eléctrico/soplador	Superficie A=42,5 m <sup>2</sup> (L8,5 m x W5 m)/A=20 m <sup>2</sup> (L4,0×W5,0 m), tablero de alimentación principal, paneles de control para las bombas	
Medidor	Caudalímetro de agua cruda (Canal Parshall) 1 juego	
	Caudalímetro acumulativo de agua tratada (ultrasónico) 1 juego	
	Caudalímetro de lavado de fondo (autosoportado tipo presión diferencial con orificios calibrados) 1 juego	
	Medidor de nivel de agua para el pozo de bomba de captación/reservorio de agua tratada: 1 juego de cada uno	Con función de enclavamiento en la bomba
	Instrumentos complementarios de análisis de calidad de agua: 1 juego	
Tubería de drenaje dentro de la planta	$\phi$ 700 mm, tubo de hormigón armado	Descarga directa al río

3. Aductora		
Caudal de agua tratada proyectada	12.300 m <sup>3</sup> /día	
Tubo de aductora	Desde la nueva planta de tratamiento hasta el centro de distribución de Coronel Oviedo: L= 23km aprox., de los cuales, <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tramo de la planta y el puente sobre el río Tebicuary mi (L= 0,8km aprox.): Tubo de hierro fundido dúctil de <math>\phi</math>400 mm (unificar el tubo existente de <math>\phi</math>350 mm): 1 sola tubería</li> <li>• Instalación subterránea (L= 21,9 km aprox.): Tubo de hierro fundido dúctil de <math>\phi</math>300 mm</li> <li>• Punto final: Conectar con el tubo existente en el centro de distribución (a 15 m del límite con la calle)</li> </ul>	El agua tratada se enviará al centro de distribución de aguade Coronel Oviedo utilizando simultáneamente la aductora existente de $\phi$ 350 mm. Se instala un tubo de comunicación emergente a la aductora de $\phi$ 350 mm hacia Villarrica

## 2-2 Diseño General del Proyecto Objeto de Cooperación

### 2-2-1 Lineamiento de Diseño

#### (1) Lineamiento básico

##### 1) Alcance de la cooperación

El presente Proyecto, respecto a la construcción de instalaciones de captación y tratamiento de agua y la instalación de aductora para el municipio de Coronel Oviedo, según lo solicitado por el gobierno paraguayo, comprobará el estado de operación de las instalaciones de tratamiento existente y las condiciones del suministro de agua en Coronel Oviedo y Villarrica y los municipios de alrededor que abastecen de agua de dichas instalaciones y planeará efectivas medidas de mejoramiento para solucionar los problemas encontrados.

##### 2) Instalaciones objeto de rehabilitación

Con el fin de satisfacer la demanda de agua proyectada en el municipio objeto, el Proyecto evaluará la capacidad de las instalaciones existentes y determinará la magnitud de nuevas y necesarias instalaciones de captación, tratamiento y de aductora y elaborará un sistema para las mismas. Si se determina que las instalaciones existentes tienen un margen disponible en su capacidad, elaborará un plan de instalaciones eficientes combinando con las nuevas instalaciones. Las instalaciones de tratamiento de agua proyectadas serán construidas dentro del terreno de ESSAP, junto a la planta actual, que supuestamente será rellenado y terraplenado por la parte paraguaya.

#### (2) Lineamiento sobre las condiciones naturales

El clima del Paraguay consta de un periodo de lluvia (de octubre a mayo) y un periodo de sequía, (de junio a septiembre). En el periodo de lluvia se dan grandes precipitaciones concentradas, por lo que se requiere prestar atención suficiente en el aspecto técnico y de seguridad para la construcción durante dicho periodo. En particular, para las instalaciones de captación que requiere una gran obra de perforación a la orilla del río, es esencial controlar la entrada del agua subterránea mediante una obra

de cierre. Puesto que el periodo de la obra será de un año, es necesario tomar suficientes medidas de seguridad, suponiendo el posible impacto de crecidas en la época de lluvias. Asimismo hay que prestar atención de la fabricación y curado del concreto, ya que la temperatura máxima sobrepasa 40° C.

### **(3) Lineamiento sobre las condiciones sociales y económicas**

En cuanto a los días de descanso y feriados del sitio de construcción, se seguirán las costumbres locales, y se tendrá la suficiente consideración respecto a las costumbres de vida, hábitos laborales, tradiciones culturales, etc. Para que aparezcan los efectos del Proyecto lo más pronto e imparcial posible a la ciudadanía que está enfrentando una grave situación de suministro de agua, proponemos medidas de mejoramiento eficiente de la red de tubería.

### **(4) Situación de la construcción/condiciones para la adquisición**

En Paraguay, exceptuando el área metropolitana de Asunción, existen pocas ciudades que superen la población de 100 mil habitantes, por lo tanto, las empresas constructoras se encuentran concentradas únicamente en el área metropolitana. En cuanto al nivel técnico de la mano de obra, se estima relativamente bajo en comparación con los países vecinos. Para la obra de boca de captación a la orilla del río, el presente Proyecto adoptará métodos no conocidos en Paraguay tales como el método de tablestaca de acero para la contención de tierra y el método de muelle de estacas, lo que necesitará traer materiales y enviar técnicos cualificados de Japón. En la construcción de las demás instalaciones no son necesarias métodos especiales y será posible aprovechar la mano de obra local. En cuanto a la adquisición de equipos y materiales, si se trata de materiales de construcción como cemento, agregados, o insumos comunes para grifería, se comercializan productos de los países adheridos al MERCOSUR, por lo tanto la adquisición es relativamente fácil.

### **(5) Lineamiento para la utilización de empresas locales**

Se recomienda el aprovechamiento de las empresas locales que se hallan registradas en la ESSAP. Dentro de las empresas registradas, existen contratistas que han realizado grandes obras adjudicadas por las entidades internacionales y los países de Europa y América, por lo que sería deseable aprovecharlas de manera positiva.

### **(6) Lineamiento sobre la operación y mantenimiento**

Teniendo en consideración la mitigación del costo y la dificultad técnica para la administración y mantenimiento, se adoptará prioritariamente una manipulación manual para que pueda continuar una operación eficiente en el futuro con menores problemas mecánicos. A ser posible, adoptar los materiales accesibles en el mercado local.

### **(7) Lineamiento de diseño sobre el grado de las instalaciones**

Las instalaciones serán utilizadas por un largo periodo de años, por lo que, el diseño se hará de tal manera que la operación y mantenimiento se puedan hacer de forma sencilla; y en cuanto a los equipamientos, se evitará en lo posible el uso de equipos de tecnología de punta, y se tratará de no

utilizar en lo posible la fuerza motriz.

#### **(8) Lineamiento sobre el periodo de construcción**

Para lograr una ejecución favorable del Proyecto, será necesario considerara suficientemente el avance de los trámites para la aprobación del Congreso paraguayo y la evaluación del impacto ambiental. Suponiendo que el proyecto tardará unos 26 meses desde la firma de C/N y A/D hasta la terminación de la obra, será ejecutado en la modalidad del proyecto con garantía obligatoria del Tesoro del Estado tipo B. Por consiguiente, hay que prestar suficiente atención al manejo del procedimiento de la obra para que aparezcan pronto los efectos de la Cooperación Financiera No Reembolsable.

#### **2-2-2 Plan Básico**

El plan básico del proyecto objeto de la cooperación comprende la construcción de instalaciones de captación y tratamiento de agua e instalación de aductora. La fuente de agua es el río Tebicuary mi, al igual que las instalaciones existentes. Ha sido comprobado que el río Tebicuary mi mantiene un caudal suficiente durante todo el año para hacer funcionar las instalaciones a construir en el proyecto, por tanto no será problema aumentar el volumen de captación de agua para las nuevas instalaciones de tratamiento. Sin embargo, el río tiene dique natural y cada inundación va erosionándolo y alterando el cauce. Afectado por este cambio, la actual boca de captación de la planta existente está un poco fuera del curso actual del río y como consecuencia, está captando agua cruda mezclada con gran cantidad de arena. Esto ha provocado un desgaste de las bombas de captación y la caída de su eficiencia, aumentando la carga sobre la planta de tratamiento existente. En el presente Proyecto, se construirá nueva captación de agua para la nueva instalación y para garantizar una operación estable de la instalación existente en el futuro, es necesario solucionar dicho problema, por consiguiente, juzgamos razonable que las nuevas instalaciones de captación tengan una capacidad de toma y desarenación considerando el volumen de agua tratada de la instalación existente. Después de las instalaciones de captación, las instalaciones proyectadas serán diseñadas con una magnitud correspondiente al suministro de agua tratada a Coronel Oviedo.

El terreno para la construcción de instalaciones proyectadas, según los resultados de las mediciones y los estudios del suelo realizados en el presente Estudio, fue comprobada la existencia una capa de suelo brando en el subsuelo del terreno. Para evitar en lo posible los riesgos para la construcción y reducir la carga correspondiente a la parte paraguaya en la obra de relleno y terraplenado, aprovecharemos el terreno ubicado al sur de la planta existente y terraplenado en el momento de la construcción de la misma (1986) y un terreno pantanoso extendido al sur. Este terreno pantanoso, que está a 2 ó 3 m más bajo que el terreno terraplenado existente, queda anegado en la época de lluvias, pero en la época seca se seca y se puede caminar sobre el suelo.

La aductora de agua tratada proyectada comprenderá el nuevo tubo de  $\phi 300$  mm y el tubo existente de  $\phi 350$  mm simultáneamente. La aductora existente tiene tramos que presentan fugas y erosiones y requieren la reparación, que corresponderá a la parte paraguaya.

## 2-2-2-1 Plan de Abastecimiento de Agua

Los valores numéricos básicos que se requieren para la elaboración del plan de provisión de agua son como sigue:

### (1) Año objetivo de planificación

El documento de la solicitud señalaba 2035 como año meta del proyecto, sin embargo, tratándose de un proyecto de Cooperación Financiera No Reembolsable que se basa en una necesidad emergente, es un plazo demasiado largo, por consiguiente mediante las deliberaciones con la parte paraguaya, como año objetivo de planificación fue establecido 2020, a los 3 ó 4 años de terminado el proyecto.

### (2) Pronóstico poblacional

En Paraguay se lleva cabo un censo nacional cada 10 años y el último censo fue realizado en 2012. Pero los resultados aún no estaban publicados y tratamos de obtenerlos de la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos a través de MOPC y ESSAP, pero no tuvimos éxito. Intentaron lo mismo las municipalidades de Coronel Oviedo y Villarrica y tampoco lo lograron. Solicitamos al departamento de catastro de ambas municipalidades datos poblacionales y dijeron que ellos estiman una población aprovechando los datos del censo anterior de 2002 y no la estudian por sí mismas. Así que estábamos en espera de la publicación de los resultados del censo de 2012 para conocer una población exacta.

Por tanto, en el presente Estudio, estimamos una población de los municipios objeto a partir de los datos de censos anteriores y calculamos una población hasta el año meta proyectada. La Tabla 2.2.1 resume las poblaciones publicadas de los censos de 1972, 82, 92 y 2002 y la tasa de crecimiento poblacional medio anual en dichos años.

**Tabla 2.2.1 Resultados de censos anteriores**

CIUDAD \ AÑO	1972	Tasa de crecimiento	1982	Tasa de crecimiento	1992	Tasa de crecimiento	2002
<b>Paraguay (País)</b>	2.357.955	2,54	3.029.830	3,20	4.152.588	2,20	5.163.198
<b>Urbano</b>	882.345	3,91	1.295.345	4,90	2.089.688	3,43	2.928.437
<b>Rural</b>	1.475.610	1,63	1.734.485	1,75	2.062.900	0,80	2.234.761
<b>C.Oviedo</b>	53.777	1,23	60.757	0,64	64.736	2,65	84.103
<b>Urbano</b>	12.885	5,45	21.913	5,75	38.316	2,44	48.773
<b>Rural</b>	40.892	-0,51	38.844	-3,78	26.420	2,95	35.330
<b>Villarrica</b>	33.420	0,41	34.801	2,34	43.842	2,33	55.200
<b>Urbano</b>	17.995	1,61	21.118	2,79	27.818	3,43	38.961
<b>Rural</b>	15.425	-1,19	13.683	1,59	16.024	0,13	16.239
<b>Mbocayaty</b>	6.254	0,00	6.257	-0,88	5.725	1,50	6.647
<b>Urbano</b>	924	2,77	1.214	2,75	1.593	2,95	2.130
<b>Rural</b>	5.330	-0,55	5.043	-1,97	4.132	0,89	4.517
<b>Yataity</b>	3.435	0,29	3.535	0,44	3.692	0,57	3.909
<b>Urbano</b>	1.159	1,22	1.308	1,90	1.579	1,36	1.808
<b>Rural</b>	2.276	-0,22	2.227	-0,52	2.113	-0,06	2.101

Ante la estimación de la población de los municipios objeto, teniendo en cuenta las condiciones actuales del suministro de agua y el ambiente social de cada municipio según los resultados del Estudio local nuestro comentario es como sigue.

\* A nivel nacional, hasta 1992 el crecimiento poblacional mostró una tendencia drásticamente creciente con el 2,54 % y el 3,20 %, y en los 10 siguientes años bajó al 2,20 %. Esto se debe a un auge de la emigración a Brasil que hubo en ese periodo. Una tasa de crecimiento del 2,2 % sería una cifra algo baja que un crecimiento poblacional natural en Paraguay, donde se registra una natalidad alta. El gran aumento de la tasa en la zona urbana supone una inmigración de la zona rural hacia la urbana.

\* Coronel Oviedo :

La tasa de crecimiento poblacional de toda el área municipal fue baja hasta 1992, con 1,23 y 0,64. Mientras que en la zona urbana presentó una alta tasa por encima del 5 %, la zona rural, una tendencia decreciente, lo que supone una inmigración a la zona urbana y una ampliación de la misma zona. Luego, en los 10 años hasta 2002, la tasa de crecimiento poblacional el municipio aumentó al 2,65 %. Esto puede ser una cifra apropiada en vista de las características geográficas del municipio que es un punto estratégico en el tráfico y la tendencia del desarrollo económico. En estos 10 años, la tasa de crecimiento poblacional en la zona urbana quedó estabilizada en el 2,44 % y la zona rural, en el 2,95 %, por lo que podemos observar un progresivo asentamiento de los inmigrantes de la zona rural a la urbana.

De lo anterior, suponemos que la tasa de crecimiento poblacional en el municipio bajaría del 2,44 % del periodo de 1992 a 2002 al 2,2 % en el año meta del proyecto, equivalente a la tasa de crecimiento poblacional natural en Paraguay. La tasa del 2,95 % de la zona rural del periodo de 1992 a 2002, es superior a la de la zona urbana y considerándola como demasiado alta para aprovecharla en el pronóstico del futuro y suponiendo que continuaría después un crecimiento natural, establecemos también el 2,2 %, que es el promedio nacional.

\* Villarrica

En toda el área municipal, el crecimiento en los 10 años a partir de 1972 fue poco y después hasta 2002 la tasa de crecimiento fue del orden del 2,3 % y suponemos que continuaría esta tendencia para el futuro. En los últimos 30 años, la tasa de crecimiento poblacional en la zona urbana viene subiendo de 1,61, 2,79 y a 3,43, mientras que la de la zona rural presenta un pequeño aumento, lo que supone una notable inmigración hacia la zona urbana. La misma tendencia seguirá de ahora en adelante, pero, consideramos que la tasa de crecimiento poblacional del 3,43 % del periodo de 1992 a 2002 en la zona urbana es demasiado grande para el cálculo estimado de la población y la tasa del 0,13 % de la zona rural es demasiado pequeña. Por tanto, suponemos como tasa de crecimiento poblacional de 2002 de la zona urbana y de la rural, la tasa de crecimiento media de los 20 años de 1982 a 2002 (zona urbana: el 3,11 % y zona rural: 0,86 %), y que la de la zona urbana bajaría al 2,2 %, equivalente al crecimiento natural, hasta el año meta del proyecto y la de la zona rural se mantendría constante.

\* Mbocayaty

Es un municipio de pequeña magnitud con una población de 6.000 habitantes y presenta una leve tendencia creciente de población en el pasado y apenas el 1,5 % del periodo de 1992 a 2002. Según la tasa de crecimiento poblacional en la zona urbana y la rural, se observa una notable inmigración de la zona rural a la urbana. El municipio está ubicado a lo largo de la Ruta Nacional y tiene comercios, comedores y fábricas, presentando una cierta configuración urbana, pero, por su ubicación a 6km al norte de Villarrica, suponemos que habría una inmigración a una ciudad más grande con mayores conveniencias. Considerando tal tendencia, establecemos que la tasa de crecimiento poblacional del 2,95 % del periodo de 1992 a 2002 bajaría al 2,2 % para 2020. Por otra parte, la zona rural presentó en el pasado una tendencia decreciente y en el periodo de 1992 a 2002 una tendencia creciente. Suponiendo que seguiría aumentando moderadamente de ahora en adelante, establecemos el 0,89 %, que es la tasa de crecimiento poblacional del 1992 a 2002.

\* Yataity

Es un municipio tranquilo, apartado a unos 2km de la Ruta Nacional. Tiene una población de 4 mil habitantes y es un centro de producción de un textil tradicional, pero no se encuentran otros elementos de desarrollo. La población municipal tiende a aumentar ligeramente y suponemos que la disminución de la zona rural correspondería a la inmigración a la zona urbana. La tasa de crecimiento poblacional en la zona urbana fue el 1,90 % de 1982 a 1992, pero en los 10 siguientes años bajó al 1,36 %, esta tendencia continuará de ahora en adelante. Por tanto, establecemos que la futura población de la zona urbana aumentará con una tasa de crecimiento del 1,63 %, que es el promedio de los 20 años de 1982 a 2002. Por otra parte, la zona rural se mantendrá tal como, estableciendo una tasa de crecimiento del 0 %.

De lo arriba mencionado, calculamos una población estimada de 2002 al año meta del proyecto 2020, según lo indicado en la Tabla 2.2.2.

**Tabla 2.2.2 Población estimada en los municipios objeto**

Ciudad/ Clasificación de Área	Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Coronel Oviedo	Populación total	86.070	88.070	90.110	92.190	94.310	96.480	98.690	100.940	103.240	105.580	107.960	110.390	112.860	115.380	117.940	120.560	123.220	125.940
	Tasa de crecimiento	2,43	2,41	2,40	2,39	2,37	2,36	2,35	2,33	2,32	2,31	2,29	2,28	2,27	2,25	2,24	2,23	2,21	2,20
Urbano	Populación Urbano	49.960	51.170	52.400	53.650	54.920	56.220	57.540	58.880	60.250	61.640	63.050	64.490	65.950	67.440	68.950	70.490	72.050	73.640
	Tasa de crecimiento	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
Rural	Populación Rural	36.110	36.900	37.710	38.540	39.390	40.260	41.150	42.060	42.990	43.940	44.910	45.900	46.910	47.940	48.990	50.070	51.170	52.300
	Tasa de crecimiento	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
Villarica	Populación total	56.530	57.880	59.240	60.620	62.010	63.420	64.850	66.290	67.740	69.200	70.670	72.140	73.620	75.110	76.610	78.110	79.610	81.110
	Tasa de crecimiento	3,06	3,01	2,96	2,91	2,86	2,81	2,76	2,71	2,66	2,60	2,55	2,50	2,45	2,40	2,35	2,30	2,25	2,20
Urbano	Populación Urbano	40.150	41.360	42.580	43.820	45.070	46.330	47.610	48.900	50.200	51.510	52.830	54.150	55.480	56.810	58.150	59.490	60.830	62.170
	Tasa de crecimiento	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
Rural	Populación Rural	16.380	16.520	16.660	16.800	16.940	17.090	17.240	17.390	17.540	17.690	17.840	17.990	18.140	18.300	18.460	18.620	18.780	18.940
	Tasa de crecimiento	6,750	6,851	6,952	7,053	7,155	7,267	7,379	7,492	7,605	7,719	7,832	7,947	8,062	8,177	8,292	8,408	8,525	8,641
Nbokeyaty	Populación total	2,91	2,87	2,83	2,78	2,74	2,70	2,66	2,62	2,58	2,53	2,49	2,45	2,41	2,37	2,33	2,28	2,24	2,20
	Tasa de crecimiento	2,190	2,250	2,310	2,370	2,430	2,500	2,570	2,640	2,710	2,780	2,850	2,920	2,990	3,060	3,130	3,200	3,270	3,340
Rural	Populación Rural	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
	Tasa de crecimiento	4,560	4,601	4,642	4,683	4,725	4,767	4,809	4,852	4,895	4,939	4,982	5,027	5,072	5,117	5,162	5,208	5,255	5,301
Yataity	Populación total	3,940	3,970	4,000	4,030	4,060	4,090	4,120	4,150	4,180	4,210	4,240	4,270	4,310	4,350	4,390	4,430	4,470	4,510
	Tasa de crecimiento	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63
Urbano	Populación Urbano	1,840	1,870	1,900	1,930	1,960	1,990	2,020	2,050	2,080	2,110	2,140	2,170	2,210	2,250	2,290	2,330	2,370	2,410
	Tasa de crecimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rural	Populación Rural	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100
	Tasa de crecimiento	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100

### **(3) Análisis de volumen de suministro de agua proyectado**

Sobre la base de la población del año meta del proyecto, antes mencionada, se calcula a continuación un volumen de suministro de agua para el año meta.

#### 1) Condiciones del cálculo de volumen de suministro de agua

Las condiciones del cálculo del volumen de suministro de agua se han establecido como siguen:

##### i. Consumo de agua/persona/día

- Coronel Oviedo y Villarrica: 150 L/persona/día
- Mbocayaty y Yataity: 130 L/persona/día

El consumo de agua/persona/día fue establecido teniendo en cuenta la magnitud de la población de cada municipio objeto, la tendencia del desarrollo y los datos proyectados y experimentados de pasados proyectos de ESSAP. Coronel Oviedo es la capital del Departamento de Caaguazú y Villarrica, del Departamento de Guairá. Cuentan con una población de 120 mil y 80 mil respectivamente y son puntos estratégicos del tráfico, por lo que suponemos que tendrán mayores actividades urbanas de ahora en adelante. Mbocayaty y Yataity son pequeños municipios con varios miles de habitantes.

##### ii. Población servida de agua

Paraguay, en la “Estrategia Nacional de Reducción de la Pobreza y la Desigualdad en Paraguay (ENREPD) 2004”, tiene la meta de aumentar al 80,5 % la cobertura nacional del servicio de agua potable en 2015. Tal como se mencionó anteriormente, el municipio de Coronel Oviedo tiene una cobertura de agua potable del 61,0 % en 2012, pero el volumen de suministro de agua no es suficiente con relación a la demanda, lo que obliga un servicio de agua con horas limitadas. El Proyecto se propone mejorar la cobertura de agua potable en la zona urbana al 71 % en el año meta y lograr un servicio continuo de las 24 horas. En la zona urbana de Coronel Oviedo, además de ESSAP, existen 15 juntas de saneamiento que abastecen de agua a la población. Si contamos ESSAP y las juntas de saneamiento, suponemos que la cobertura de agua potable alcanzará al 85 % en el año meta en dicha zona. En el centro urbano de Villarrica juntas de saneamiento no existen y sólo ESSAP maneja todo el suministro de agua. La cobertura de agua potable es el 71,7% en 2012 y se tiene previsto aumentarla al 80% en el año meta del proyecto. Mbocayaty tiene una población servida de agua potable de 2.600 personas, con una cobertura del 93,5 %. Dicha tasa se irá manteniendo de ahora en adelante. En este municipio, 1.000 personas de la zona rural abastecen del agua de ESSAP, por lo que esta población será incluida en el objeto del suministro de agua en el año meta del proyecto. En Yataity, actualmente toda la población abastece del agua de ESSAP, por tanto, la cobertura del servicio seguirá siendo el 100% en el año meta del proyecto. La zona rural está fuera del objeto del suministro de agua de ESSAP actualmente y no será considerada como objeto del presente Proyecto.

iii. Tasa de eficiencia

ESSAP calcula una tasa de agua contabilizada a partir de la relación entre el volumen de agua suministrada mensual calculado según las horas de la operación de las bombas de agua tratada y el volumen de agua facturada (según la lectura de medidores, o en su ausencia, una cuota fija) y estima una tasa de eficiencia de 53,9 % para Coronel Oviedo y el 61,5 % para Villarrica al final de diciembre de 2012. No obstante, según lo descrito en la cláusula 1-2-3, (1), se supone que no sea muy alta su confiabilidad y debido a que la red de tubería de distribución de agua en Coronel Oviedo está relativamente bien mantenida, es posible que haya pocas fugas. Por otra parte, tal como se ha descrito en 1-2-4 (2), se supone que la aductora existentes de la planta actual a Coronel Oviedo esté perdiendo el 12 % del agua enviada. Una vez ejecutado el Proyecto y que la parte paraguaya haya reparado la aductora, se espera que mejore esta tasa de fugas.

En el presente Proyecto, basándose en la vista anterior, la tasa de eficiencia para el año meta del proyecto tanto en Coronel Oviedo como en Villarrica será establecido en el 70 %.

iv. Relación entre el suministro de agua máximo/día y el suministro de agua medio/día (recíproca de la tasa de carga)

Para determinar un volumen de suministro de agua, se considera la relación del suministro de agua medio con el suministro de agua máximo en la época de alta demanda como el verano. Esta relación tiende a aumentar cuanto más pequeña la población. Por lo tanto, se adopta 1,1 para Coronel Oviedo, 1,2 para Villarrica y 1,3 para Mbocayaty y Yataity. La Tabla 2.2.3 resume el pronóstico de la demanda de agua de cada municipio del año meta del proyecto.

2) Volumen de suministro de agua proyectado

El volumen de suministro de agua proyectado en el año meta del proyecto, como se muestra en la Tabla 2.2.3, se establece en 12.300m<sup>3</sup>/día para Coronel Oviedo y 14.400m<sup>3</sup>/día para Villarrica y los dos municipios ubicados a lo largo de la aductora en total.

**Tabla 2.2.3 Pronóstico de la demanda de agua en el año del Proyecto**

Nombre del municipio/ división	Población de 2020 (personas)	Población servida (personas)	Cobertura del suministro de agua (%)	Consumo de agua/persona/día (L/día)	Consumo medio de agua /persona/día (m <sup>3</sup> /día)	Tasa de agua contabilizada (%)	Volumen de suministro medio/día (m <sup>3</sup> /día)	Relación (Volumen de suministro máximo diario/Volumen de suministro medio diario)	Volumen de suministro máximo/día (m <sup>3</sup> /día)	Volumen de suministro proyectado/día (m <sup>3</sup> /día)
Coronel Oviedo/	125.940									
Zona urbana	73.640	52.594	0,714	150	7.889	70	11.270	1,1	12.397	12.300
Id., Servida por las juntas de saneamiento		10.000	0,136							
Zona rural	52.300	31.480								
Villarrica/	81.110									
Zona urbana	62.170	49.736	0,800	150	7.460	70	10.658	1,2	12.789	
Zona rural	18.940	10.835	0,572							
Mbocayaty/	8.641									14.400
Zona urbana	3.340	3.123	0,935	130	406	70	580	1,3	754	
Zona rural	5.301	1.000	0,189	130	130	70	186	1,3	241	
Yataity/	4.510									
Zona urbana	2.410	2.410	1,000	130	313	70	448	1,3	582	
Zona rural	2.100									

- 3) Volumen de suministro de agua proyectado a Villarrica y los dos municipios de alrededor y la división de la capacidad de las instalaciones de tratamiento de agua

En las deliberaciones con el gobierno del país receptor, acordamos en determinar la magnitud de la nueva planta de tratamiento de agua verificando que las nuevas instalaciones de tratamiento de agua existentes, que cubrirían el volumen de suministro de agua proyectado de Villarrica y los dos municipios ubicados a lo largo de la aductora, tendrían o no un margen en su capacidad de tratamiento de agua con respecto a la demanda de agua. Tal como se indica en la Tabla 2.2.3, el volumen de suministro de agua proyectado para Villarrica y los dos municipios de alrededor es 14.400 m<sup>3</sup>/día. Por otra parte, la supuesta capacidad de tratamiento de la planta actual es 14.000 m<sup>3</sup>/día, tal como se describe en 1-2-3, (1), que puede cubrir casi la demanda de Villarrica y los dos municipios de alrededor, pero se ha determinado que no hay capacidad sobrante como para suministrar el agua a Coronel Oviedo. Razón por la cual, la nueva planta de tratamiento a construir, será exclusiva para Coronel Oviedo. Sin embargo, no será posible que la aductora existente (φ350mm) para Villarrica envíe 14.000 m<sup>3</sup>/día y será necesario que la parte paraguaya lleve a cabo la ampliación o renovación de la aductora. Además, en cuanto a la tubería de distribución de agua en el municipio de Coronel Oviedo, suponemos que faltará la red de tubería de distribución para poder suministrar suficiente volumen de agua a los hogares que soliciten la conexión, por lo que vamos a proponer a ESSAP medidas de mejoramiento teniendo en cuenta los resultados de análisis mencionados en 3-2-2-5. Como medida de emergencia, con el propósito de garantizar el agua enviada hacia Villarrica en el momento de inundaciones, la nueva aductora para Coronel Oviedo será conectada con la aductora existente para Villarrica por un tubo bypass.

#### **2-2-2-2 Plan de Instalaciones de Captación de Agua**

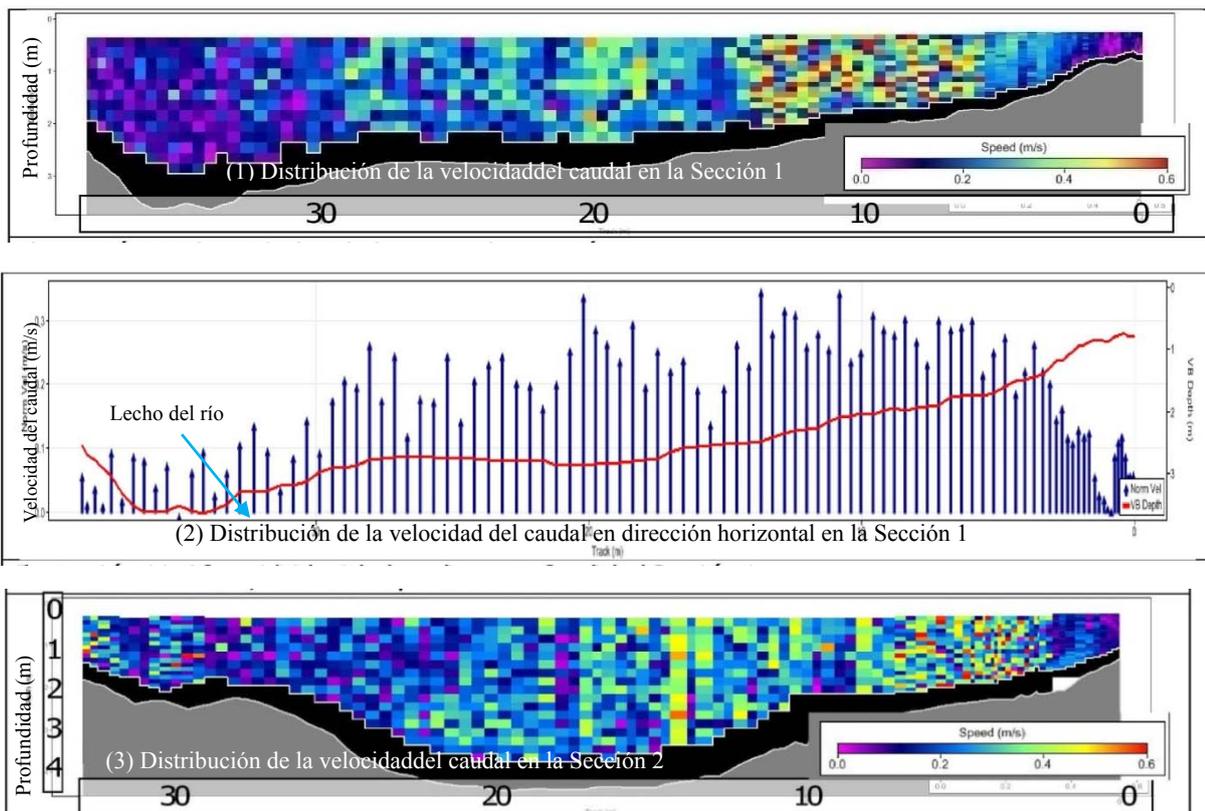
##### **(1) Análisis del caudal del río Tebicuary mi**

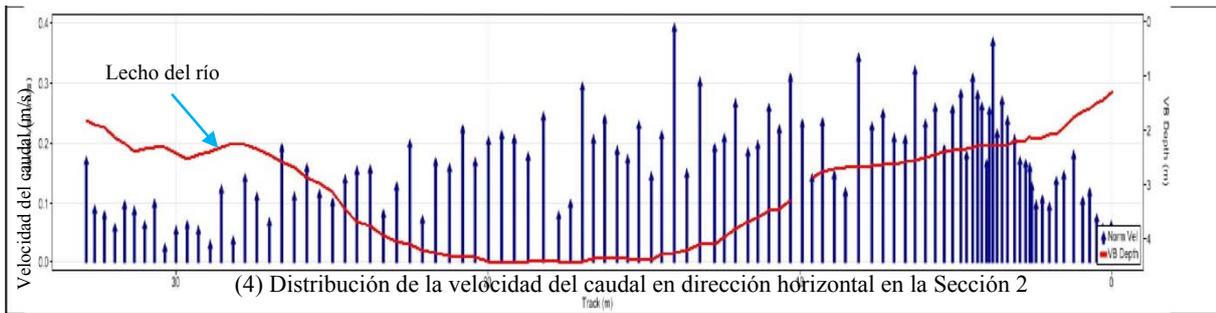
En el presente Estudio se hizo un análisis hidrológico para comprobar el margen del caudal del río Tebicuary mi sobre el caudal de captación de las instalaciones proyectadas. La ITAIPU instaló un medidor de nivel de agua en un punto cercano al puente de la Ruta Nacional sobre el río Tebicuary mi y obtuvo datos de nivel de agua diaria (entre septiembre de 2012 y febrero de 2013) y La Misión, aprovechando los mismos, determinó la relación entre el nivel de agua y el caudal de dicho punto. La Figura 2.2.1 presenta la ubicación de las instalaciones correspondientes. El medidor de nivel de agua está a la orilla derecha aguas arriba del puente y la planta de ESSAP está ubicada a unos 150m más arriba. El caudal del río fue medido al 17 de agosto de 2013 en un punto a 150m más bajo del puente (Sección 1) y otro punto a 400m más bajo (Sección 2).



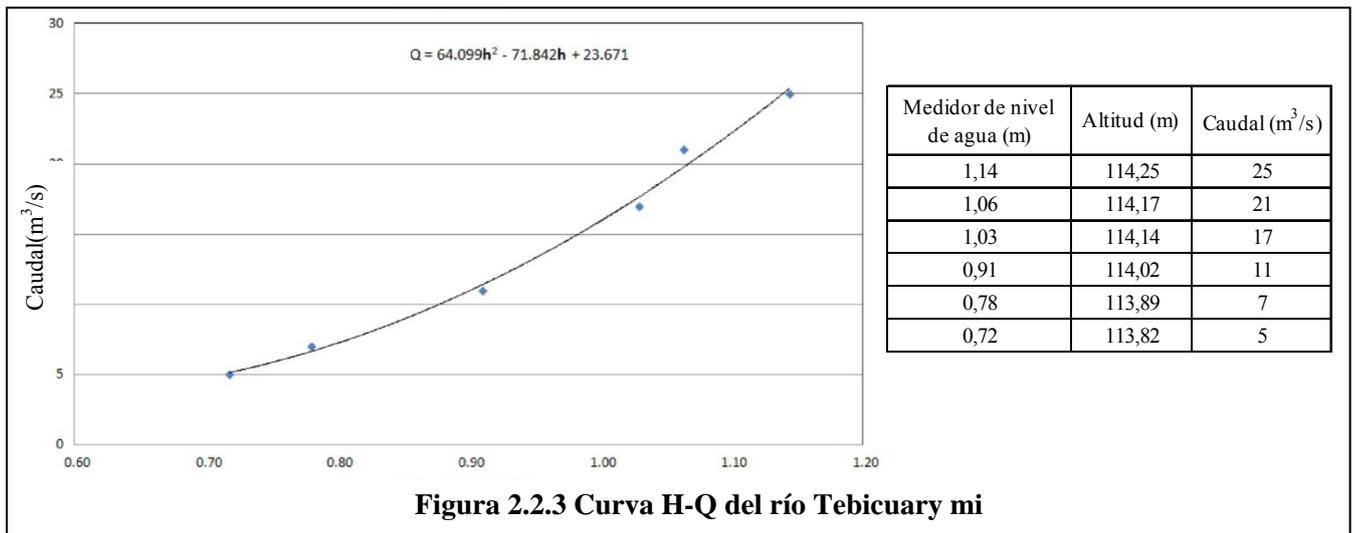
**Figura 2.2.1 Ubicación de las instalaciones relacionadas con el análisis hidrológico**

Hicimos la medición del caudal moviendo los puntos de medición en dirección horizontal en el río y cada punto medimos cada 30 cm de profundidad. Los resultados se presentan en la Figura 2.2.2, determinando un caudal del río en el momento de la medición de  $17,3 \text{ m}^3/\text{s}$  (con 1,03 m de nivel de agua según el medidor de nivel de agua). Como consecuencia de una simulación de la variación del caudal y el nivel de agua, obtuvimos la curva de nivel de agua - caudal (H-Q) presentada en la Figura 2.2.3.



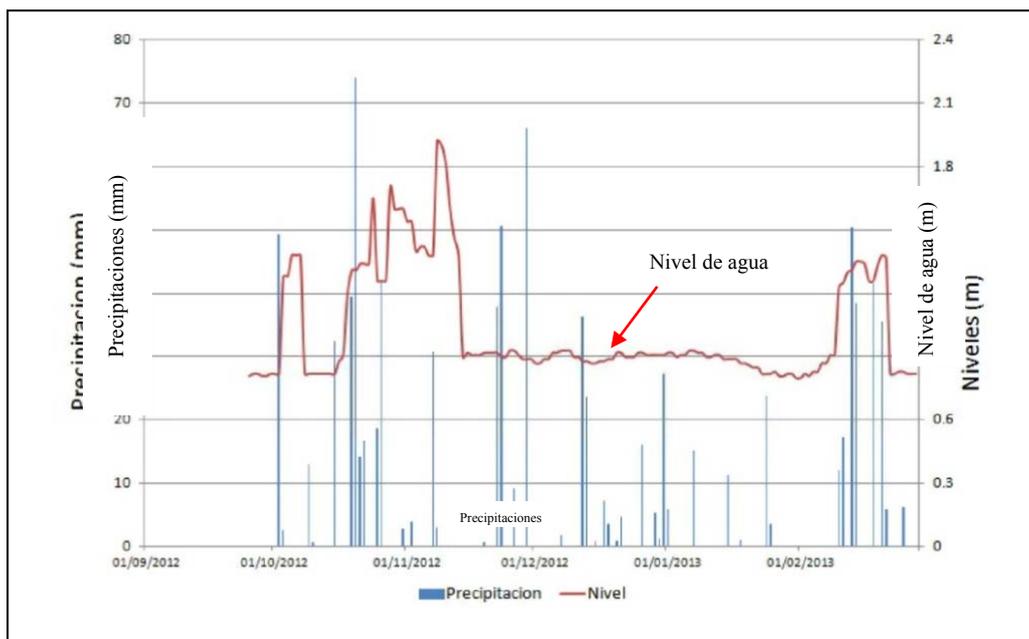


**Figura 2.2.2 Resultados de la medición de caudal en la Sección 1**



**Figura 2.2.3 Curva H-Q del río Tebicuary mi**

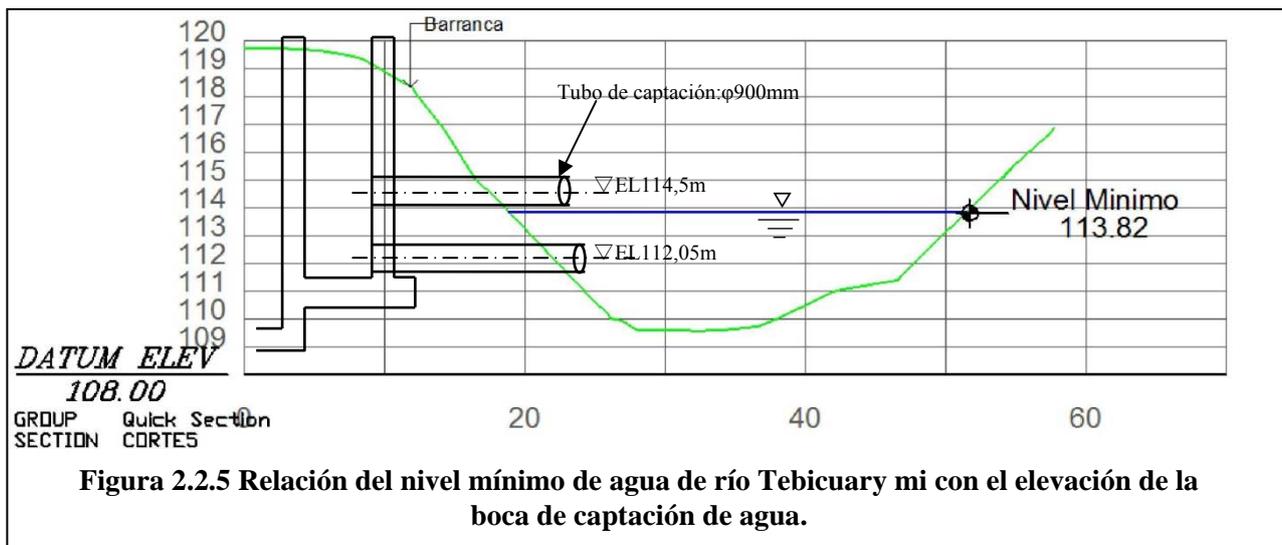
La Figura 2.2.4 muestra los datos de las precipitaciones durante el día del mismo periodo superpuestos a los datos de ITAIPU, de lo que se observa una correlación general entre las precipitaciones y el nivel de agua fluvial. Sin embargo, las precipitaciones relativamente menores de diciembre al siguiente enero no afectan mucho el nivel de agua fluvial.



**Figura 2.2.4 Relación de los datos del nivel de agua con los de precipitaciones, obtenidos por ITAIPU**

Los datos presentados en la Figura 2.2.4 corresponden a 5 meses desde el 12 de septiembre hasta el 13 de diciembre, y no son muchos. Pero, permiten comprender suficientemente las características del caudal fluvial en la cercanía de la planta de tratamiento de ESSAP; existen rocas en el fondo del río cerca del puente y tienen función, como si fueran un dique natural, de mantener un determinado nivel de agua del río. Razón por la cual, suponemos que el nivel de agua sube cuando la precipitación sobrepase un cierto nivel, pero si no es así, se mantiene entre 80 a 90 cm. El nivel mínimo de agua en dicho periodo es 0,8 m (EL113,90 m) registrados el 27 de septiembre, lo que supone un caudal de 7,5 m<sup>3</sup>/s. Según los resultados del análisis de arriba, el nivel mínimo de agua fluvial en esta área es el orden de EL113,88m con un caudal de 5 m<sup>3</sup>/s.

La boca de captación de la planta está situada a unos 150 m aguas arriba del caudalímetro. Por lo que el nivel de agua en la cercanía de la planta puede ser un poco mayor que el nivel de agua antes mencionado, pero se supone que no variará el caudal. El volumen de captación proyectado de la planta de tratamiento es 0,334 m<sup>3</sup>/s (véase (4) que se describe más tarde) y corresponde al 6,7 % del caudal de 5m<sup>3</sup>/s en el momento del nivel de caudal mínimo arriba mencionado, por lo que no habrá problema en el volumen de captación proyectado. La Figura 2.2.5 presenta el corte seccional del río cerca de la planta de tratamiento. La captación de aguatiene una altitud (centro del tubo) de EL114,55 m en el tubo de arriba y de 112,05 m en el tubo de abajo, que permitirá una suficiente captación con el tubo inferior.



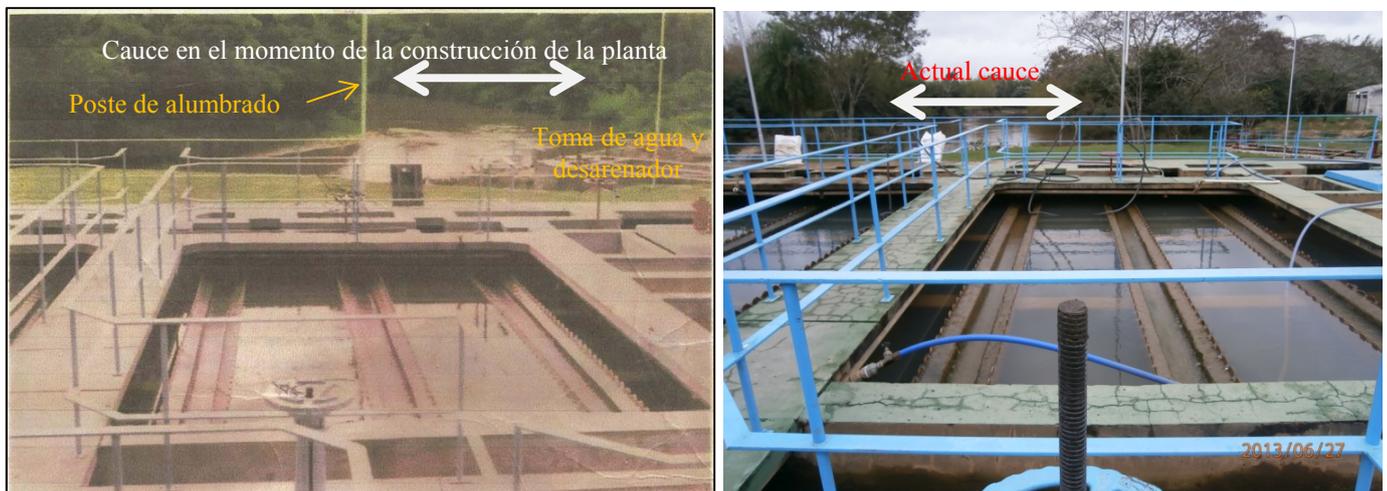
**(2) Medidas a tomar para la boca de captación existente**

El tubo de captación existente es un tubo dúctil de  $\phi 600$  mm y puede atender al volumen de captación de agua hacia el lado de Villarrica (un volumen de captación de 0,178 m<sup>3</sup>/s a una velocidad:  $V= 0,63$  m/s), pero evidentemente es deficiente para un volumen de captación incluyendo el suministro a Coronel Oviedo. Además, el desarenador no está cumpliendo su debida función de separación de arena. Entre los variados problemas de las instalaciones de tratamiento de agua existentes, el tema de mayor prioridad es la entrada de gran cantidad de arena. Puesto que es indispensable solucionar dicho problema también para la nueva captación de agua, será necesario construir un desarenador con una capacidad que pueda atender suficientemente a ambos municipios. Con esto se podrá solucionar la entrada de arena que constituye un

grave problema para la planta existente, lo que constituirá a una operación estable y eficiente de la misma.

### (3) Ubicación proyectada de captación de agua y su forma

El río Tebicuary mi, que es la fuente de agua, no tiene dique y a causa de la erosión de las orillas por las inundaciones el cauce está alterando gradualmente. La foto de la izquierda de Figura 2.2.6 presenta la planta de tratamiento de agua existente en el momento de la terminación de la obra. El río Tebicuary mi fluye desde el fondo de la foto hacia el lado de la planta de tratamiento y en ese entonces, el cauce pasaba a la derecha del poste de alumbrado que aparece en el centro de la foto. La foto de la derecha está tomada actualmente de la misma posición y se observa que el cauce se ha movido bastante hacia la izquierda (al lado de la orilla derecha del río). Esto muestra que la orilla derecha queda colapsada cada vez que se produzca crecida y viene alterándose el curso del río. En el momento de la recién construcción, la captación de agua existente se ubicaba enfrente del curso del río, lo que fue una posición ideal, sin embargo, ahora presenta un estancamiento de la corriente y una notable tendencia de acumulación de arena. Significa que la posición de la captación de agua existente ya no es apta para la captación de agua. Además, el desarenador existente de las instalaciones de captación de agua presenta deficiente efecto de desarenación y muchos problemas estructurales. Teniendo en cuenta dichos problemas, la captación de agua proyectada se instalará enfrente del cauce. Las instalaciones de captación de agua existentes, por sus problemas estructurales, es deseable que en el futuro dejen de ser utilizadas y se integren a las instalaciones de captación de agua proyectadas. Además, el desarenador existente tiene una capacidad deficiente, por lo que es deseable integrar el volumen de captación correspondiente en la boca de captación proyectada.



**Figura 2.2.6 Alteración del cauce del río Tebicuary mi (izquierda: Recién construida en 1985, derecha: actual)**

En cuanto a la forma de las instalaciones de captación de agua, si se trata de una estructura a construir en el cauce como la torre de captación o dique de toma, será grande el impacto causado sobre las condiciones del flujo del río provocando mayor erosión de las orillas y aumento de daños de inundaciones, por lo que no es adaptable a las condiciones locales. Tomando en consideración que el tipo de tubo de captación de agua de las instalaciones existentes viene siendo operado hasta la fecha sin problemas, en el presente Proyecto se

adoptara un tipo similar. El terreno para la instalación del tubo, no será terraplenado y será utilizado in situ. El desarenador tendrá una estructura con la parte superior abierta, dispuesta a sumergirse en caso de inundaciones. Por tanto, la bomba será de tipo sumergible, capaz de funcionar aun en el momento de inundaciones. El panel de control será instalado sobre un suelo exclusivo (EL+121,5 m) preparado en la sala de bomba.

#### (4) Diseño de instalaciones de captación de agua

##### 1) Volumen de captación de agua

El volumen de captación de agua será 28.900 m<sup>3</sup>/día, contando el volumen de suministro de agua proyectado/día de Coronel Oviedo, Villarrica y los dos municipios de alrededor, más el 10 % que corresponde al uso en la planta. La captación de agua tendrá un calibre de  $\phi 900$  mm para que la velocidad del caudal entrante sea del orden de 0,5 m/s según los valores reales observados en el tubo de captación existente.

Volumen de captación de agua  $Q = (12.300 \text{ m}^3/\text{día} + 14.000 \text{ m}^3/\text{día}) \times 1,10 = 28.900 \text{ m}^3/\text{día}$  (0,334 m<sup>3</sup>/s)

Velocidad del caudal entrante en el tubo de captación  $V = 0,334 \text{ m}^3/\text{s} / (0,45 \times \pi) = 0,52 \text{ m/s}$

##### 2) Desarenador

Conforme a las normas de diseño (editadas por la Asociación Japonesa de Obras Hidráulicas), el desarenador tendrá una estructura de una tanque de 2,7 m de ancho x 11,0 m de longitud, en dos filas, que tendrá la capacidad descrita en la Tabla 2.2.4.

**Tabla 2.2.4 Capacidad del desarenador**

Ítem	Valor referencial	Valor diseñado
Carga superficial	De 200 a 500 mm/min.	337,9 mm/min.
Velocidad media del flujo	De 2 a 7 cm/s	2,1 cm/s
Longitud del desarenador	De 3 a 8 veces mayor que el ancho	4,1 veces
Profundidad efectiva	3-4 m	3 m
Acumulación de arena	0,5-1,0 m	0,5 m
Velocidad de sedimentación	1,5-2,0 cm/seg.	0,56 cm/seg.
Tiempo de retención	10-20 min.	8,9 min.

La insuficiencia de datos del nivel de agua fluvial no permite determinar el nivel de agua fluvial proyectado, pero teniendo en cuenta la experiencia del jefe de la planta de tratamiento existente; “el nivel de agua mínimo histórico fue la corona del tubo inferior de captación existente”, adoptamos como nivel de agua mínimo histórico (LLWL) EL + 112,6 m. El nivel de agua bajo (LWL) para la operación de las instalaciones de captación, considerando los resultados analizados en (1) anterior, será EL + 113,8 m, que es 1,2 m más alto que LLWL. La altura de la captación de agua permite captar el agua aun al nivel LLWL y mantener la función desarenadora, sin embargo, según el volumen de arena acumulada, puede que falte la profundidad efectiva, por lo que es esencial tener en consideración la descarga de la arena del desarenador.

##### 3) Método de separación a las instalaciones de tratamiento de agua existentes

El agua cruda, después de pasar por el desarenador se conduce al pozo de bomba y parte del agua se envía a la nueva planta de tratamiento por una bomba de captación abajo indicada. Por otra parte, mediante un tubo ( $\phi 700$  mm) conectado con el pozo de bomba existente se asigna el caudal dirigida a Villarrica.

#### 4) Bomba de captación

La bomba de captación será instalada en un pozo de bomba ubicado después del desarenador. Serán 4 unidades instaladas con 3 funcionando constantemente y 1 de reserva. El tipo de bomba será sumergible considerando la facilidad del mantenimiento. El agua cruda, después de la bomba de captación, se conduce a las instalaciones de tratamiento de agua a 150 m de distancia, a través de un tubo de aducción de 400 mm de calibre (velocidad del caudal  $V=1,24$  m/s).

Especificaciones de bomba: Volumen de captación  $Q=3,12$  m<sup>3</sup>/min x 3 unidades = 9,36 m<sup>3</sup>/min (0,156 m<sup>3</sup>/s)

Calibre y altura manométrica:  $\phi 200$  mm, H=20 m

#### 5) Accesorios

La limpieza del desarenador se hará con una bomba evacuadora de lodo, instalado en el hoyo del fondo del desarenador. La arena acumulada en el fondo del desarenador se recolecta manualmente y para llevarla fuera del desarenador se instalará una cadena elevadora sobre un asiento compuesto de materiales de acero para aligerar el trabajo.

### 2-2-2-3 Plan de la Planta de Tratamiento

#### (1) Condiciones básicas de la planta de tratamiento

Los prerequisites básicos respecto al plan para las instalaciones de la planta de tratamiento son como sigue:

##### 1) Método de tratamiento de agua

Conforme a los resultados del Estudio local y lo acordado con ESSAP en las deliberaciones, vamos a adoptar para la nueva planta un sistema de tratamiento que tiene una estructura similar al de la planta existente. Por lo tanto, adaptamos un sistema que consuma el mínimo posible de energía eléctrica en los filtros y especialmente en el filtro de agua un manejo visual y manual de válvulas, lavado del fondo y productos químicos. Con esto, procuramos lograr una operación apropiada comprobando visualmente el proceso de tratamiento de agua y sin necesidad de manipulaciones complejas. La Figura 2.2.7 presenta el flujograma del sistema de nuevas instalaciones de tratamiento de agua.

##### 2) Instalaciones de la planta de tratamiento

###### (i) Volumen de producción de la planta de tratamiento

Demanda media /día proyectada: 13.500m<sup>3</sup>/día (Suministro de agua proyectado para Coronel Oviedo + Pérdida de agua en la planta: 10 %)

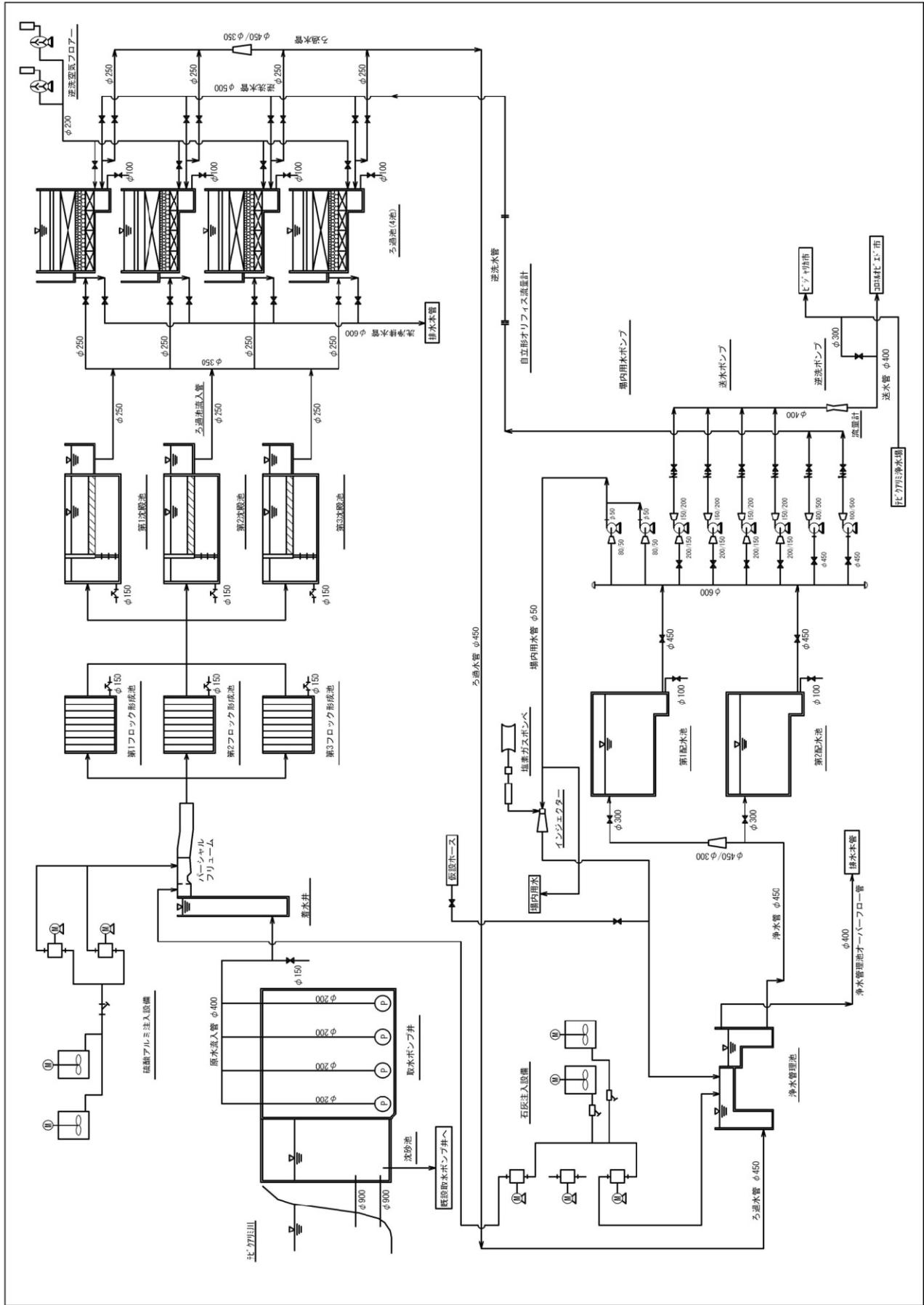
(ii) Sistema y método de operación de la planta de tratamiento

Según las características del agua cruda del río Tebicuary mi, no adoptamos el método de mezcla con un rotor de paleta adoptado en el floculador existente, sino un método de corriente ascendente y descendente aprovechado la fuerza de gravedad. Para el lavado del fondo de los filtros, adaptamos conjuntamente el método de lavado con aire, de acuerdo con las características del agua cruda.

## (2) Generalidades de la planta de tratamiento de agua

**Tabla 2.2.5 Resumen de las instalaciones de la planta de tratamiento de agua**

Denominación de las instalaciones de la planta de tratamiento	Plan de nueva instalación y lineamiento de diseño
1. Pozo vertedero	Tiempo de permanencia: 1,5 minutos
2. Medidor de agua cruda	Canal Parshall
3. Dosificación de coagulante y agitador rápido	Canal Parshall + parte de inyección + parte de salto hidráulico
4. Floculador	3 etapas, 3 tanques de floculación con flujo horizontal
5. Sedimentador	Sedimentador de productos químicos con tubos inclinados de flujo ascendente × 3 tanques
6. Filtro	Filtro rápido × 4 tanques, Viguetilla: tipo bloque poroso
7. Bomba de retro lavado	2 bombas centrífugas de flujo mixto: Q=24,0 m <sup>3</sup> /min. X 2 unidades (una de reserva).
8. Soplador de lavado del fondo	Soplador, volumen de aire: Q=36,0 m <sup>3</sup> /min × 2 unidades (1 de reserva)
9. Reservorio de agua tratada	Dosificación de productos + tanque de control de filtración de velocidad constante con equilibrio natural x 1 tanque.
10. Tanque de distribución	2 tanques, con una capacidad total de 1.000m <sup>3</sup>
11. Bomba de impulsión	Bomba centrífuga multietapa con eje horizontal, Q=2,85 m <sup>3</sup> /min,H=150 m×4 unidades (1de reserva)
12 Inyector de sulfato de aluminio	Sulfato de aluminio: Bomba de diafragma horizontal 2 unidades (1 de reserva), 2 tanques de disolución
13. Equipos de dosificación de cal	Cal apagado: Bomba de diafragma horizontal 3 unidades (2 operando y 1 de reserva), 2 tanques de disolución
14. Equipo de dosificación de cloro	2 cilindros de 1t instalados, alarma de fuga de gas cloro, equipo elevador colgante del techo
15. Equipo de medición	Caudalímetro integral de aguas enviadas (ultrasónico): 1 juego Medidor de volumen de lavado del fondo (caudalímetro de presión diferencial): 1 juego Manómetro: a instalar en todas las bombas Un caudalímetro en el pozo de bomba de captación y el tanque de distribución(incorporada la función de bloques de la bomba)  Instrumentos complementarios de análisis de calidad de agua (análisis fisicoquímico): 1 juego (Turbidímetro, prueba en jarra, destilador de agua, medidor de pH, balanza, densitómetro, instrumentos de vidrios, etc.)
16. Tubería de drenaje	Tubo de Φ700 mm de hormigón armado (descarga directa al río)



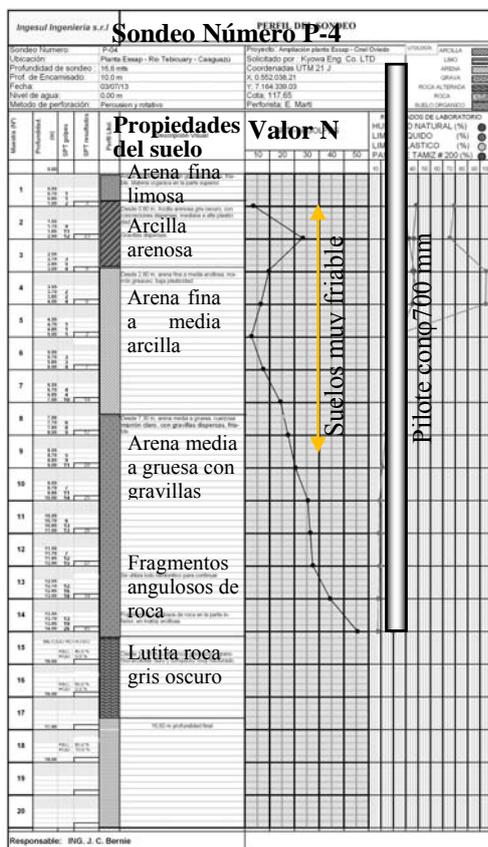
図表 2.2.7 浄水場の配管図

**Figura 2.2.7 Flujo de agua previsto del sistema de tratamiento de agua previsto**

CONTRACTOR: KYOMA ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.  
 ① ② CHIYODA U-TECH CO., LTD.

### (3) Cimiento de la estructura

Según los resultados del estudio geológico realizando en el presente Estudio, se ha comprobado que en el terreno previsto para las instalaciones proyectadas existe un estrato poco sólido con valores N entre 5 y 10 desde debajo de la superficie hasta a una profundidad de 8m (véase la Figura 2.2.8). Ahora y en adelante, está previsto que el terreno para las instalaciones proyectadas será rellenado y terraplenado entre 2 y 4 m por la parte paraguaya. Sin embargo, debido a que es corto el tiempo que queda hasta el inicio de la obra de construcción del proyecto, no se puede esperar una suficiente compactación. Las instalaciones de tratamiento de agua son una estructura pesada por tener que tratar gran cantidad de agua y deben ser sostenidas por un cimiento sólido, por lo que será necesario adoptar una cimentación con pilotes para la estructura. Los pilotes serán anclados en un suelo con un valor N de 35 a 40.



**Figura 2.2.8 Resultados del estudio geológico y análisis de estacas de cimentación**

Los valores calculados de la capacidad de carga de los pilotes se obtienen según lo indicado en la Tabla 2.2.6.

Después de preguntar por instaladores de pilotes en el Estudio local, en Paraguay no está difundida cimentación con pilotes, pero existen instaladores de pilotes con alguna experiencia y pudimos obtener una cotización. El diseño de los pilotes a instalar en la obra se presenta a continuación.

1) Cálculo de la capacidad de carga permisible  $R_a$

$$R_a = 1/n \times (R_u - W_s) + W_s - W$$

Donde,  $R_a$ : capacidad de carga en la cabeza del pilote (kN),  $n$ : factor de seguridad ( $=3$ ),  $R_u$ : capacidad de carga máxima determinada según el suelo (kN),  $W_s$ : peso efectivo de la tierra a reemplazar por los pilotes,  $W$ : peso efectivo de los pilotes y la tierra dentro de los pilotes (kN)

$$R_u = q_d \times A \times U \times \sum (l_i \times f_i)$$

$q_d$ : 3.000 kN/m<sup>2</sup> → Capa de arena con un valor N superior a 30

$A$ : Superficie de la punta del pilote:  $= \pi/4 \times D^2 = 0,196 \text{ m}^2$

$U$ : Contorno del pilote:  $= \pi \times D = 1,571 \text{ m}$

$\gamma_i$ : Peso unitario (kN/m<sup>3</sup>) de la tierra sustituida por una estaca

$l_i$ : Espesor de la capa (m) que considera la fricción superficial

$f_i$ : Grado máximo de la fricción superficial (kN/m<sup>2</sup>) de la capa que considera la fricción superficial

En caso de una tierra arenosa,  $f_i = 5 \times \text{valor N}$

En caso de una tierra arcillosa:  $f_i = 10 \times \text{valor N}$

**Tabla 2.2.6 Cálculo de la capacidad de carga de los pilotes**

Nivel (m)	Propiedades del	Valor N	li (m)	$\gamma_i$ (kN/m <sup>3</sup> )	Ws (kN)	fi (kN/m <sup>2</sup> )	li·fi (kN/m)	
120.9	Suero lleno	2	1.9	18.0	6.7	10.0	19.0	
119.0								
117.5	Arena	2	1.5	18.0	5.3	10.0	15.0	▽ Nivel de agua subterránea
115.0	Arcilla	4	2.5	7.2	3.5	40.0	100.0	
111.5	Arena	9	3.5	8.2	5.6	45.0	157.5	
107.0	Arena	20	4.5	9.2	8.1	100.0	450.0	
106.5	Arena	35	0.5	9.2	0.9	175.0	87.5	
	Total		14.4		30.2		829.0	

Capacidad de carga máxima de los pilotes:  $R_u = q_d \times A + U \times \Sigma (l_i \times f_i) = 3000 \times 0,196 \times 1,571 \times 829,0 = 1.890,4$

Capacidad de carga permisible/pilote:  $R_a = 1/n \times (R_u - W_s) + W_s - W = 1/3 \times (1.890,4 - 30,2) + 30,2 - 49,2 = 601 \text{ kN}$

Es aprox. 61 toneladas/pilote.

#### 2-2-2-4 Plan de aductora

##### (1) Volumen de agua enviada

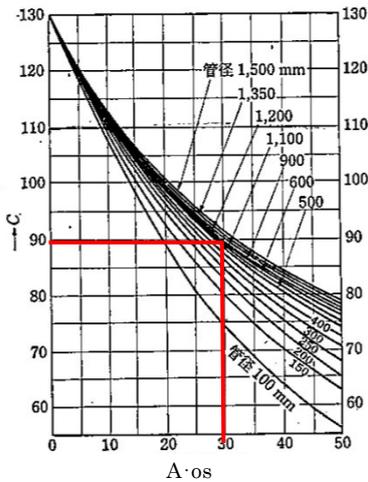
El volumen de agua enviada será 12.300m<sup>3</sup>/día, que corresponde al suministro de agua proyectado/día para Coronel Oviedo.

##### (2) Plan de aductora

###### 1) Ruta de aductora

El tubo de salida de la bomba de implusión se conectará con el tubo colector (de acero) de  $\phi 400\text{mm}$  en la caseta de bombeo y una vez fuera de la caseta, se conectará con la aductora en el pozo de válvula reguladora de agua. A partir de este punto empieza un tramo de unos 23km de agua enviada hasta el centro de distribución de ESSAP en Coronel Oviedo. El Proyecto pone énfasis en realizar una cooperación económica y eficiente aprovechando las instalaciones existentes de manera útil. Actualmente desde la planta de tratamiento hasta Coronel Oviedo está instalado una tubería dúctil de  $\phi 350\text{mm}$ . Los resultados de la medición de caudal realizada en el Estudio han determinado la presencia de fugas equivalentes al 12% aprox. (véase 1-2-4 (2)). Según los resultados del estudio local, los tramos con fugas estarán a 11,5km y a 14,5-17km de la planta. Suponiendo que la caudal de la corrosión sea el suelo corrosivo, fue llevado dicho suelo a Japón y sometido a un análisis de corrosividad en un laboratorio acreditado. Resultó que presenta un pH entre 4 y 5 dentro del rango ácido, sin embargo, según los criterios del juicio de ANSI/AWWA, ha sido determinado que no es un suelo corrosivo. No obstante, en dichos tramos habían ocurrido grandes fugas de la tubería agujereada y tuvo que ser reemplazada. Por tanto, juzgamos que es posible continuar el uso de la aductora existente siempre que se determinen las ubicaciones de fugas y se renueve la tubería. Las reparaciones y renovación como medidas contra fugas de la

aductora existente serán realizadas a cargo de la parte paraguaya.



**Figura 2.2.9 Relación entre el número de años del paso de tubo de hierro fundido y el coeficiente de velocidad de flujo de agua 2-26**

(Fuente: Criterios de diseño de instalaciones de agua potable; JWVA)

La aductora enviará un volumen de 12.300m<sup>3</sup>/día proyectado de agua tratada. De acuerdo con la causa descrita en la siguiente cláusula (2), el tramo de unos 800m desde la planta de tratamiento tendrá una sola tubería de  $\phi$ 400mm. El posterior tramo de 21,9km tendrá doble tubería de una existente de  $\phi$ 350mm y la otra nueva de  $\phi$ 300mm. La aductora existente es de tubo de hierro fundido dúctil y la nueva es de tubo de hierro fundido dúctil revestido de mortero. Puesto que la tubería existente lleva más de 30 años de instalada, posiblemente tiene incrustaciones dentro, lo que puede reducir la superficie interior del tubo y afectar la pérdida de la carga hidrostática. Estos factores serán ajustados con un coeficiente de velocidad de flujo C en el cálculo de la presión de agua en el tubo según la fórmula de Hazen-Williams.

La Figura 2.2.9 presenta la relación entre los años del paso de agua de un tubo de hierro fundido y el valor C del coeficiente de velocidad de flujo, siendo unos 90 en 30 años. Actualmente la aductora de  $\phi$ 350mm está enviando 7.000m<sup>3</sup>/día de agua tratada en el tramo de unos 23km hasta Coronel Oviedo. Por consiguiente, tal como se indica en la Tabla 2.2.7, respecto al estado del agua enviada por la aductora existente, según la fórmula de Hazen-Williams se da una pérdida de la carga hidrostática de 93,3m y agregándole una efectiva altura manométrica de bomba de 63,0m (diferencia del nivel de agua entre la planta de tratamiento y el reservorio del centro de distribución de Coronel Oviedo) y las pérdidas alrededor de las bombas, se calcula una altura manométrica de bomba del orden de 165m, lo que parece un valor justificable teniendo en cuenta la potencia de las bombas de conducción existentes. En el diseño detallado será re-estudiado el caudal real y será verificado el valor C de la tubería existente.

**Tabla 2.2.7 Estado actual de agua enviada**

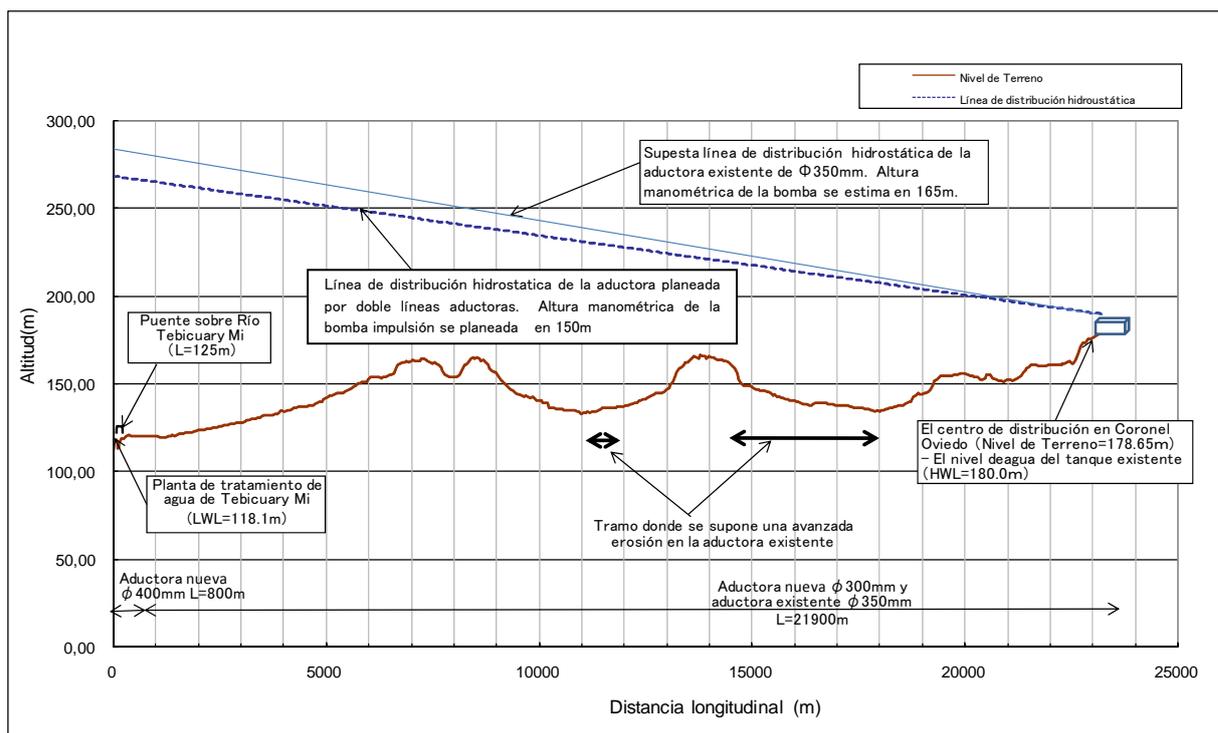
Volumen de agua enviado	Diámetro del tubo	Superficie seccional	Velocidad de flujo en el tubo	Valor C según la fórmula de Hazen-Williams	Pérdida de carga según la fórmula de Hazen-Williams
7000m <sup>3</sup> /día	350mm	0,0962m <sup>2</sup>	0,842m/seg.	90	93,314m

La aductora proyectada será instalada a paralelo a la aductora existente y en el área de amortiguamiento con propiedades privadas a lo largo de la Ruta Nacional No. 8. La aductora tendrá su punto final a 15m dentro del límite del terreno del centro de distribución de Coronel Oviedo y será conectada con la tubería existente para que entre el agua en el reservorio de distribución de agua existente medio subterráneo (HWL=180,0 m). La Tabla 2.2.8 muestra un supuesto estado de agua

enviada de la aductora proyectada con un una relación equilibrada del caudal en la doble tubería, una pérdida de carga y una altura manométrica de bomba de la aductora proyectada calculadas según la fórmula de Hazen-Williams. El valor C de la nueva aductora será 130. Como consecuencia, agregando una efectiva altura manométrica de bomba (62,0m) y las pérdidas alrededores de las bombas, la altura manométrica de bomba proyectada será unos 150m. Bajo tales condiciones, se supone que en la aductora proyectada, la presión de agua de la tubería existente bajará en unos 15m que la actual. La Figura 2.2.10 presenta la relación del gradiente hidráulico a lo largo de la ruta de la aductora.

**Tabla 2.2.8 Estado de agua enviada, pérdida de carga y altura manométrica de bomba de la aductora proyectada**

Sección del ruta de la aductora	Volumen de agua tratada enviada				Diametro del tubo $\phi$ (m)	Superficie de la tubería (m <sup>2</sup> )	Velocidad de flujo (m/seg)	Valor calculada según la formula de Hazen-Williams			Altura manométrica de la bomba (m)
	Caudal (m <sup>3</sup> /día)	Ratio de distribución	(m <sup>3</sup> /día)	(m <sup>3</sup> /seg)				Gradiente hidraulico	Valor C	Pérdida de carga (m)	
L=800m: desde Planta nueva de tratamiento de agua al punto de desvío a líneas dobles	12.300	1	12300	0,1424	0,40	0,1257	1,133	0,003083	130	2,466	-
L=21.900m: Sección de líneas dobles asta el centro de distribución en Coronel Oviedo											
Una de nuevo tubería $\phi$ 300mm	12.300	0,4905	6033	0,0698	0,30	0,0707	0,988	0,003350	130	74,041	148,508
Otro de tubería existente $\phi$ 350mm		0,5095	6267	0,0725	0,35	0,0962	0,754	0,003350	90	74,033	148,499

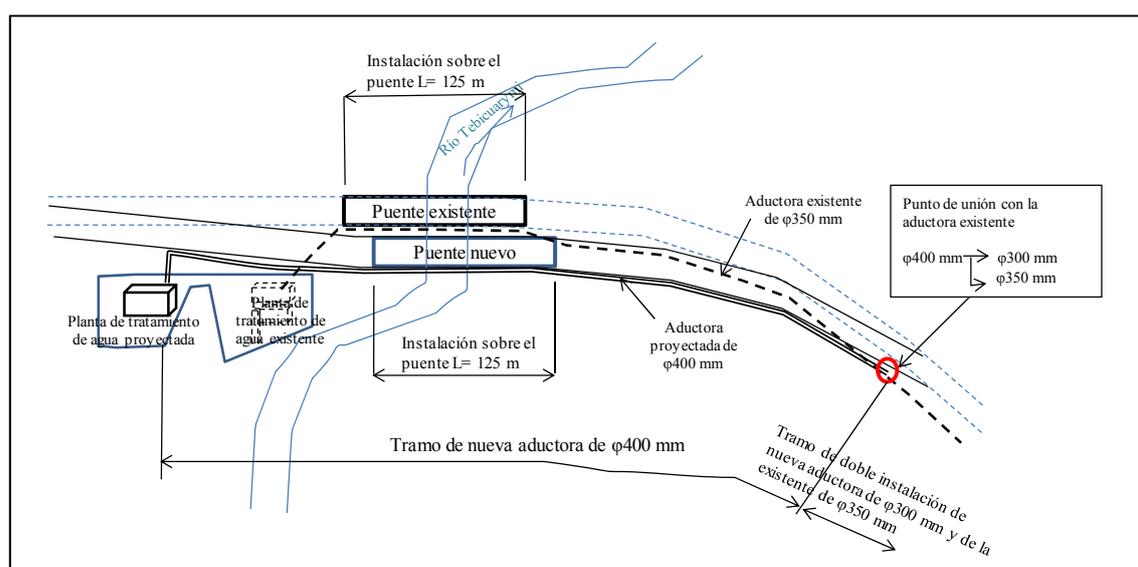


**Figura 2.2.10 Sección longitudinal y gradiente hidráulico de la aductora**

2) Instalación en el puente

Está previsto que el puente sobre la Ruta Nacional No.8 que atraviesa el río Tebicuary mi será reconstruido a una mayor altura como parte de las medidas contra inundaciones. En el estudio local se tuvo una deliberación con el personal técnico encargado de MOPC, ejecutor de la obra.

Por consiguiente, acordamos con la parte paraguaya en instalar la aductora proyectada sobre el nuevo puente y en el estudio de campo hicimos un ajuste general sobre el puente. De ahora en adelante, es necesario ir ajustando los detalles de la estructura con MOPC. En el presente Proyecto proponemos un método que consiste en montar un asiento con piezas de acero de perfil doble T y fijarlo a la viga del puente con tornillos de anclaje. Es un método generalizado y experimentado. Después de la re-deliberación, la parte paraguaya mostró su conformidad a dicho método. Tal como se describe en 1), la aductora será doble con la existente de  $\phi 350$  mm y la nueva de  $\phi 300$  mm. Pero, si se hace el reemplazo de la aductora existente con la obra de construcción del puente, se podría provocar repeticiones de obras, necesitar mayor espacio de instalación y carga y una estructura de soporte más grande. Además, en caso de que las instituciones responsabilidades se separen según las obras podrían congestionarlas afectando el avance de las mismas. Por tanto, en este tramo es conveniente que la parte japonesa se encargue de la obra unificando dos tubos en uno de  $\phi 400$  mm. Junto con la obra del puente, será modificado también un tramo de acceso de 1 km aprox. de la Ruta Nacional. La obra de este tramo estará supuestamenteterminada antes del inicio del presente Proyecto. Por consiguiente, la aductora existente se encontrará por debajo de la Ruta Nacional, según lo indicado en la Figura 2.2.11. En ese caso, será imposible excavar la Ruta Nacional en dirección longitudinal, por lo tanto será recomendable unirla en una posición donde el camino de acceso quede empalmado a la ruta existente y la aductora existente aparezca en el borde de la ruta. Así que la aductora proyectada, una vez fuera de la nueva planta de tratamiento, será un tubo de  $\phi 400$  mm en un tramo de unos 800 m incluyendo el tramo del puente, y después será doble tubos hasta el municipio de Coronel Oviedo según lo proyectado. La obra de la instalación de tubería en el tramo inicial de 800m de la aductora corresponderá a la parte japonesa. La posición de la unión será determinada en el momento del diseño detallado tras una reconfirmación.



**Figura 2.2.11 Medidas a tomar en el tramo inicial de la aductora proyectada**

### 3) Medidas contra fuerza de ariete

La aductora tiene una extensión total de 23 km y la bomba impulsora de agua tratada tendrá una alta altura manométrica de aprox. 150 m. Por eso, en caso de que la bomba en medio de operación quede suspendida bruscamente por alguna causa, puede ocasionar el fenómeno de fuerza de ariete, que provoque posible rotura de la bomba y reventón de la aductora. Como contramedida, el presente Proyecto contempla adoptar una bomba con volante de inercia incorporado para prevenir la suspensión repentina de la bomba aprovechando la inercia de la bomba convolante. Asimismo en la ruta de la aductora, en los ápices con mayor altitud puede producirse una separación de columnas de agua, por lo tanto se incorporará una válvula de vacío para mejorar el nivel de seguridad de la aductora.

### 4) Tubo de conexión con la aductora hacia Villarrica

En el momento de inundaciones la planta existente queda anegada, lo que obliga a tomar las medidas convencionales de desmontar los equipos eléctricos como las bombas y trasladarlos a un sitio alto. Cuando ocurra tal situación, es inevitable suspender el agua enviada a Villarrica. Mientras tanto las instalaciones proyectadas estarán funcionando y será necesario complementar el suministro de agua hacia Villarrica. A este efecto, en un punto donde la aductora existente hacia Villarrica cruce con la aductora proyectada, instalaremos un tubo ramificado de ésta para conectarlo con la aductora existente hacia Villarrica.

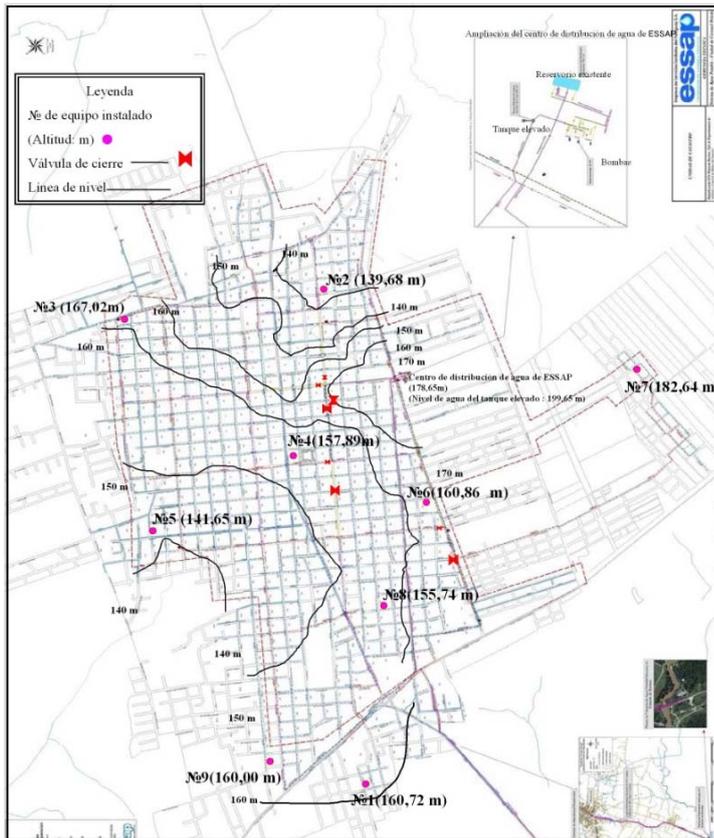
Sobre las medidas arriba mencionadas, véase “2.2.3 Planos del Diseño Básico”.

## **2-2-2-5 Plan de Red de Tubería de Distribución en Coronel Oviedo**

### **(1) Estado actual de la red de tubería de distribución y condiciones del cálculo**

En el Proyecto, la renovación de la red de tubería de distribución existente correrá a cargo de la parte paraguaya. A este efecto, en el presente Estudio tuvimos conocimiento de la capacidad de distribución de la actual red de tubería y sus problemas, con lo que hicimos una medición de la presión de los puntos de la tubería de la red de distribución en el municipio de Coronel Oviedo (Los detalles de la obra de la medición de presión de agua constan en el documento apéndice 6-4). Los puntos donde están instalados los registradores de datos se indican en la Figura 2.2.12.

La Tabla 2.2.9 presenta los resultados de la medición de los 4 días seguidos en que fueron obtenidos los datos de 24 horas consecutivas en el periodo de la medición del 26/06/2013 al 01/07/2013. Los valores en la tabla representan la carga hidrostática efectiva (m), correspondiendo al valor máximo diario la línea superior, al valor medio la línea intermedia y al valor mínimo la línea inferior.



**Figura 2.2.12 Ubicaciones de registradores de datos de presión de agua y altitud de cada punto**

**Tabla 2.2.9 Sumario de los resultados de la medición de presión de agua**

No. del ubicación de presión	27 de junio	28 de junio	29 de Junio	30 de junio	Promedio de 4 días
1	17.6	16.6	17.8	13.4	16.4
	9.4	7.3	8.0	5.8	7.6
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	51.4	51.0	54.2	48.9	51.4
	46.5	45.7	46.0	41.6	45.0
	9.2	0.9	6.7	1.2	4.5
3	22.3	21.8	21.7	16.4	20.6
	14.3	12.1	14.1	11.4	13.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	32.4	31.6	33.0	28.1	31.3
	26.8	25.6	26.2	23.0	25.4
	3.4	1.1	1.1	2.9	2.1
5	34.0	31.7	31.0	27.1	31.0
	23.7	19.0	20.3	18.0	20.3
	5.7	0.2	0.0	0.0	1.5
6	15.2	14.6	16.6	11.9	14.6
	10.2	9.3	10.0	6.1	8.9
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	13.2	12.5	14.4	9.5	12.4
	7.9	6.9	7.3	5.8	7.0
	0.9	0.9	0.1	0.9	0.7
8	28.5	27.6	29.3	23.6	27.3
	21.6	19.8	20.4	17.2	19.8
	0.0	0.0	0.4	0.0	0.1
9	24.6	23.4	24.6	19.9	23.1
	16.3	14.4	15.2	13.3	14.8
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Unidad : m

Línea superior: Valor máximo,  
L-intemedio: V-medio, L-inferior: V-mínimo

En Coronel Oviedo, debido que se da el corte de agua dos veces diarias, son muchos los puntos que muestran el valor mínimo de cero. Sin embargo, aun en los distritos bajos (No.2 y 5) fueron observados datos que muestran la presión de agua residual en la tubería (“parte en gris” en la tabla). Si la fuga significativa ocurrió muchos lugares en el área de la ciudad, la presión del agua debería haber bajado a cero durante el suministro de agua se detuvo. Sin embargo, los puntos de la N ° 2 y 5 con una altitud relativamente baja y No.4 en el centro de la ciudad, mantener una cierta presión, incluso en la medianoche. Con base en los resultados de los fenómenos anteriores, suponemos que la tubería principal de distribución en Coronel Oviedo no tiene notables fugas y las tuberías de suministro de agua cuentan con diminutas fugas.

Ademas nosotros hicimos un cálculo hidrológico de la red de tubería para proponer medidas de mejoramiento eficiente de las instalaciones para el año meta 2020 (Los detalles constan en el documento apéndice 6-5) .

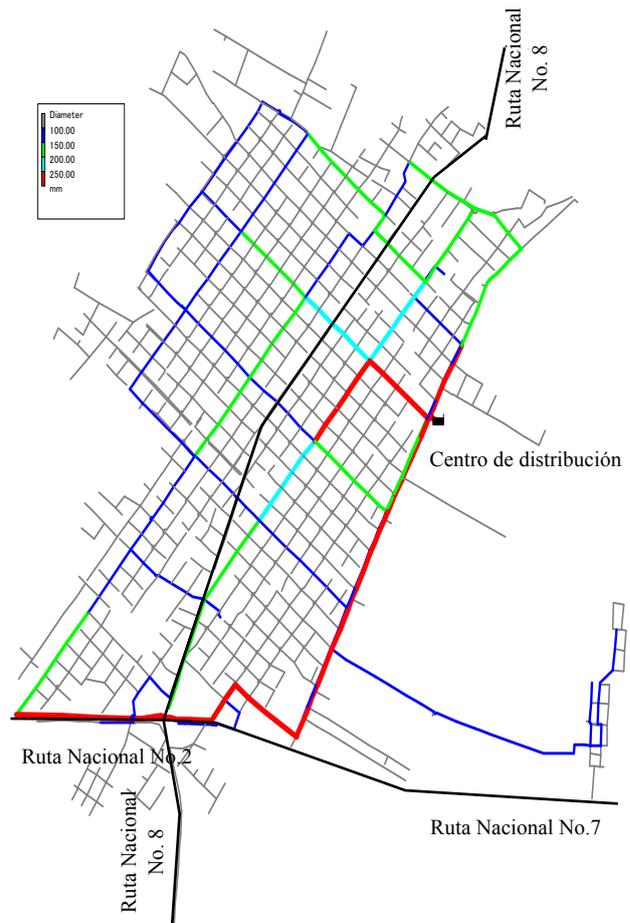
En la actual red de tubería de distribución, tubos principales de  $\phi 100-350$  mm forman un marco de la red en forma cuadrículada y los tramos entre dichos tubos principales se complementan con tubos secundarios de distribución de  $\phi 50-75$  mm. Debido al crecimiento poblacional en el municipio, ha progresado la explotación de asentamientos y urbanizaciones en las zonas marginales del municipio y ESSAP viene repitiendo la ampliación del área del servicio. Como consecuencia, en dichas zonas han sido formado redes de tubos de pequeño calibre de  $\phi 50$ mm, lo que está provocando un suministro de

agua deficiente.

La construcción de nueva planta de tratamiento de agua y la instalación de aductora mediante el Proyecto, aumentará el volumen de agua tratada a conducir al municipio de Coronel Oviedo y el actual suministro de agua limitado en 2 veces/día mejorará al de 24 horas.

La Figura 2.2.13 presenta el estado actual de la red de tubería, distinguiendo los calibres con distintos colores. Según el plano de actual red de tubería proporcionado por ESSAP, Establecemos 1.137 puntos de uniones para obtener información de la tubería de distribución.

En el documento apéndice, se hicieron cálculos para 4 casos. Aquí, se explican 2 casos indicados en la Tabla 2.2.10. No obstante, los casos 1 y 2 de la tabla corresponden a los casos 2 y 4 respectivamente del documento apéndice 6-5.



**Figura 2.2.13 Actual red de tubería de distribución en Coronel Oviedo**

**Tabla 2.2.10 Condiciones del cálculo hidráulico**

	Caso 1 Cálculo hidrológico del estado actual	Caso 2 Simulación del año meta
Población servida	37.615 personas (2012)	52.594 personas (2020)
Horas del servicio	16 horas <sup>*1)</sup>	24 horas
Volumen de distribución medio/día	5.856 m <sup>3</sup> /día <sup>*1)</sup> (Caudal entrante al tanque de distribución: 244 m <sup>3</sup> /h x 24 horas)	12.300 m <sup>3</sup> /día (volumen de distribución proyectado)
Volumen de distribución máximo/hora	475 m <sup>3</sup> /h (5.856 m <sup>3</sup> /h ÷ 18,5 horas x Coeficiente de tiempo 1,5)	769 m <sup>3</sup> /h (12.300 m <sup>3</sup> /h ÷ 24 horas x Coeficiente de tiempo 1,5)

<sup>\*1)</sup> Según el diario de operador del centro de distribución de ESSAP del 26 al 30 de junio de 2013

## (2) Caso 1; Cálculo hidráulico actual

Los resultados del cálculo del caso 1 y los puntos problemáticos extraídos de los mismos se presentan en las Figuras 2.2.14 y 2.2.15.

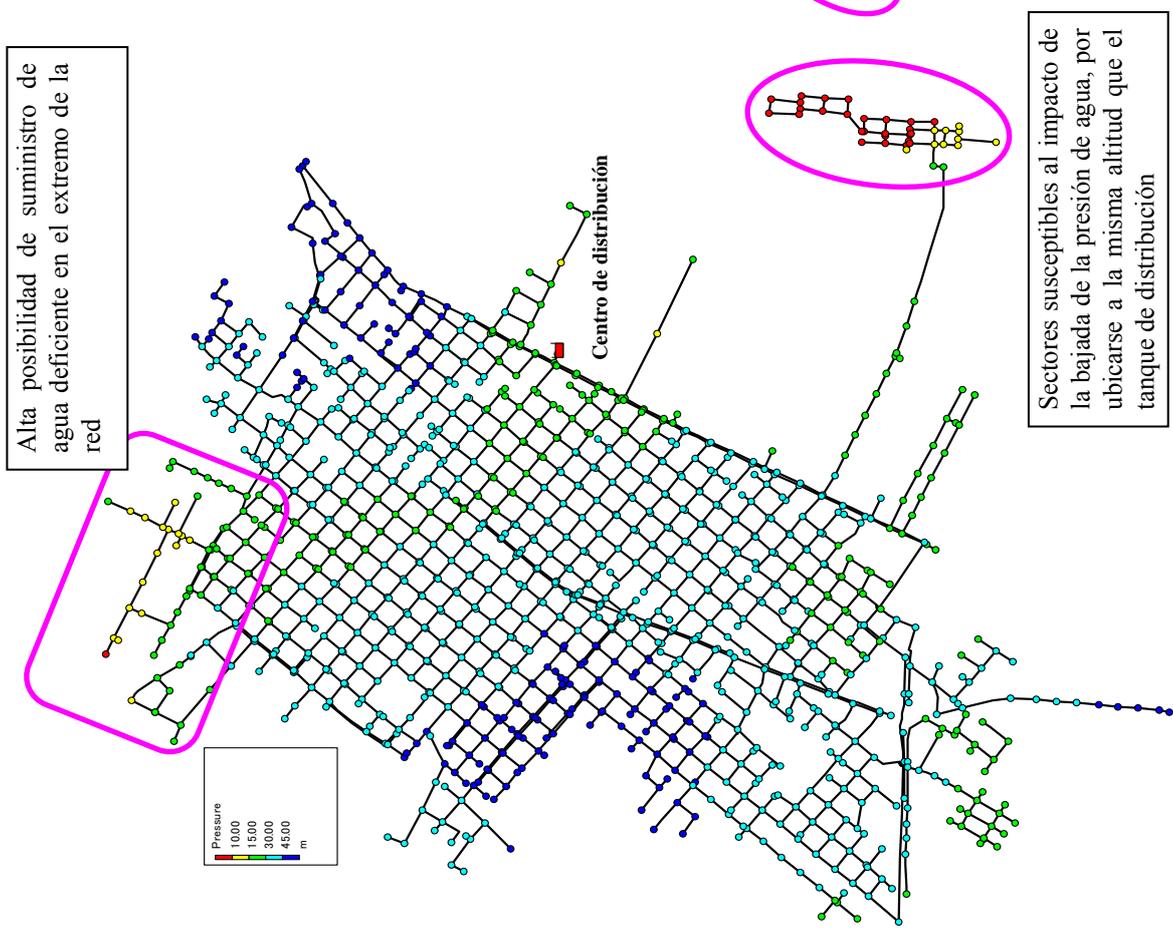


Figura 2.2.14 Caso 1: Distribución de presión de agua y sectores problemáticos

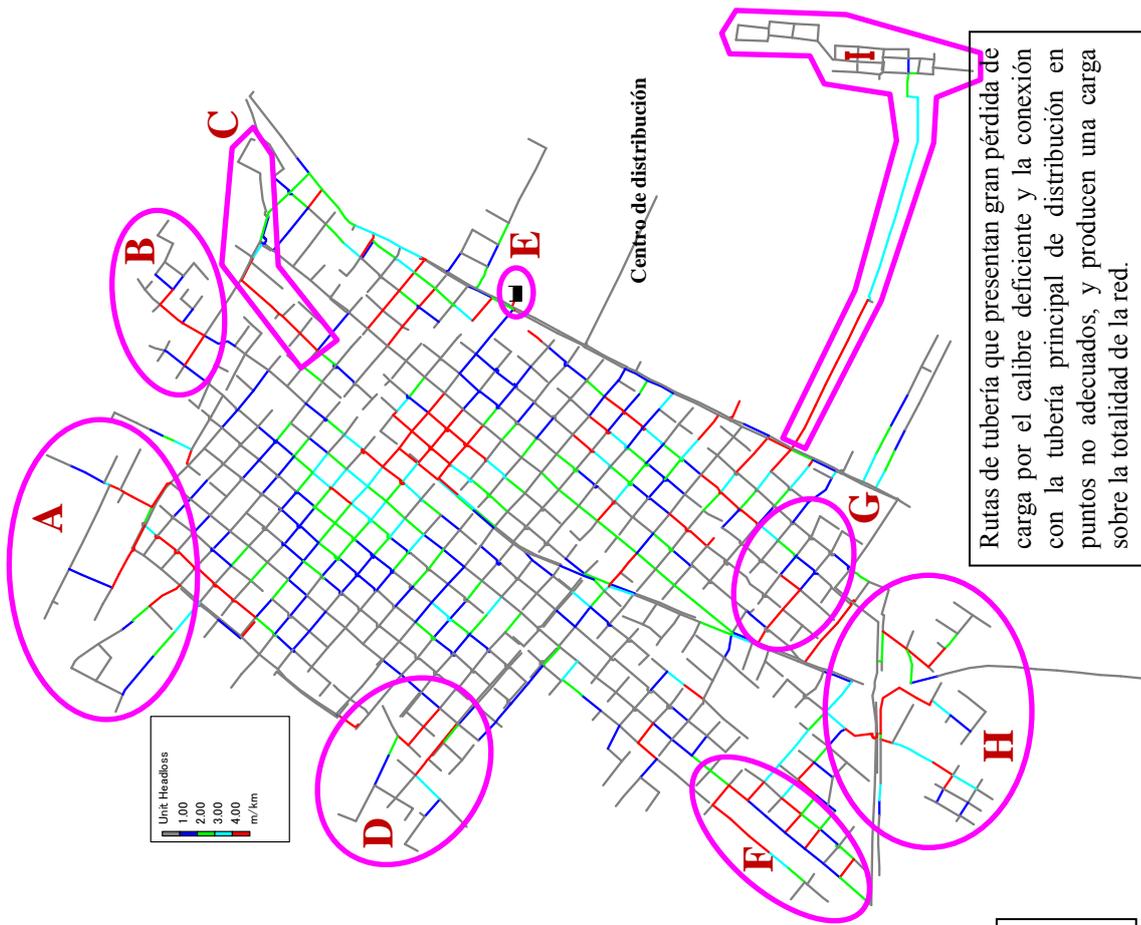


Figura 2.2.15 Caso 1: Distribución de pérdidas de carga

Además del caso 1, se hizo una simulación de hacer pasar un volumen de agua correspondiente a la demanda de 2020 por la red de tubería de distribución existente (caso 3 del apéndice 6-5) para tener conocimiento más claro de los puntos problemáticos.

Los puntos problemáticos en la actual red de distribución de agua comprobados en dicha simulación están mayormente en el deficiente calibre de tubos de agua enviada en el extremo de la red de tubería y la conexión con la tubería principal de distribución en puntos no apropiados. Asimismo será necesario revisar el calibre del tubo de distribución existente de  $\phi 350$  mm en el centro de distribución. Estos puntos problemáticos están formando un cuello de botella, afectando negativamente toda la red de tubería.

La Tabla 2.2.11 presenta los problemas extraídos de los resultados de dicha simulación y las medidas de mejoramiento. La Figura 2.2.16 muestra los lugares donde realizar las medidas de mejoramiento.

Para el sector alto de la parte sudeste (I), debido a su condición topográfica es difícil lograr un mejoramiento con simple renovación de la red de tubería, por lo tanto, proponemos establecer un bloque con presión reforzado con una bomba de carga, independientemente de la actual red de distribución de agua.

**Tabla 2.2.11 Puntos problemáticos y medidas de mejoramiento de la red de distribución de agua**

Signo de los casos analizados	Puntos problemáticos	Alternativas de mejoramiento	
		Medidas	Cantidad requerida según la medida
A	El calibre del tubo de suministro al extremo de la red de tubería es deficiente con $\phi 50$ mm. Tiene gran extensión hasta la conexión con la tubería principal de distribución, lo que produce gran pérdida de carga. Debido a que la red de tubería está dividida, se provoca un suministro de agua deficiente en el extremo de la red.	Cambiar el punto de conexión a un tubo de $\phi 100$ mm más cercano y aumentar el calibre de $\phi 50$ mm a $\phi 100$ mm. Extender el tubo (1) para conectar con la red de tubería contigua.	(1) PVC $\phi 100$ mm 657 m (2) PVC $\phi 100$ mm 271 m
B	Los sectores con viviendas concentradas abastecen de agua sólo con una red de tubos de $\phi 50$ mm, lo que produce gran pérdida de carga.	Aumentar el calibre del tubo (4) a $\phi 150$ mm para que sirvan de tubería principal para suministrar el agua a la red de tubería de alrededor. Los tubos (3) y (5) aumentarán su calibre a $\phi 100$ mm para ser tubos secundarios.	(3) PVC $\phi 100$ mm 176 m (4) PVC $\phi 150$ mm 264 m (5) PVC $\phi 100$ mm 273 m
C	Los tubos existentes de $\phi 50$ mm suministran agua el sector norte sin conectarse con la tubería principal ( $\phi 150$ mm) ubicada en el lado norte, lo que incrementa la carga en el suministro de agua.	Conectar el tubo de $\phi 50$ mm en el cruce del tubo (6) con la tubería principal de distribución de $\phi 150$ mm.	Conexión con $\phi 150$ mm (6) PVC $\phi 50$ mm, 10 m
D	Es deficiente el calibre de $\phi 50$ mm de los tubos de suministro de agua a los sectores urbanizados.	Aumentar el calibre de $\phi 50$ mm en dos rutas a $\phi 100$ mm.	(7) PVC $\phi 100$ mm, en total 561 m
E	Es deficiente el calibre de $\phi 350$ mm de los tubos existentes en el terreno del centro de distribución.	Aumentar el calibre a $\phi 400$ mm.	(8) DCIP $\phi 400$ mm 64 m
F	Los tubos ramificados de $\phi 50$ mm que suministran el agua al sector sur tienen gran extensión, lo que produce gran pérdida de carga.	Instalar nuevo tubo de $\phi 100$ mm y cambiar la forma de la red de tubería en una forma circular.	(9) PVC $\phi 100$ mm 65 m
G	En este sector, los tubos existentes son de pequeño calibre con $\phi 50$ mm y no están conectados entre sí y esta falta de formación de una red de tubería provoca un suministro de agua deficiente.	Reemplazar tubos existentes por otros de $\phi 100$ mm para formar una tubería principal y conectar tubos existentes con la misma.	(10) PVC $\phi 100$ mm 800 m
H	Este sector está ubicado en el extremo sur de la ciudad, más apartado del tanque de distribución y desde el principio tiene dificultad en el suministro de agua. Además, el sector está dividido en dos partes: occidental y oriental, por la ruta nacional No.8. El suministro de agua en estos sectores occidental y oriental depende cada uno de un tubo ( $\phi 100$ mm) que atraviesa la ruta nacional No.2 en el norte. Sin embargo, el tubo que atraviesa no está conectado con la tubería principal de $\phi 250$ mm instalada a lo largo de la ruta nacional No.2. Después del tubo que atraviesa, se ramifican en tubos de $\phi 50$ mm en ambos sectores y por falta de formación de red de tubería, es grande la pérdida de carga provocando un suministro de agua deficiente por toda el área.	Conectar el tubo que atraviesa la ruta nacional No.2 en el sector occidental con la tubería de $\phi 250$ mm instalada a lo largo de la ruta nacional para mejorar la presión de agua y la pérdida de carga.	Conexión con $\phi 250$ mm (11) PVC $\phi 100$ mm 10 m
		Tratar de reducir la pérdida de carga por reemplazar tubos existentes. (12) $\phi 50$ mm $\phi 75$ mm (13) Lado norte $\phi 50$ mm $\phi 100$ mm Lado sur $\phi 50$ mm $\phi 75$ mm (14) y (15) $\phi 50$ mm $\phi 75$ mm	(12) PVC $\phi 75$ mm 466 m
			(13) PVC $\phi 100$ mm 143 m + PVC $\phi 75$ mm 140 m (14) PVC $\phi 75$ mm 160 m (15) PVC $\phi 75$ mm 242 m
I	Este sector está a la misma altitud que el centro de distribución, por lo que es difícil mantener una cabeza efectiva en el extremo de la red de distribución.	Separar de otras redes de tubería, instalar una bomba de carga y administrar como un bloque de presión reforzada con (16) un tubo exclusivo de $\phi 150$ mm.	(16) PVC $\phi 150$ mm, 1450 m Una bomba de carga (carga de agua: 40 m)

### (3) Caso 2: Cálculo hidrológico para el año objetivo de planificación

Tomando en cuenta las medidas de mejoramiento descritos en la Tabla 2.2.11, hicimos una simulación correspondiente a la demanda del año meta 2020. La distribución resultante de la presión de agua se presenta en la Figura 2.2.17. A través del mejoramiento de las instalaciones como la solución al calibre deficiente de tubos, la optimización de los puntos de conexión y el establecimiento de un bloque con presión de agua reforzada, en los extremos de los sectores A e I, que pertenecen a zona alta dentro del área del servicio de agua y tenían dificultad en el suministro de agua, se puede asegurar una carga efectiva de más de 10 m.

En caso de llevar a cabo dichas medidas de mejoramiento, el costo aproximado se estima en 1.005 millones de Gr. (20,1 millones de yenes).

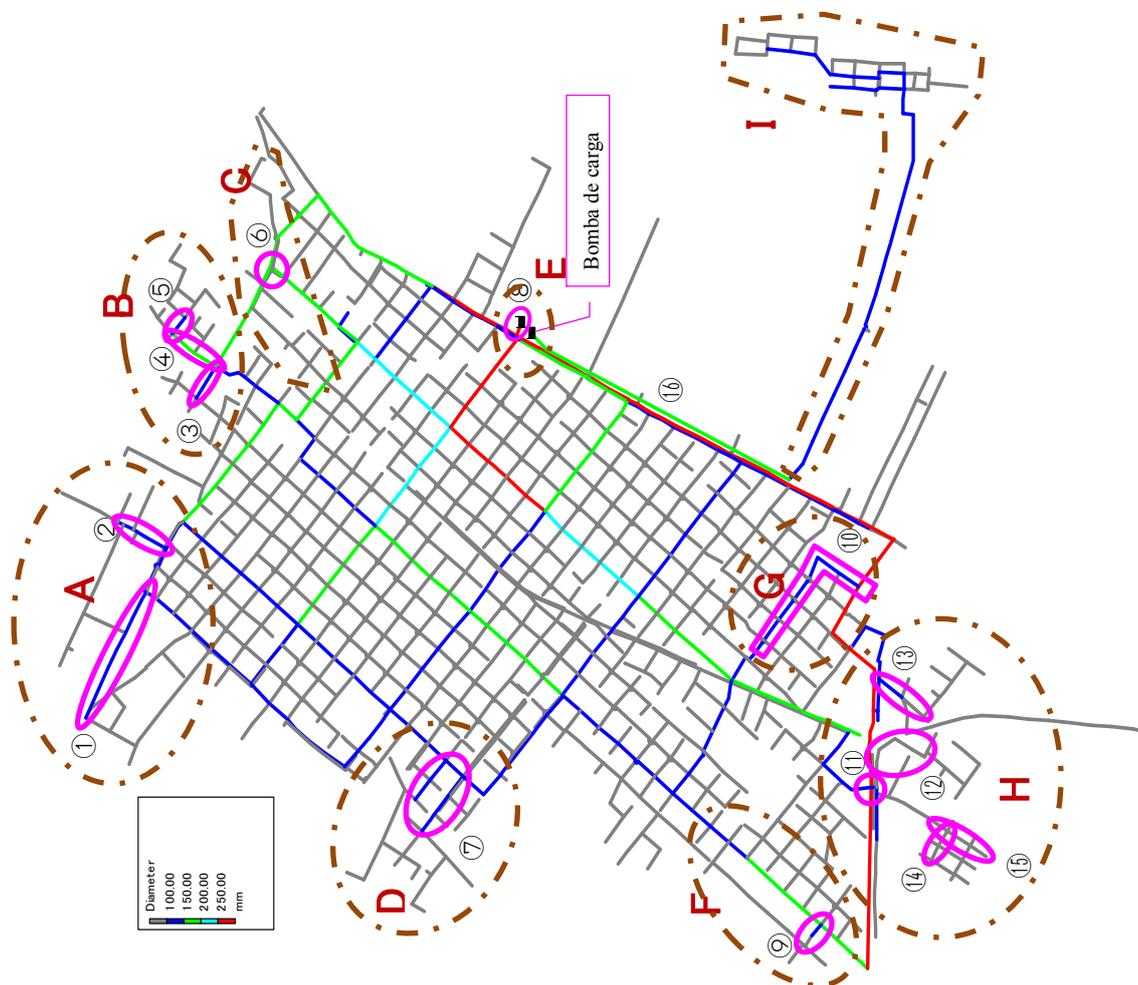


Figura 2.2.16 Instalaciones a mejorar

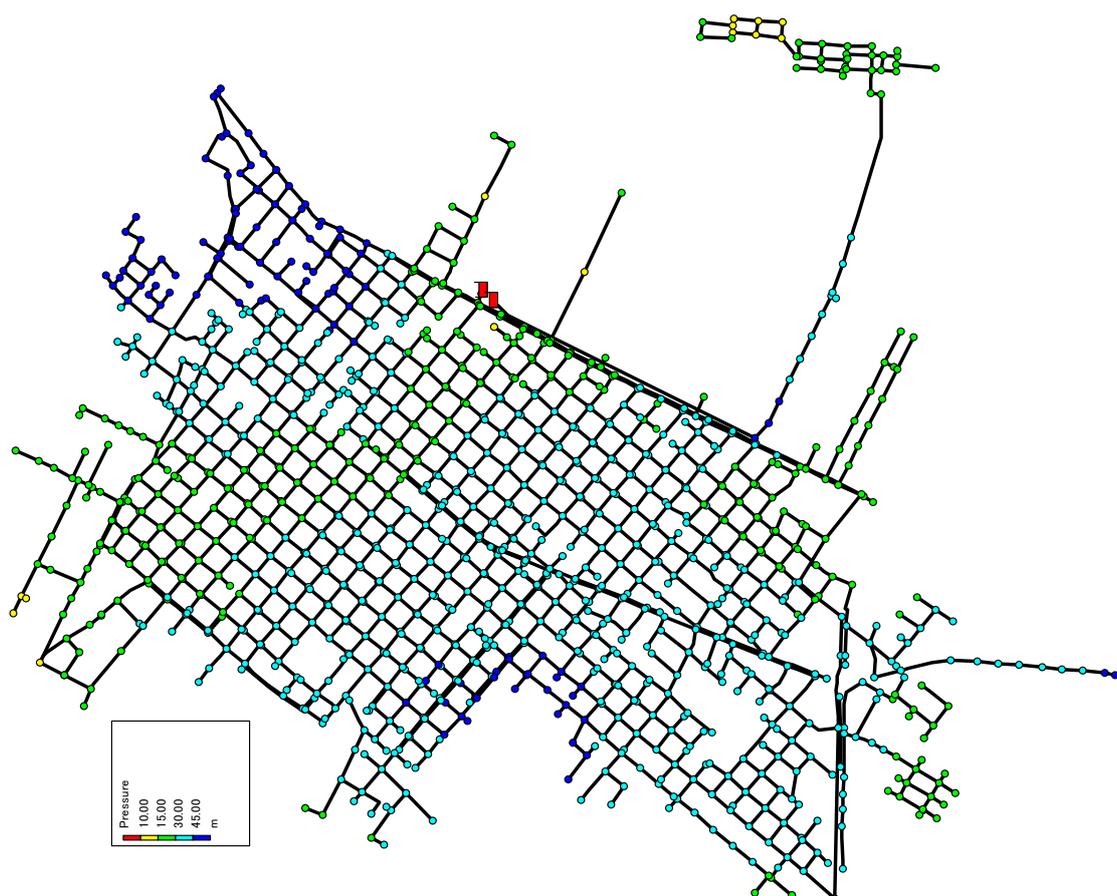
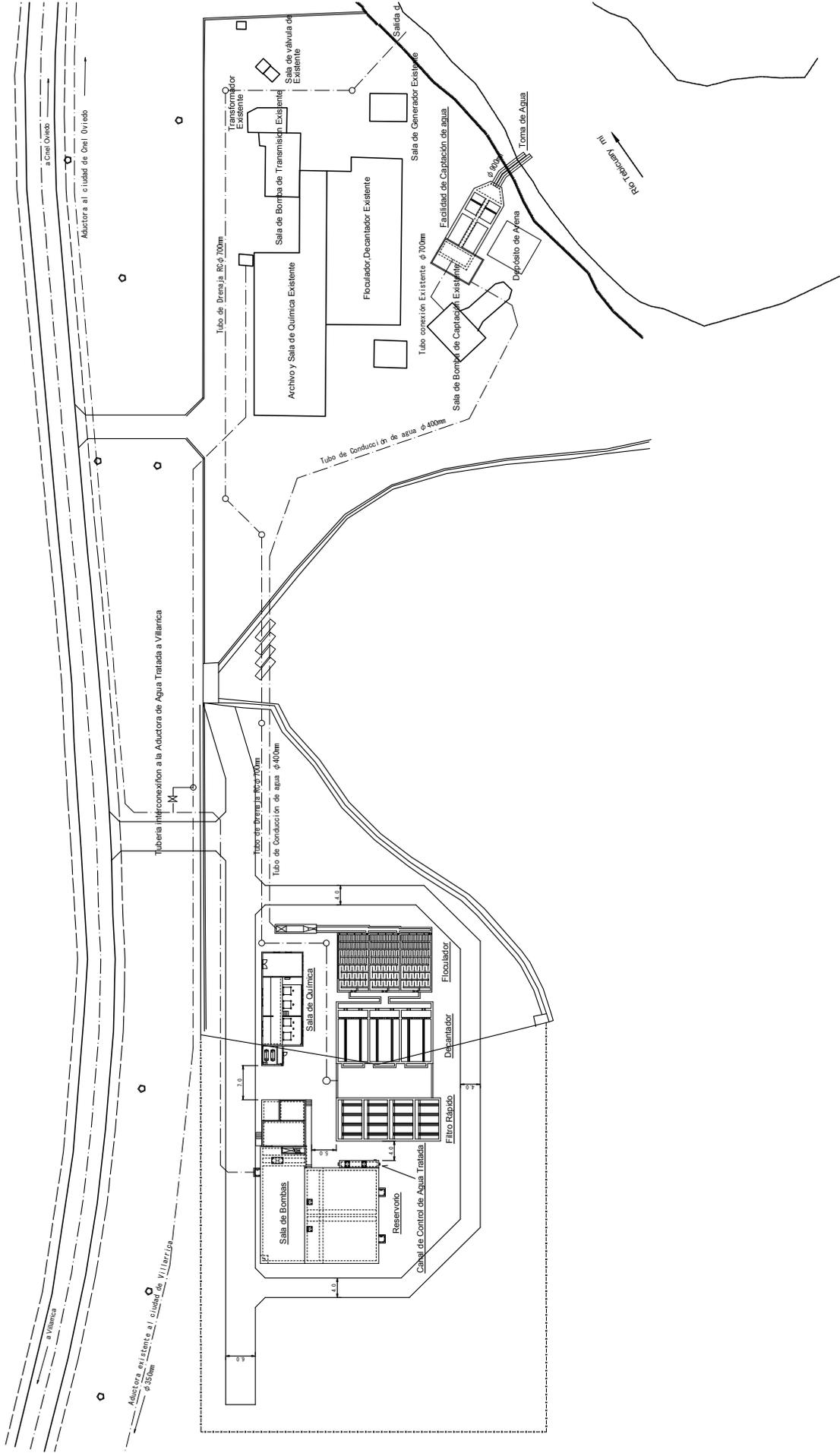


Figura 2.2.17 Distribución de presión de agua después del mejoramiento

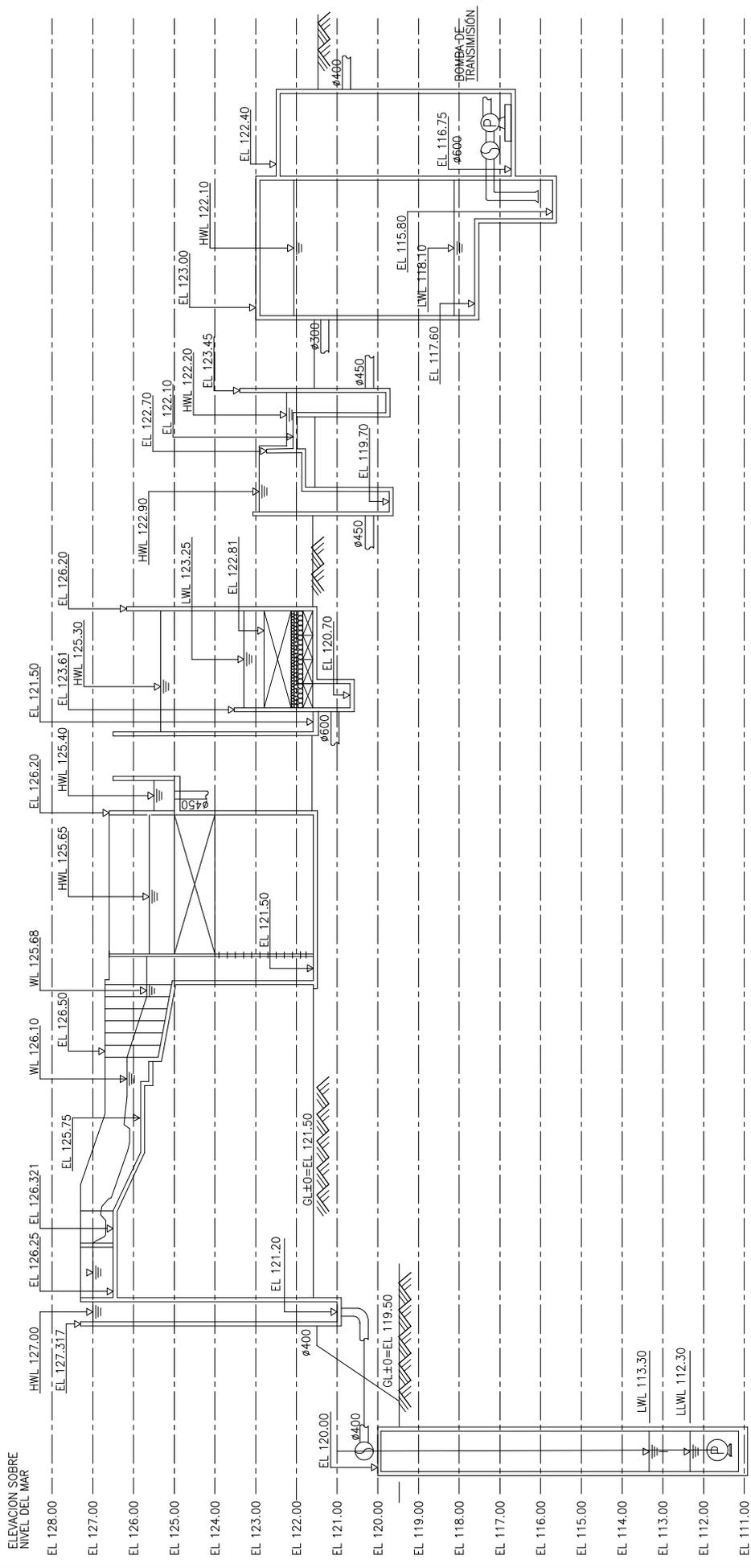
### 2-2-3 Planos del Diseño Básico

**Tabla 2.2.12 Lista de los diseños de instalaciones proyectadas**

No. de plano	Denominación	Página
	Disposición general de la planta de tratamiento de agua	2-36
	Variación del nivel de agua	2-37
	Obra de captación	2-38
	Floculador/Sedimentador/filtro rápido (1/3, 2/3, 3/3)	2-39, 40, 41
	Reservorio de agua tratada	2-42
	Tanque de distribución de agua/sala de bomba (1/2, 1/2)	2-43, 44
	Depósito de productos químicos	2-45, 46
	Plan de drenaje en la planta	2-47
	Diagrama unifilar	2-48
	Corte longitudinal de aductora	2-49 - 64
	Instalaciones complementarias de la aductora	2-65, 66



RÍO TEBICUARI MI CÁMARA DE LLEGADA  
 TOMA DE AGUA  
 CANAL PARSHALL  
 FLOCULADOR SEDIMENTADOR  
 FILTRO RÁPIDO  
 CANAL DE AGUA TRATADA  
 RESERVORIO SALA DE BOMBA

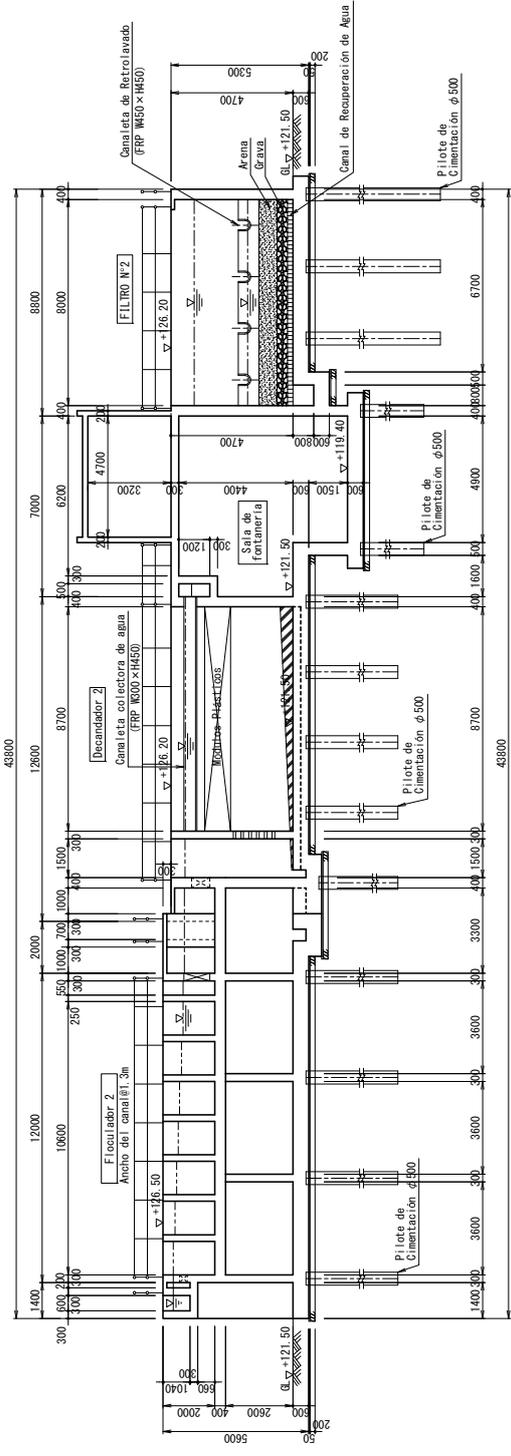


EL 128.00 ELEVACION SOBRE NIVEL DEL MAR  
 EL 127.00 HWL 127.00  
 EL 127.00 EL 127.317  
 EL 126.00 EL 125.75  
 EL 125.00 WL 126.10  
 EL 124.00 EL 125.68  
 EL 123.00 EL 126.20  
 EL 122.00 EL 125.61  
 EL 121.00 EL 125.40  
 EL 120.00 EL 125.30  
 EL 119.00 EL 123.61  
 EL 118.00 EL 126.20  
 EL 117.00 EL 125.30  
 EL 116.00 EL 123.45  
 EL 115.00 EL 122.70  
 EL 114.00 EL 122.10  
 EL 113.00 EL 123.00  
 EL 112.00 EL 123.45  
 EL 111.00 EL 122.40  
 EL 120.00 EL 122.90  
 EL 119.50 EL 122.10  
 EL 119.00 EL 123.25  
 EL 118.00 EL 123.81  
 EL 117.00 EL 122.70  
 EL 116.75 EL 120.70  
 EL 116.00 EL 122.40  
 EL 115.80 EL 115.80  
 EL 115.00 EL 118.10  
 EL 114.00 EL 117.60  
 EL 113.30 LWL 113.30  
 EL 112.30 LLWL 112.30  
 EL 111.00

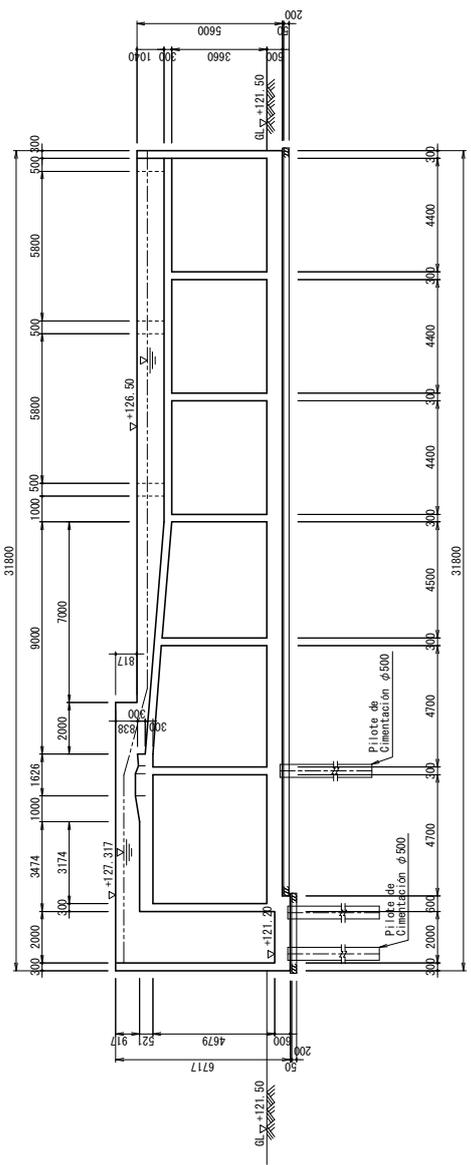
GL : NIVEL DEL TERRENO  
 WL : NIVEL DEL AGUA (m)  
 EL : ELEVACION (m)  
 HWL : NIVEL MÁXIMO DEL AGUA (m)  
 LWL : NIVEL MÍNIMO DEL AGUA (m)



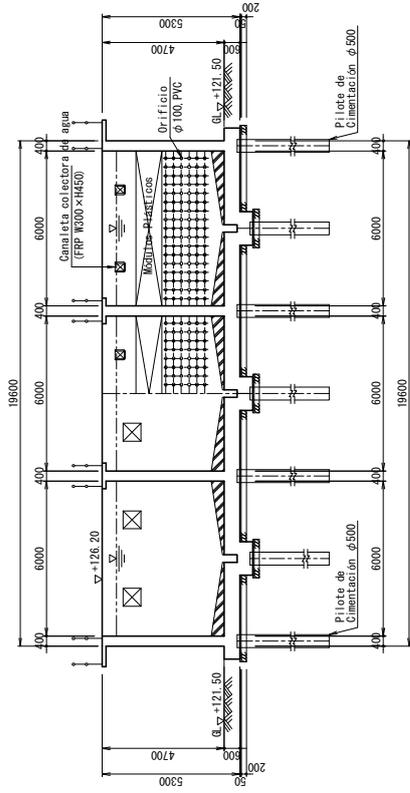




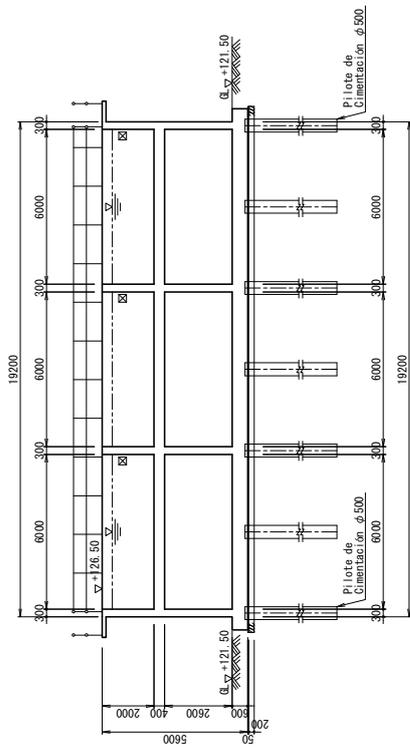
A-A



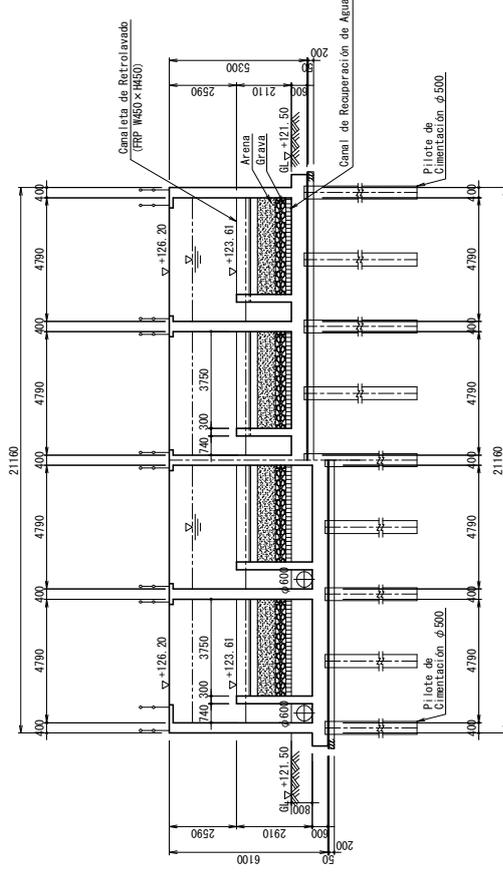
B-B



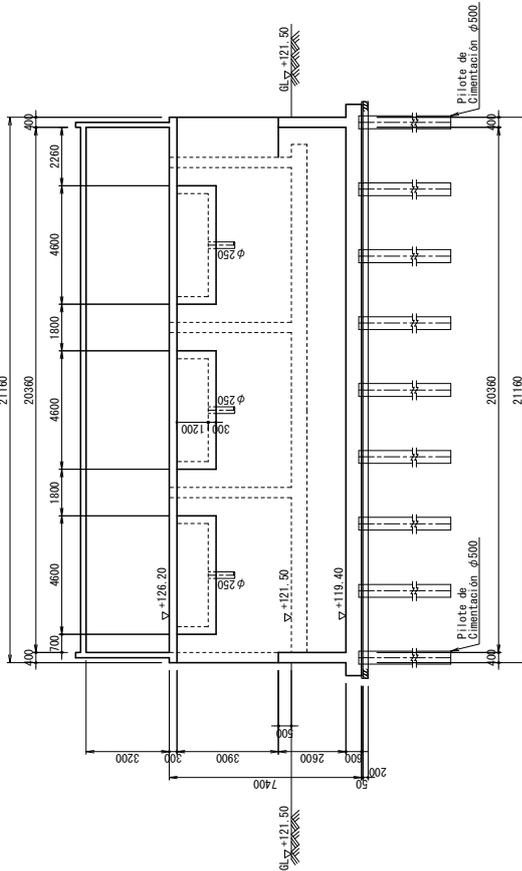
D-D



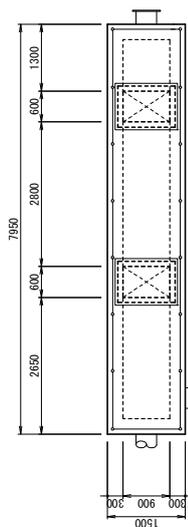
C-C



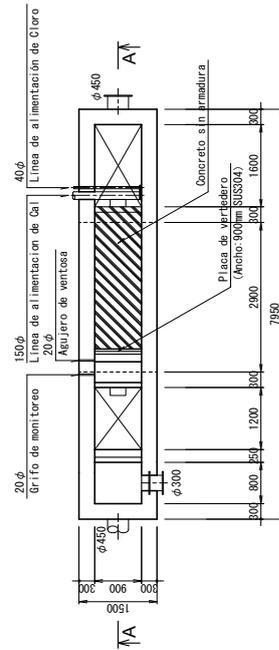
F-F



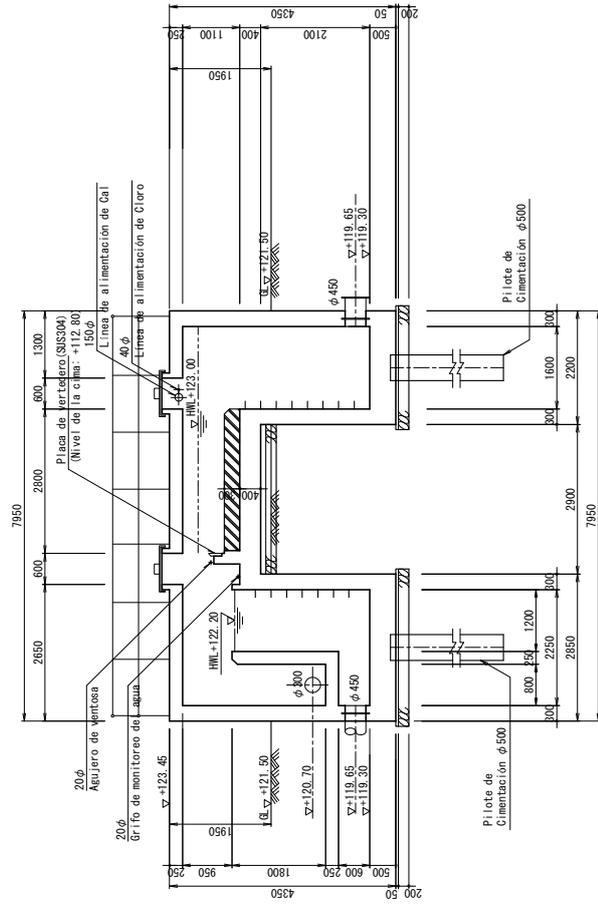
E-E

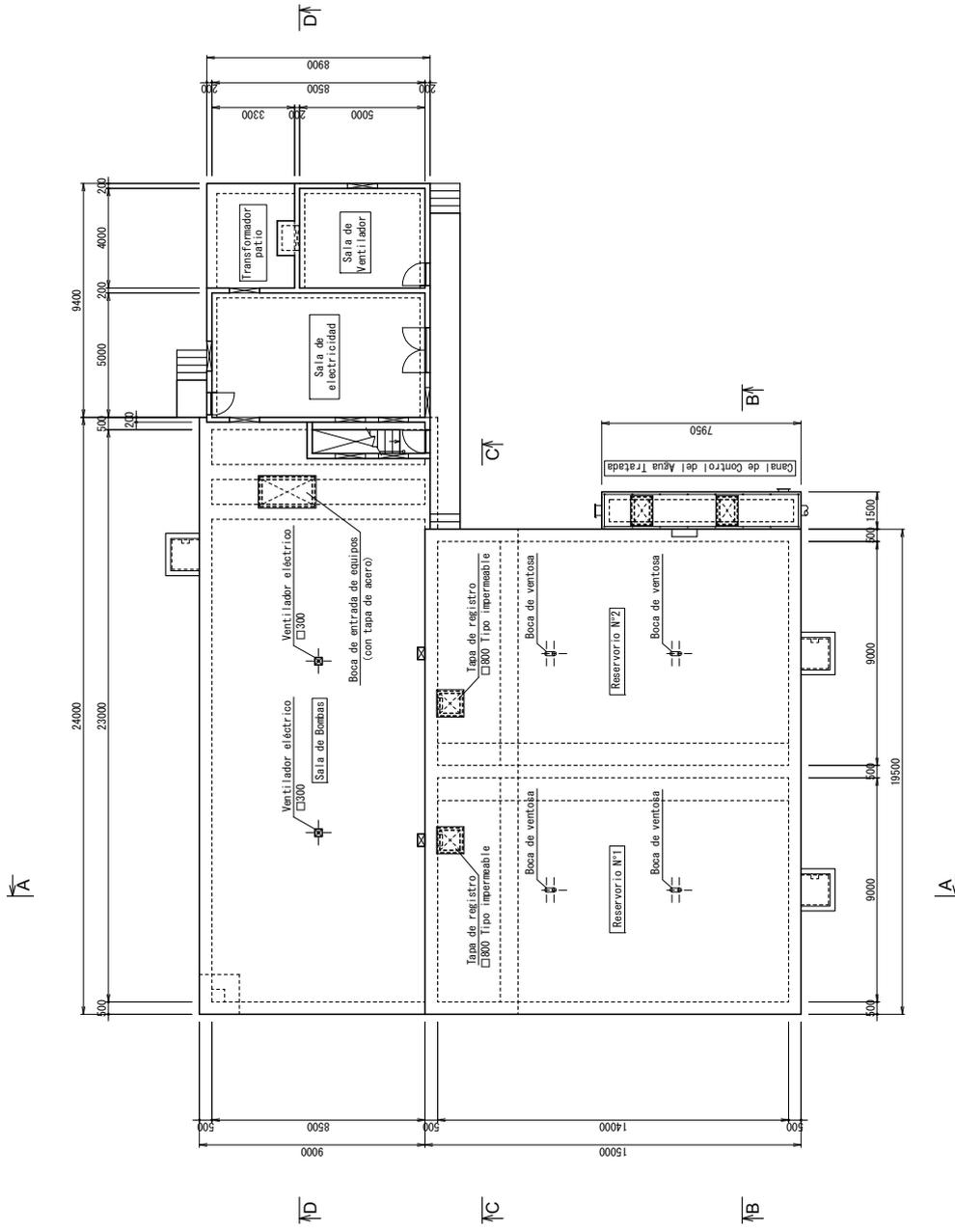


PLANTA (PARTE SUPERIOR)

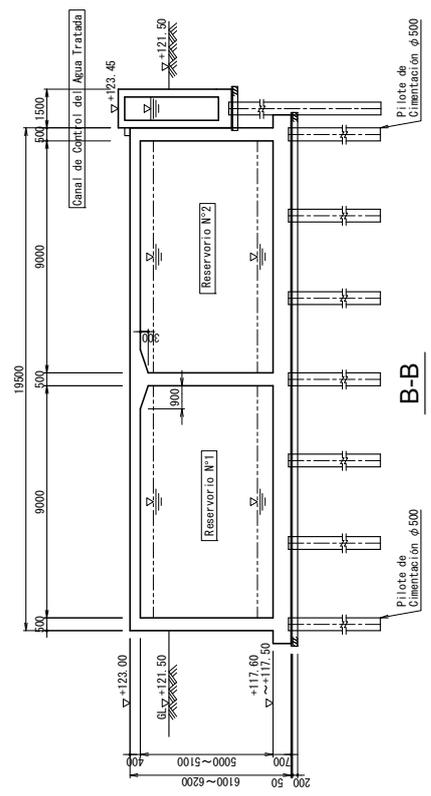


PLANTA (PARTE INTERMEDIA)

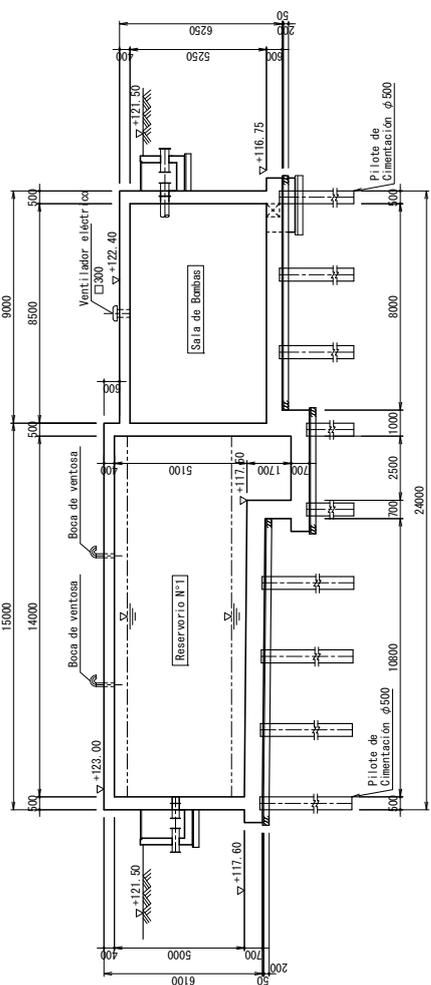




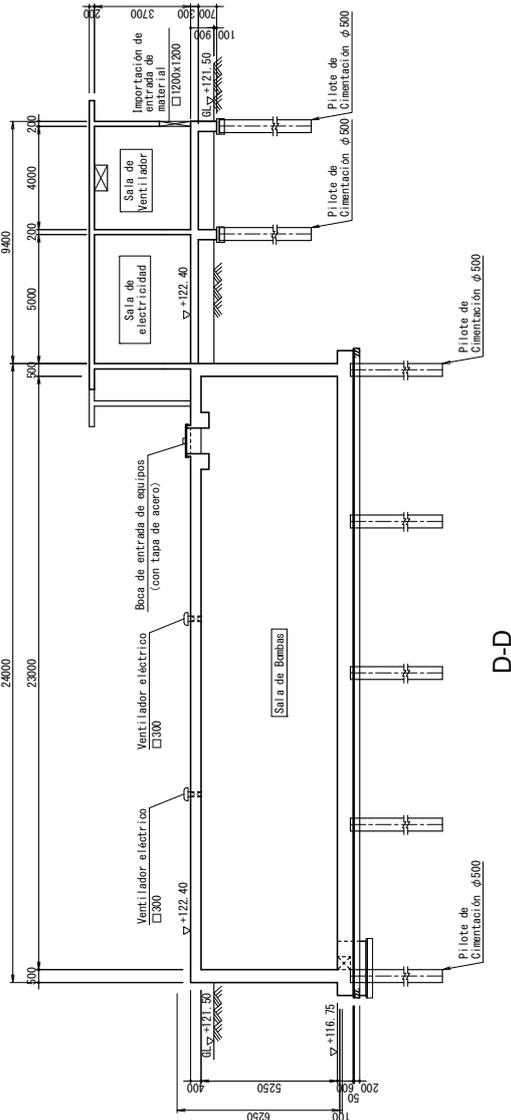
Planta



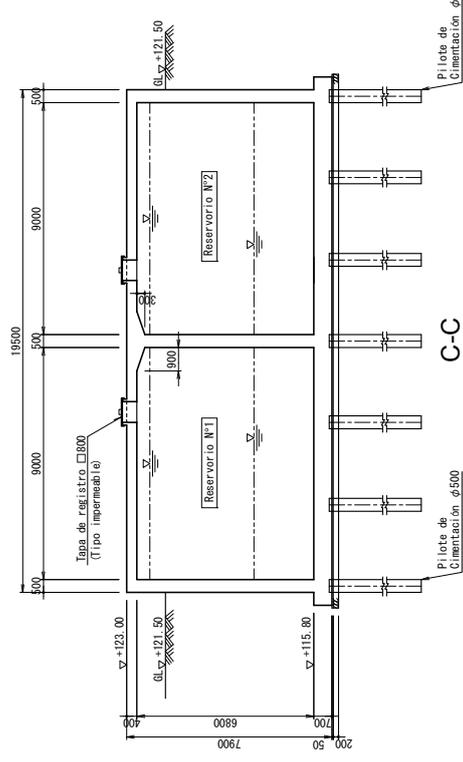
B-B



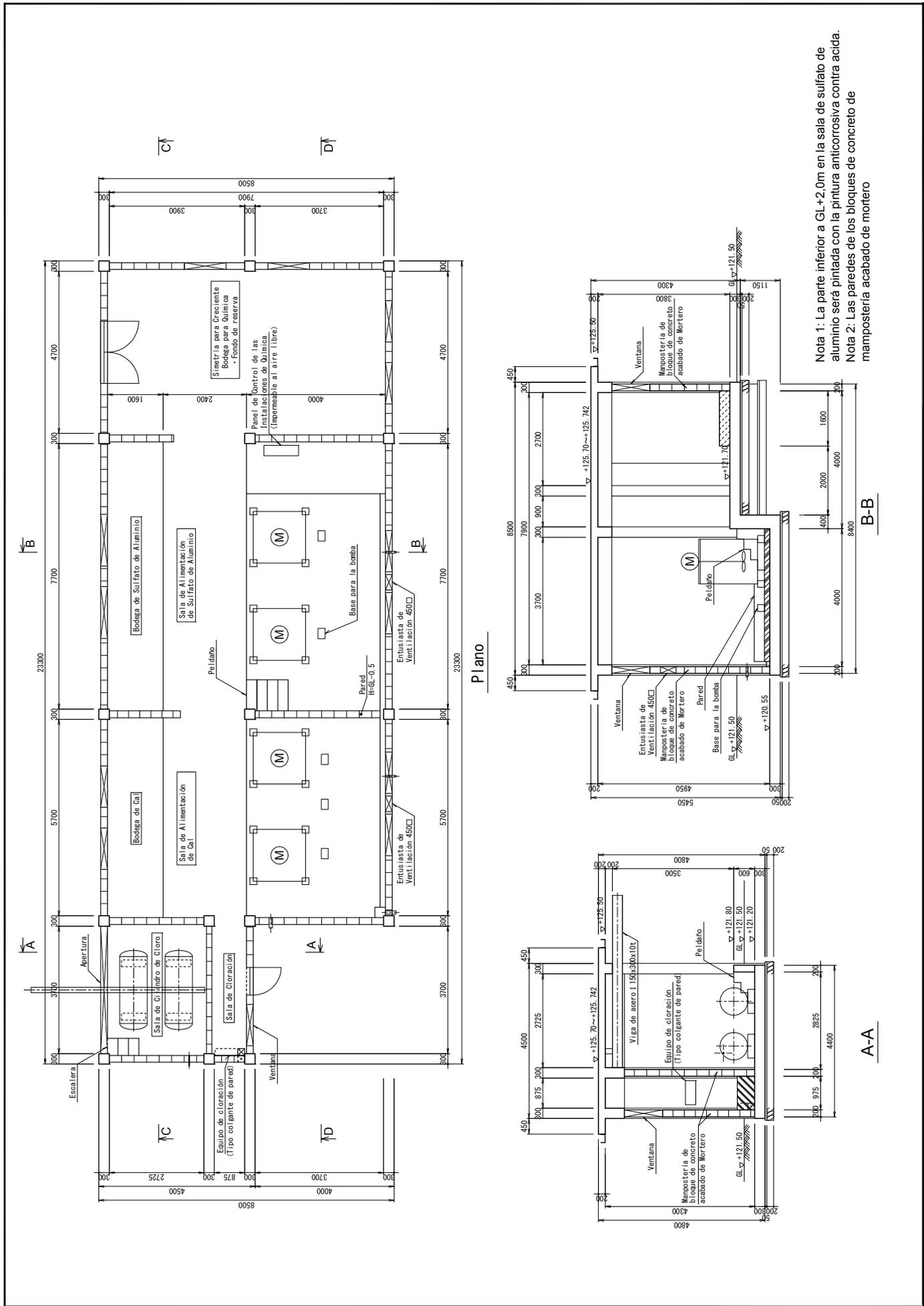
A-A



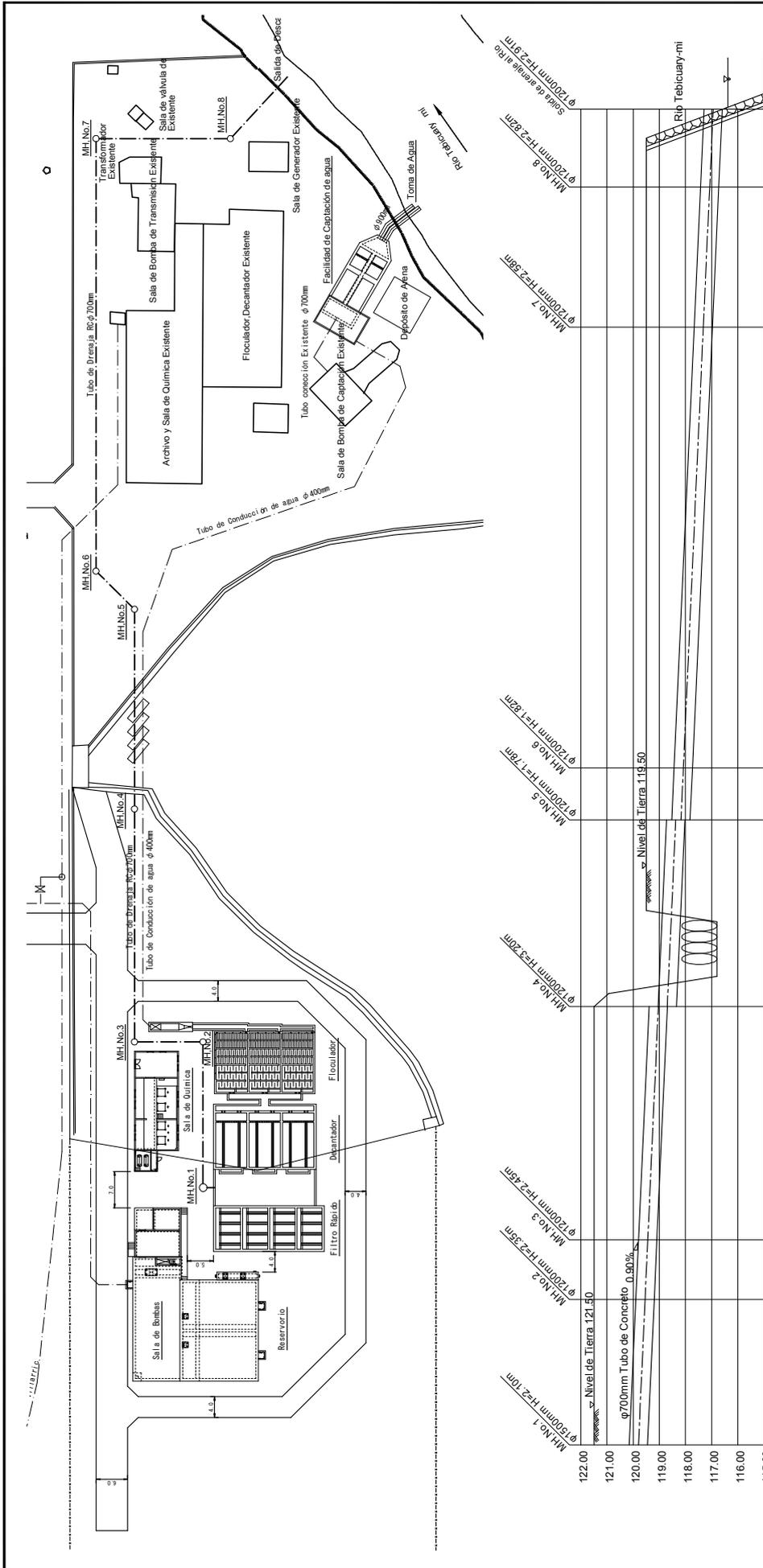
D-D



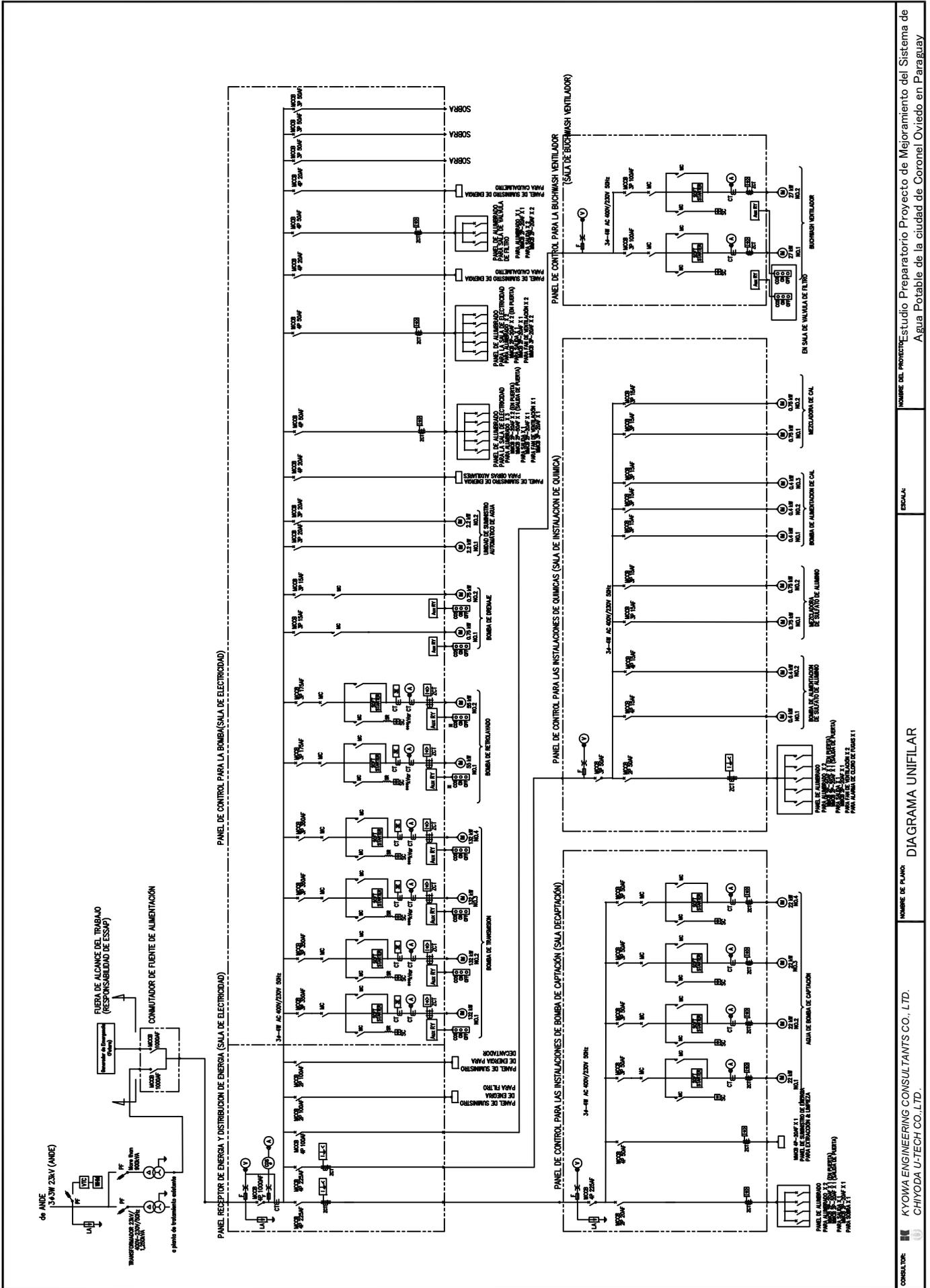
C-C



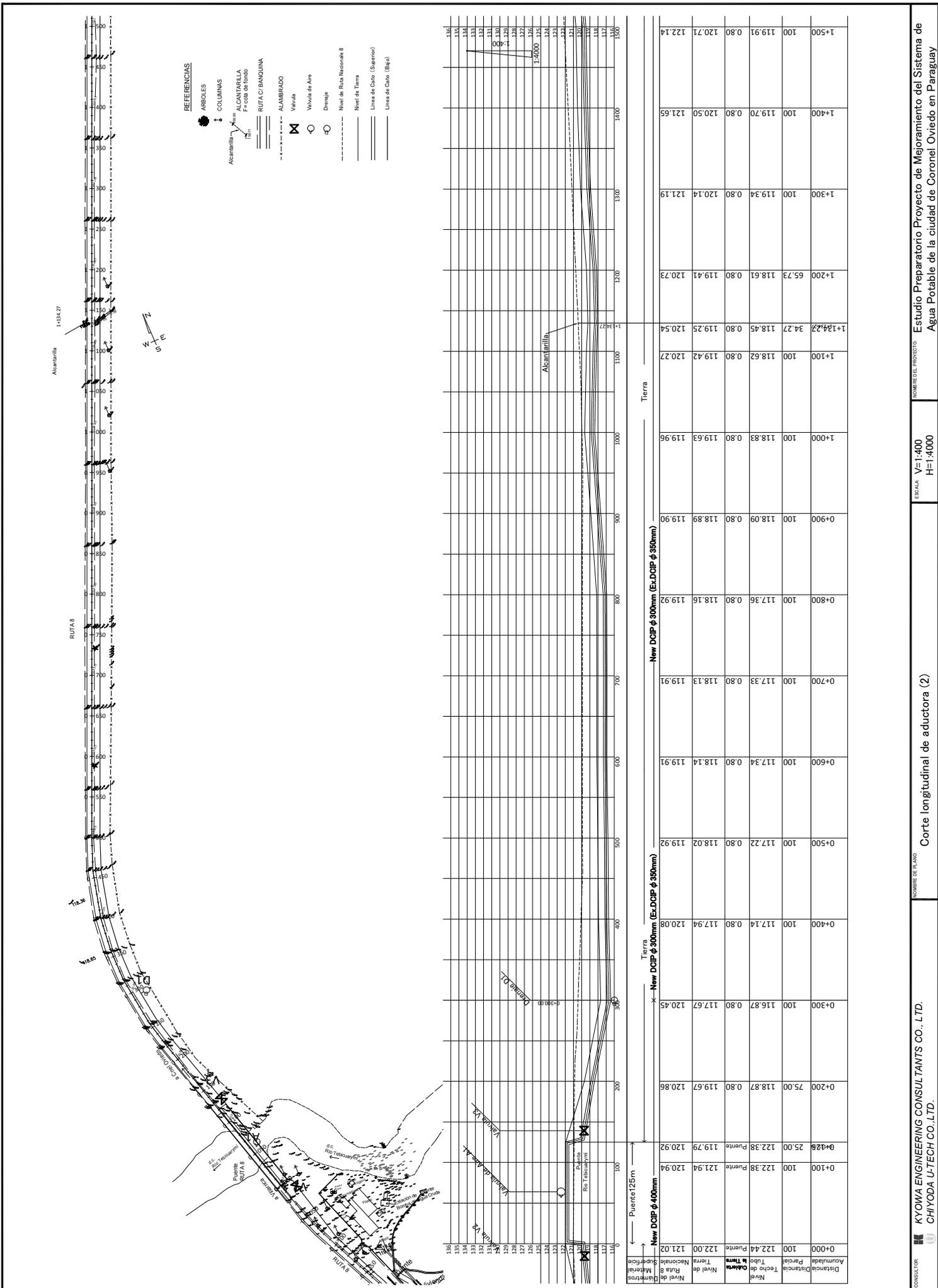


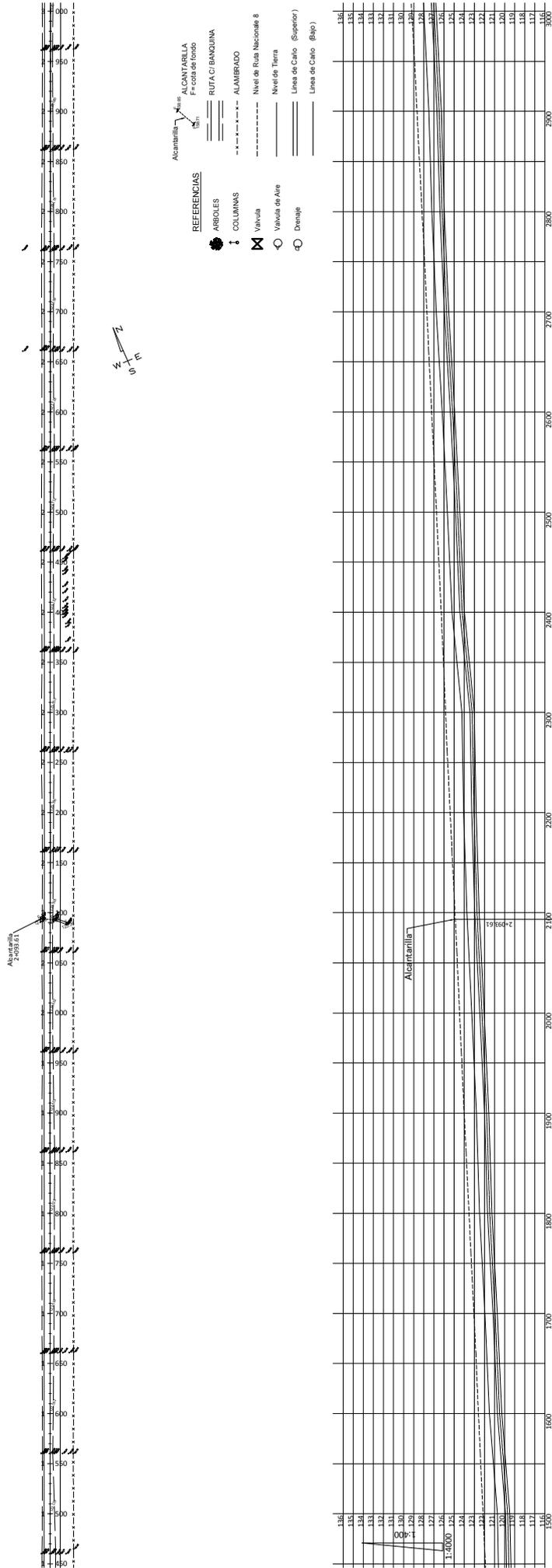


Station	Manhole No.	Partial Distance (m)	Accumulated Distance (m)	Station	Manhole No.	Partial Distance (m)	Accumulated Distance (m)	Station	Manhole No.	Partial Distance (m)	Accumulated Distance (m)
Nivel de Tierra (m)											
121.50	MH.No.1	0.00	0.00	119.50	MH.No.6	10.00	130.50	119.50	MH.No.7	85.00	215.50
119.450	MH.No.2	28.00	28.00	117.735	MH.No.5	36.00	120.50	116.970	MH.No.8	27.00	242.50
119.198	MH.No.3	11.50	39.50	118.825	MH.No.4	45.00	84.50	116.727	出口		
121.50	MH.No.4	45.00	84.50	118.025				119.50			
119.095	MH.No.5	45.00	84.50								
119.095	MH.No.6	45.00	84.50								
118.349	MH.No.7	45.00	84.50								
118.690	MH.No.8	45.00	84.50								
121.05	MH.No.9	45.00	84.50								
118.349	MH.No.10	45.00	84.50								
118.690	MH.No.11	45.00	84.50								
121.05	MH.No.12	45.00	84.50								
118.349	MH.No.13	45.00	84.50								
118.690	MH.No.14	45.00	84.50								
121.05	MH.No.15	45.00	84.50								
118.349	MH.No.16	45.00	84.50								
118.690	MH.No.17	45.00	84.50								
121.05	MH.No.18	45.00	84.50								
118.349	MH.No.19	45.00	84.50								
118.690	MH.No.20	45.00	84.50								
121.05	MH.No.21	45.00	84.50								
118.349	MH.No.22	45.00	84.50								
118.690	MH.No.23	45.00	84.50								
121.05	MH.No.24	45.00	84.50								
118.349	MH.No.25	45.00	84.50								
118.690	MH.No.26	45.00	84.50								
121.05	MH.No.27	45.00	84.50								
118.349	MH.No.28	45.00	84.50								
118.690	MH.No.29	45.00	84.50								
121.05	MH.No.30	45.00	84.50								
118.349	MH.No.31	45.00	84.50								
118.690	MH.No.32	45.00	84.50								
121.05	MH.No.33	45.00	84.50								
118.349	MH.No.34	45.00	84.50								
118.690	MH.No.35	45.00	84.50								
121.05	MH.No.36	45.00	84.50								
118.349	MH.No.37	45.00	84.50								
118.690	MH.No.38	45.00	84.50								
121.05	MH.No.39	45.00	84.50								
118.349	MH.No.40	45.00	84.50								
118.690	MH.No.41	45.00	84.50								
121.05	MH.No.42	45.00	84.50								
118.349	MH.No.43	45.00	84.50								
118.690	MH.No.44	45.00	84.50								
121.05	MH.No.45	45.00	84.50								
118.349	MH.No.46	45.00	84.50								
118.690	MH.No.47	45.00	84.50								
121.05	MH.No.48	45.00	84.50								
118.349	MH.No.49	45.00	84.50								
118.690	MH.No.50	45.00	84.50								



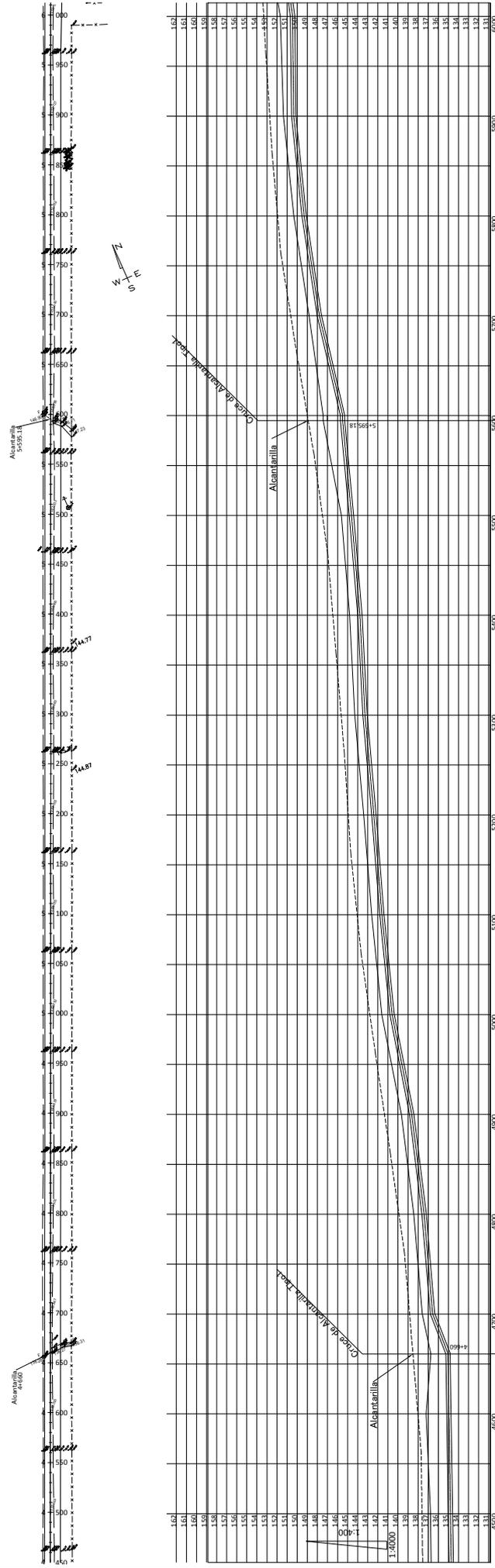






Nivel de Diferencia	Nivel de Ruta 8 Material	Nivel de Tierra	Nivel de Naciónale Superior	Distancia Parcial	Acumulada	1+500	1+600	1+700	1+800	1+900	2+000	2+100	2+200	2+300	2+400	2+500	2+600	2+700	2+800	2+900	3+000
122.14	120.71	0.80	119.91	100	120.71	122.59	120.71	121.16	122.49	122.80	124.46	124.92	125.40	125.85	126.28	126.75	127.23	127.70	128.18	128.68	129.20
120.71	120.71	0.80	119.91	100	120.71	122.59	120.71	121.16	122.49	122.80	124.46	124.92	125.40	125.85	126.28	126.75	127.23	127.70	128.18	128.68	129.20
120.71	120.71	0.80	119.91	100	120.71	122.59	120.71	121.16	122.49	122.80	124.46	124.92	125.40	125.85	126.28	126.75	127.23	127.70	128.18	128.68	129.20



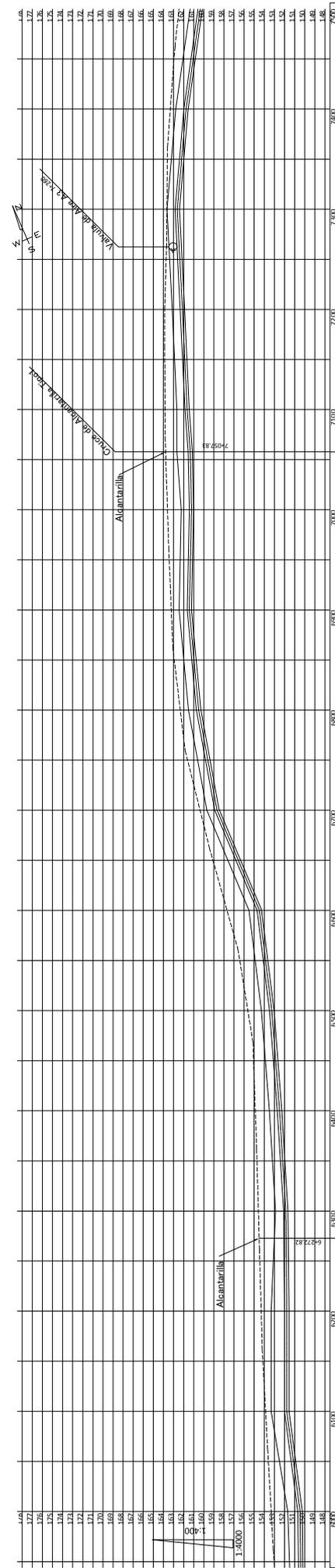
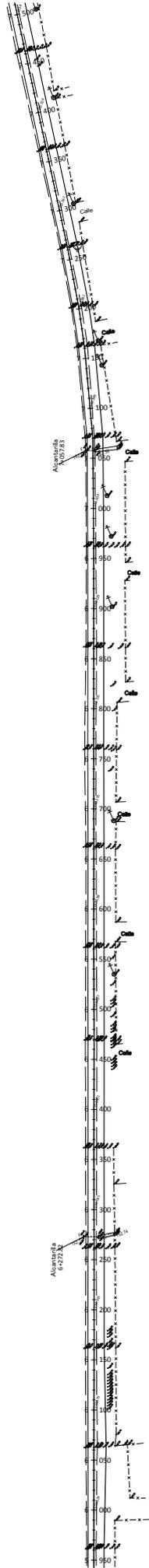


**Tubería New DCP  $\phi$  300mm (Ex.DCP  $\phi$  380mm)**

Nivel de Diferencia	Nivel de Rutas Nacionales	Nivel de Tierra	Nivel de Tubería	Distancia Parcial	Acumulado
137.61	137.21	136.77	1.76	100	4+500
138.85	138.85	138.85	1.48	60.00	4+600
138.85	138.85	138.85	0.80	40.00	4+700
139.90	139.90	139.90	0.80	137.62	4+800
141.34	141.34	141.34	0.80	138.85	4+900
142.79	142.79	142.79	0.80	140.80	5+000
144.06	144.06	144.06	0.80	142.61	5+200
144.93	144.93	144.93	0.80	143.49	5+300
145.64	145.64	145.64	0.80	143.99	5+400
146.77	146.77	146.77	0.80	144.79	5+400
147.50	147.50	147.50	0.80	144.83	5+500
149.00	149.00	149.00	1.72	145.71	5+595.18
149.00	149.00	149.00	4.82	145.71	5+600
150.65	150.65	150.65	0.80	148.02	5+700
151.95	151.95	151.95	0.80	149.53	5+800
152.73	152.73	152.73	0.80	150.56	5+900
153.33	153.33	153.33	1.00	150.68	6+000

- REFERENCIAS**
- ARBOLES
  - COLUMNAS
  - Valvula
  - Valvula de Aire
  - Drenaje
- ALCANTARILLA**
- ALCANTARILLA
  - Piedra de fondo
  - RUTA C/ BANQUINA
  - ALAMBRADO
  - Nivel de Ruta Nacional 8
  - Nivel de Tierra
  - Línea de Cielo (Superior)
  - Línea de Cielo (Bajo)

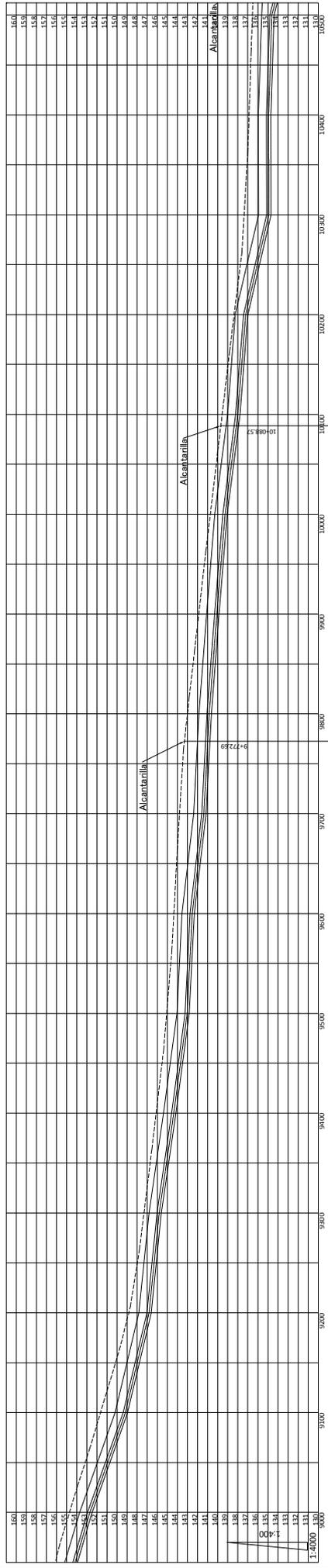
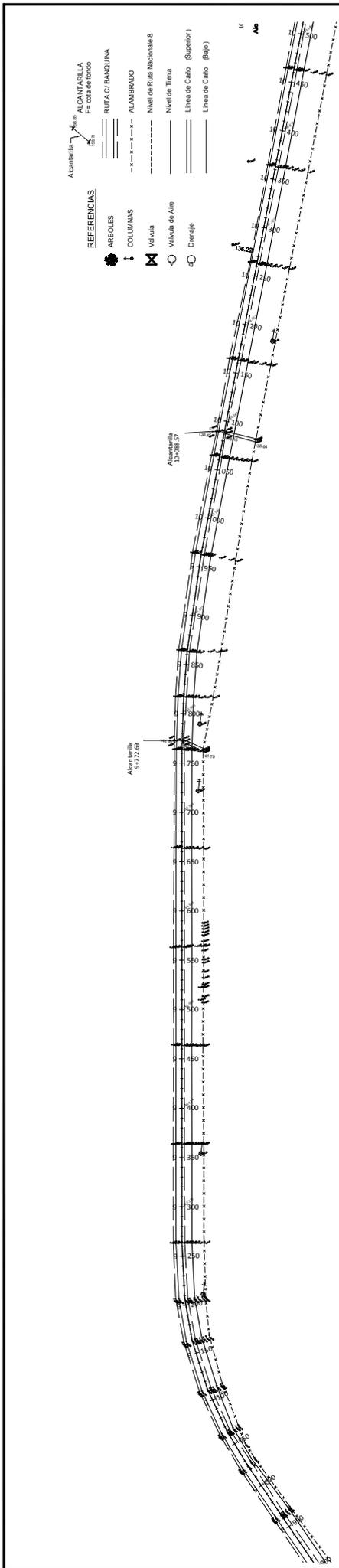
- REFERENCIAS
- ARBOLES
  - COLUMNAS
  - VALVULAS
  - Valvula de Aire
  - Valvula de Carga (Superior)
  - Drenaje
- ALCANTARILLA  
F= cota de fondo
- RUTA C/ BANQUINA
- ALAMBRADO
- Nivel de Ruta Nacional 8
- Nivel de Tierra
- Linea de Cero (Superior)
- Linea de Cero (Bajo)



Tubo de  
**New DCIP  $\phi$ 300mm (E-LDCIP  $\phi$  350mm)**

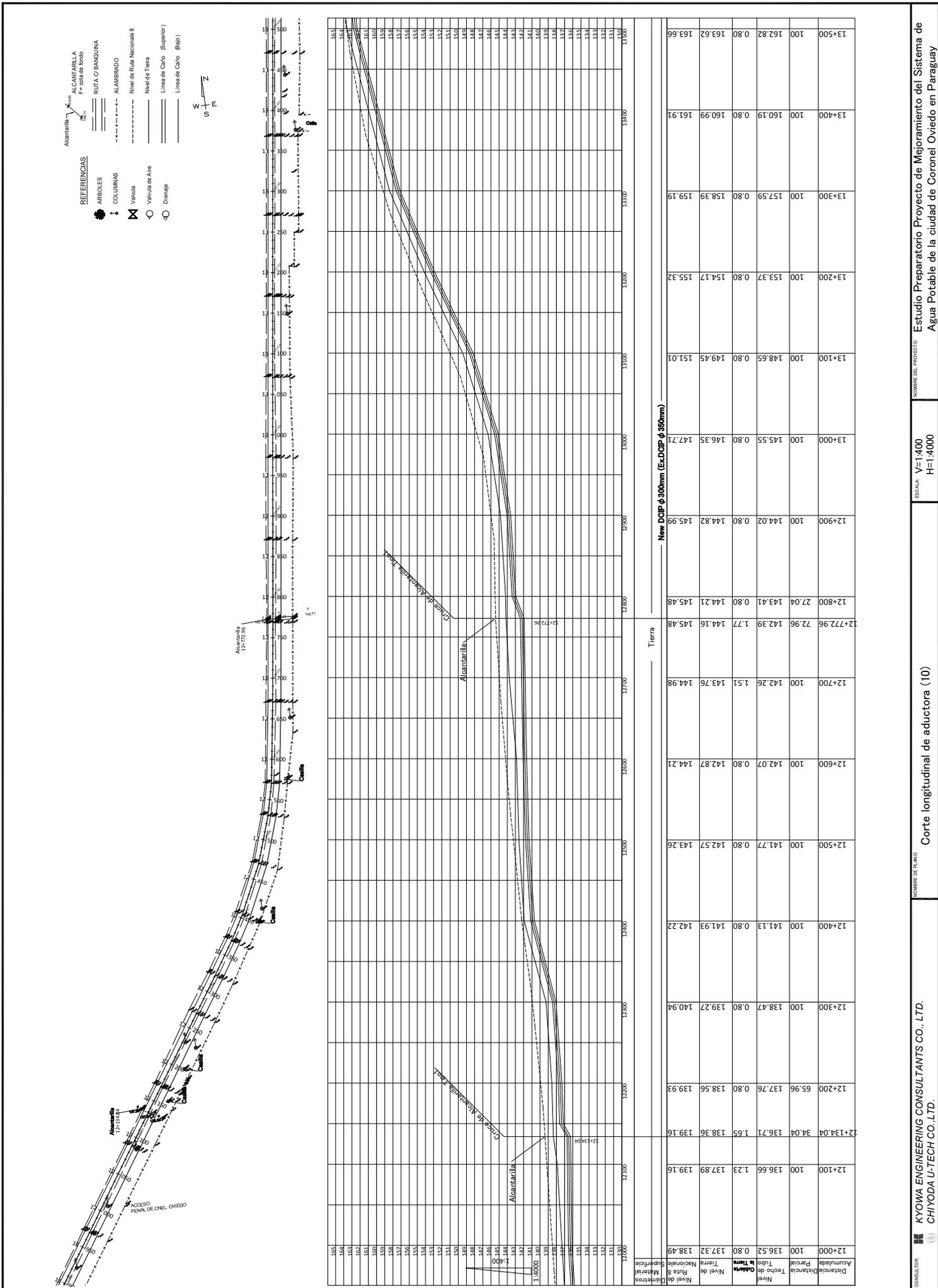
Distancia Parcial	Distancia Total	Nivel de Cota en Tierra	Nivel de Cota en Tubo	Nivel de Cota en Ruta Nacional	Nivel de Cota en Material Superior
6+000	100	150.68	1.00	151.68	153.39
6+100	100	152.00	1.33	153.33	153.88
6+200	100	152.00	1.33	153.33	154.32
6+272.82	100	152.09	0.80	152.89	154.60
6+300	100	152.09	0.80	152.89	154.60
6+400	100	152.51	1.00	153.51	154.90
6+500	100	153.48	0.80	154.28	155.64
6+600	100	154.71	0.80	155.51	157.70
6+700	100	158.91	0.80	159.71	160.37
6+800	100	160.73	0.80	161.53	162.34
6+900	100	161.65	0.80	162.45	163.23
7+000	100	161.44	0.80	162.24	163.60
7+057.88	57.88	161.56	1.11	162.67	163.85
7+100	42.17	161.87	0.80	162.67	163.85
7+200	100	162.34	0.80	163.14	163.88
7+300	100	162.85	0.80	163.65	163.66
7+400	100	161.98	0.80	162.78	163.32
7+500	100	160.57	0.80	161.37	162.47





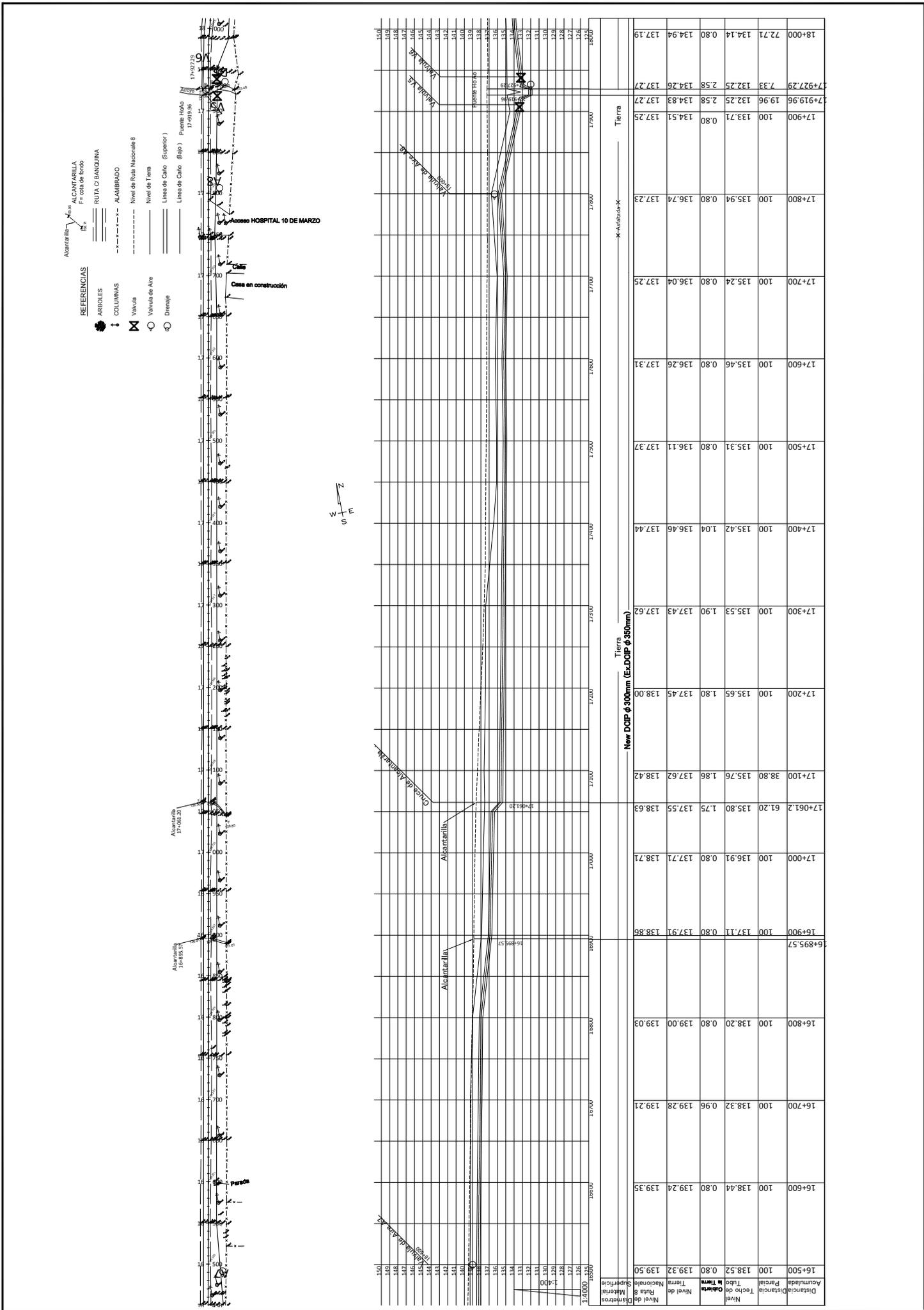
Nivel de Cálculo	Nivel de Ruta & Material	Nivel de Tierra	Distancia Parcial	Acumulado	9+000	9+100	9+200	9+300	9+400	9+500	9+600	9+700	9+800	9+900	10+000	10+100	10+200	10+300	10+400	10+500
154.72	153.72	153.72	0.80	154.72	150.19	149.39	147.03	146.02	144.57	143.24	142.73	141.58	141.05	140.29	139.47	138.21	137.45	135.13	135.15	135.62
147.83	147.83	147.83	0.80	147.83	145.64	143.83	142.83	142.32	141.11	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
147.32	147.32	147.32	0.80	147.32	146.11	144.35	143.35	142.84	141.63	140.57	140.06	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
146.11	146.11	146.11	0.80	146.11	145.07	143.53	142.53	142.02	140.81	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
145.07	145.07	145.07	0.80	145.07	144.04	142.73	142.02	141.51	140.30	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
144.04	144.04	144.04	0.80	144.04	143.24	142.73	142.02	141.51	140.30	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
143.24	143.24	143.24	0.80	143.24	142.73	142.02	141.51	141.00	140.04	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
142.73	142.73	142.73	0.80	142.73	142.02	141.51	141.00	140.49	140.04	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
142.02	142.02	142.02	0.80	142.02	141.51	141.00	140.49	140.04	140.04	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
141.51	141.51	141.51	0.80	141.51	141.00	140.49	140.04	140.04	140.04	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
141.00	141.00	141.00	0.80	141.00	140.49	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
140.49	140.49	140.49	0.80	140.49	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
140.04	140.04	140.04	0.80	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
140.04	140.04	140.04	0.80	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
139.53	139.53	139.53	0.80	139.53	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
139.01	139.01	139.01	0.80	139.01	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
138.36	138.36	138.36	0.80	138.36	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
138.36	138.36	138.36	0.80	138.36	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
137.37	137.37	137.37	0.80	137.37	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
137.37	137.37	137.37	0.80	137.37	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
136.88	136.88	136.88	0.80	136.88	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
136.88	136.88	136.88	0.80	136.88	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55
136.55	136.55	136.55	0.80	136.55	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	140.04	139.53	143.78	143.00	141.88	140.73	139.01	138.36	137.37	136.88	136.55

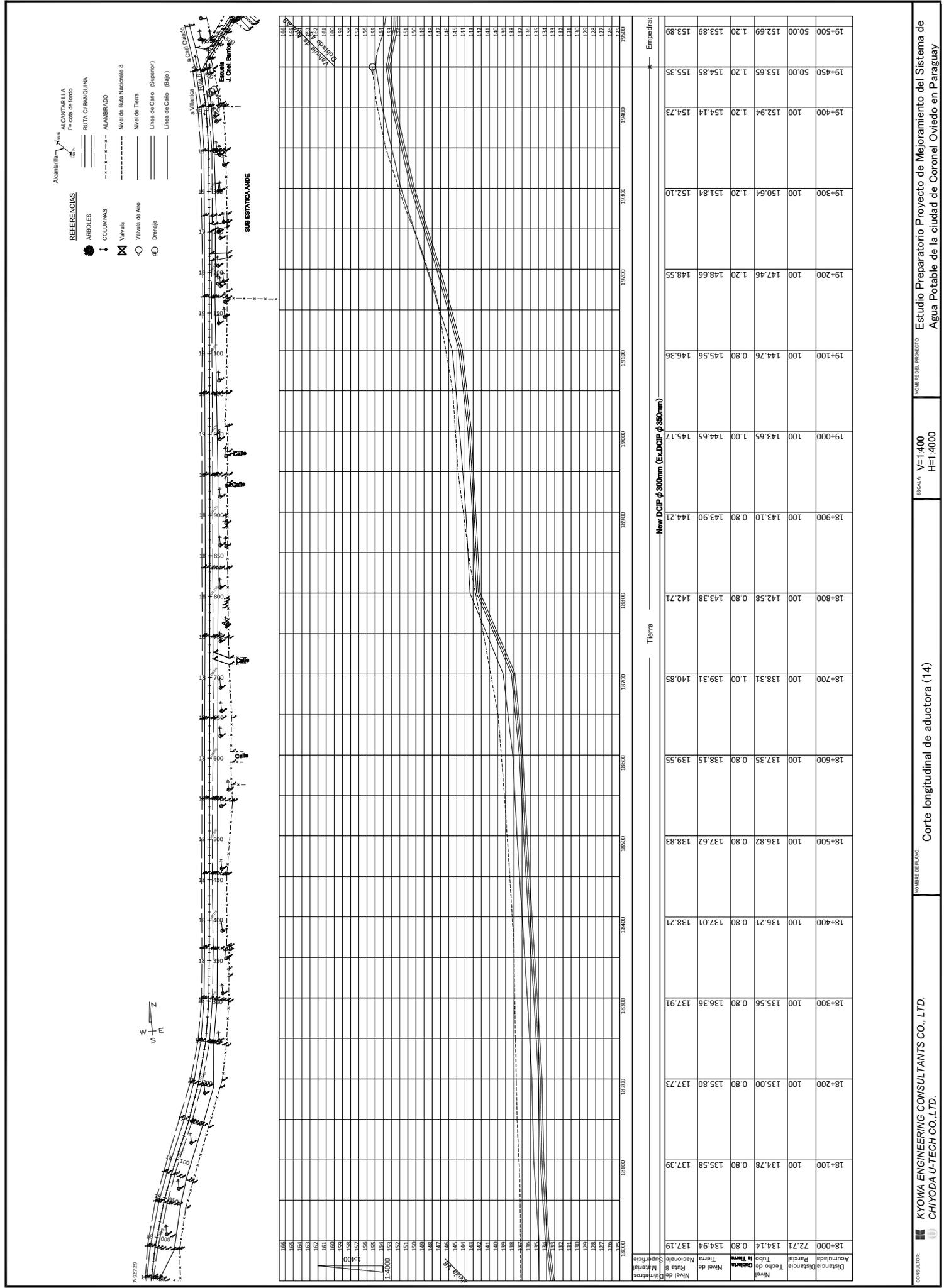












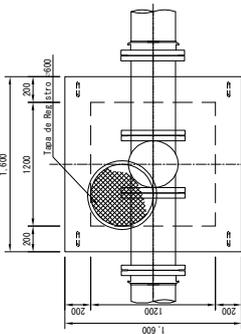
Estación	18+000	18+100	18+200	18+300	18+400	18+500	18+600	18+700	18+800	18+900	19+000	19+100	19+200	19+300	19+400	19+450	19+500
Nivel de Materiales	137.19	137.39	137.73	137.91	138.21	138.83	139.55	140.85	142.71	144.21	145.17	146.36	148.55	152.10	154.73	155.35	155.89
Nivel de Cielo (Superior)	134.94	135.58	135.80	136.36	137.01	137.62	138.15	139.31	143.38	143.90	144.65	145.56	148.66	151.84	154.14	154.85	155.35
Nivel de Cielo (Inferior)	134.94	135.58	135.80	136.36	137.01	137.62	138.15	139.31	143.38	143.90	144.65	145.56	148.66	151.84	154.14	154.85	155.35
Nivel de Tierra	134.94	135.58	135.80	136.36	137.01	137.62	138.15	139.31	143.38	143.90	144.65	145.56	148.66	151.84	154.14	154.85	155.35
Nivel de Techo de Ruta Nacional	134.14	134.78	135.00	135.56	136.21	136.82	137.35	138.31	142.58	143.10	143.65	144.76	147.46	150.64	152.94	153.65	153.69
Nivel de Techo de Ruta	134.14	134.78	135.00	135.56	136.21	136.82	137.35	138.31	142.58	143.10	143.65	144.76	147.46	150.64	152.94	153.65	153.69
Nivel de Techo de DCP	134.14	134.78	135.00	135.56	136.21	136.82	137.35	138.31	142.58	143.10	143.65	144.76	147.46	150.64	152.94	153.65	153.69
Nivel de Techo de DCP (Superior)	134.14	134.78	135.00	135.56	136.21	136.82	137.35	138.31	142.58	143.10	143.65	144.76	147.46	150.64	152.94	153.65	153.69
Nivel de Techo de DCP (Inferior)	134.14	134.78	135.00	135.56	136.21	136.82	137.35	138.31	142.58	143.10	143.65	144.76	147.46	150.64	152.94	153.65	153.69



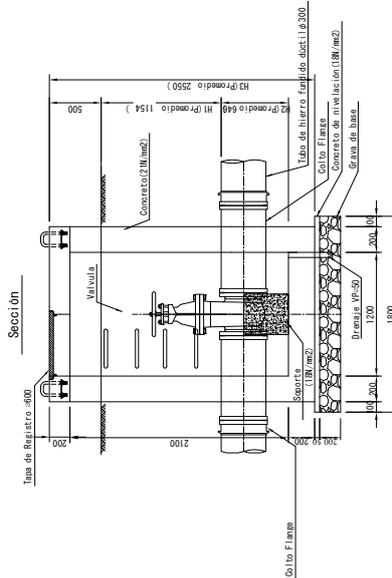




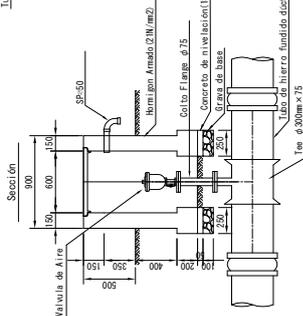
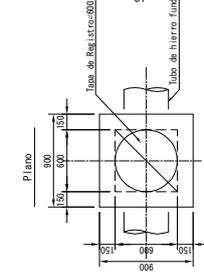
**Valvula**  
1/50



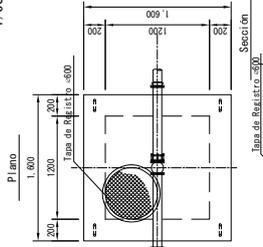
Dimensiones de valvula			
Materia	H1	H2	H3
V1	800	650	2500
V2	800	650	2500
V3	800	650	2500
V4	1600	650	2000
V5	800	650	2500
V6	800	650	2500
V7	2400	650	3500
V8	1200	650	2500
V9	800	650	2500
V10	800	650	2500
Proveído	1154	646	2550



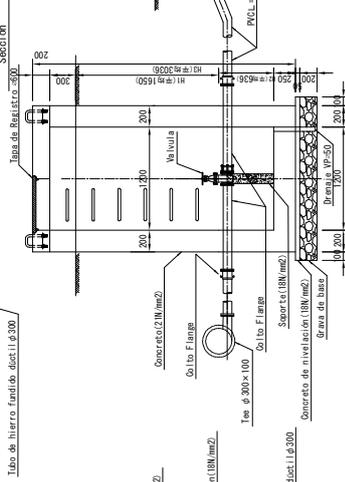
**Valvula de Aire**  
1/50



**Drenaje**  
1/60

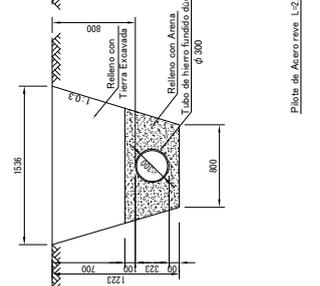


Dimensiones de drenaje			
Materia	H1	H2	H3
D1	800	650	2500
D2	800	650	2500
D3	1600	650	2000
D4	800	650	2500
D5	800	650	2500
D6	2400	650	3500
D7	1200	650	2500
D8	800	650	2500
Proveído	1650	636	2550

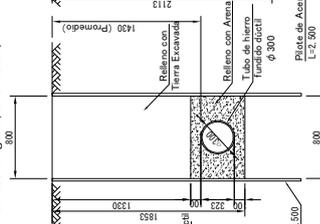


**Dimensiones de Excavación**  
1/50

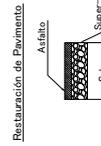
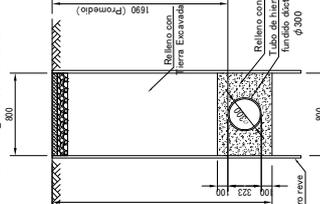
**Excavación Típica (Tierra)**



**Excavación para la tablestaca de acero ligero (en el suelo)**

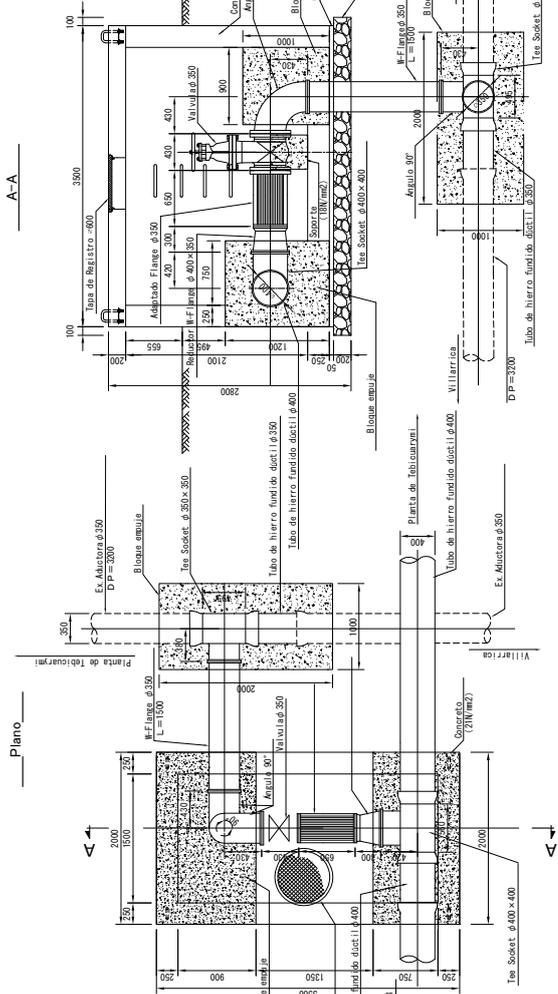


**Excavación para la tablestaca de acero ligero (en el asfalto)**

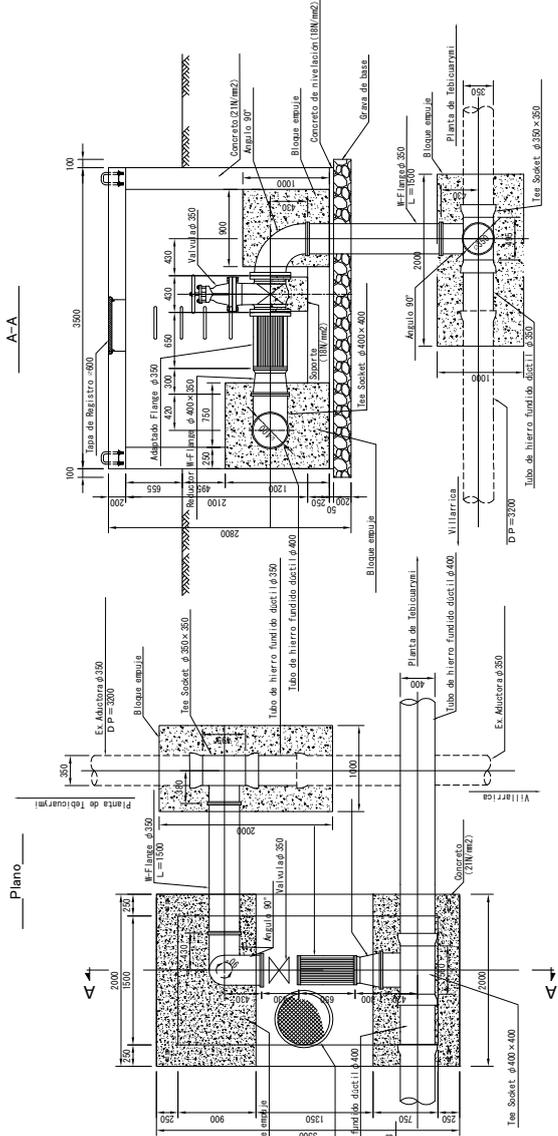


**Conexión Tubería**  
1/60

**Plano**



**A-A**



CONSEJERO

KYOWA ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.  
CHIYODA U-TECH CO., LTD.

NOMBRE DE PLANO

Instalaciones complementarias de la aductora (2/2)

ESCALA

Variabile

NOMBRE DEL PROYECTO

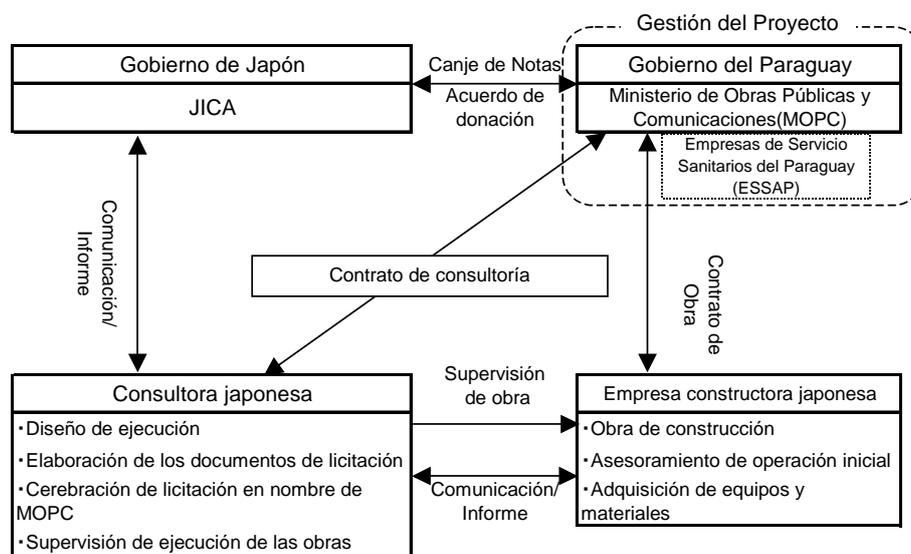
Estudio Preparatorio Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de la ciudad de Coronel Oviedo en Paraguay

## 2-2-4 Plan de Construcción

### 2-2-4-1 Lineamiento sobre la Construcción

#### (1) Aspectos generales de la implementación del Proyecto

El presente Proyecto estará compuesto por 1) el diseño de ejecución y supervisión de la obra, 2) la construcción del sistema de provisión de agua, 3) el asesoramiento técnico, todos estos trabajos serán realizados por la parte japonesa, y 4) las obras a realizarse a cargo de la parte paraguaya. Entre dichos trabajos, los correspondientes a 1), 2) y 3) serán cubiertos por la Cooperación Financiera No Reembolsable del gobierno del Japón, y el 4) será realizado con los recursos del gobierno paraguayo, bajo la responsabilidad del mismo, de acuerdo con al avance de las obras que serán implementadas por la parte japonesa. Como procedimiento para la implementación de las obras, primeramente se firmará entre ambos gobiernos el Canje de Notas (C/N) sobre la implementación del Proyecto, y después de esto, se realizará la firma del Acuerdo de Donación (A/D) entre JICA y el gobierno receptor. Posteriormente, tendrá lugar la firma del contrato de servicio de consultoría entre la empresa de consultoría del Japón y el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), que es la entidad ejecutora de la parte paraguaya. El Consultor realizará el trabajo de diseño de implementación basado en el presente contrato, el estudio local, el diseño detallado, la elaboración de documentos de licitación y la licitación de las empresas constructoras en representación del MOPC. Con la selección de la empresa constructora a través de la licitación, y luego de la firma del contrato con dicha empresa constructora, la misma iniciará inmediatamente las obras. Asimismo, la parte paraguaya, una vez firmado el Acuerdo de Donación (A/D), deberá realizar el Acuerdo Bancario (A/B) de forma inmediata, así como proceder, a través de los ministerios y direcciones relacionados, con los trámites para la exención de aranceles e impuestos internos necesarios para la adquisición e introducción de las maquinarias y equipos y materiales para la construcción. Para la ejecución fluida del Proyecto, el MOPC se coordinará con las entidades gubernamentales, ESSAP, municipalidades de Coronel Oviedo y Villarrica y otras organizaciones involucradas. El sistema de ejecución del presente Proyecto será como se muestra en la Figura 2.2.18.



**Figura 2.2.18 Esquema de la implementación del Proyecto**

## **(2) Lineamiento para la construcción**

La empresa constructora que se encarga de las obras del presente Proyecto será una empresa japonesa, que deberá programar el envío de los siguientes técnicos japoneses:

### 1) Director (1 persona)

Será el responsable de la construcción del presente Proyecto, y realizará el control del proceso de construcción, control de calidad, control de seguridad, etc. de todas las obras. Mantendrá una comunicación y frecuentes deliberaciones con la ESSAP, y tendrá la responsabilidad de agilizar el avance de las obras. Por otra parte, llevará a cabo la comunicación, negociación, presentación de solicitudes a las diferentes entidades paraguayas relacionadas con las obras, a través de la ESSAP. Estará presente en la inspección de defectos que se realizará un año después de la finalización de las obras.

### 2) Ingeniero encargado de obras civiles (1 persona)

Como el segundo responsable de las obras de construcción del presente Proyecto, realizará el control del proceso, control de calidad y control de seguridad, bajo el mando del Director. Por otra parte, además del control de obras de la planta de tratamiento, tendrá la responsabilidad de la preparación de los materiales de construcción en general.

### 3) Encargado administrativo (1 persona)

Realizará la gestión administrativa para que el Proyecto pueda avanzar en forma fluida, ocupándose de los asuntos administrativos de las obras, contabilidad, asistencia al director, coordinación con las personas vinculadas de la parte paraguaya, etc.

### 4) Ingeniero mecánico (1 persona)

Dentro de las obras de la planta de tratamiento, tendrá la responsabilidad de la instalación de los diferentes equipos como bases de apertura y cierre de válvulas, compuertas de acero, diferentes válvulas, tubería interna de la planta, equipos de bomba, equipos de instrumentación, etc., así como el control de la forma acabada de las obras. Además, se encargará del control de calidad de la instalación de los bloques y canales de recolección de agua, que requiere el ajuste del nivel con alta precisión. Por otra parte, luego de la construcción, realizará la prueba de funcionamiento, y se encargará también de brindar asistencia técnica a la parte paraguaya.

### 5) Ingeniero eléctrico (1 persona)

Realizará la supervisión de obras de las instalaciones eléctricas de la planta de tratamiento, tales como la instalación y ajuste de los equipos de medición y dosificación de productos químicos, la instalación y calibración de los paneles de control de los equipos mecánicos, el tendido eléctrico dentro de la planta, etc.

6) Encofrador (1 persona)

Se encargará de realizar el trabajo de encofrado en relación con las obras civiles, especialmente, del reservorio y del canal de agua tratada, asegurando suficientemente la calidad de los trabajos minuciosos en cuanto a la colocación de soportes adecuados, elaboración eficiente de encofrados, abertura de las placas rectificadoras, acartelamiento, etc.

7) Varillero para hormigón armado (1 persona)

Se encargará del trabajo de distribución de varillas en relación de la obra civil de la estructura. Asegurará la calidad de los trabajos minuciosos de las placas rectificadoras, acartelamiento, etc., de manera suficiente, así como procurará que la colada de hormigón sea eficiente, sin desorden de las varillas.

8) Constructor de estructuras altas (1 persona)

La obra de instalaciones de captación requiere una excavación del orden de 12 m junto al río, por lo que se ejecutan obras de retención de tierra con tablestacas, cierre provisional y muelle tipo pilotes durante 11 meses. Dichas obras son indispensables para la seguridad de la obra de excavación cerca del río, pero en Paraguay no hay experiencia en las mismas en el pasado. Por consiguiente, para el constructor de estructuras se requiere alta capacidad para llevar a cabo con seguridad la instalación de tablestacas, piezas de refuerzo, guías e acuerdo con el avance de la excavación, revisiones diarias, recubrimiento según el paso de la obra y retirado de los refuerzos.

9) Plomero (1 persona)

La aductora tiene una extensión de 23 km y está compuesta de tubo de hierro dúctil. Para atravesar el río Tebicuary mi, se encargará de una obra especial para instalar la tubería sobre el puente y también de una obra de soportes provisionales que bajen del puente. En el equipamiento de tratamiento de agua, llevará a cabo con regularidad una obra de plomería donde se concentran tubos de multipropósito de acero, hierro fundido dúctil, etc. Puesto que deberá dirigir a los contratistas locales en dichas obras, será mucha la cantidad de trabajo y se requerirá alta capacidad de manejo.

## **2-2-4-2 Condiciones de Implementación**

### **(1) Establecimiento de un sistema de colaboración de las entidades vinculadas**

Las entidades gubernamentales y privadas de la parte paraguaya vinculadas con la realización de las obras del presente Proyecto son como se indican a continuación, y para la ejecución de dichas obras, se requerirá comunicarse, deliberar y coordinarse con estas entidades a través de la Dirección de Agua Potable y Saneamiento (DAPSAN) del MOPC.

En especial, resultará importante mantener comunicación y deliberación con las dependencias vinculadas de la ESSAP, ya que, una vez terminada la construcción de las instalaciones, la administración será transferida a la ESSAP.

- Gerencia Técnica de la ESSAP
- Unidad de Planificación y Gestión del Proyectos de la ESSAP
- Gerencia Regionales del Interior de la ESSAP
- Asesoría Técnica de la Presidencia de la ESSAP
- Administración Nacional de Electricidad (ANDE)

En principio, no hay cables eléctricos enterrados en la ciudad, pero debido a que abastece de la energía eléctrica a la planta de tratamiento, necesitará instalar un equipo para bifurcar el cable eléctrico a las nuevas instalaciones, un transformador y trasladar provisionalmente el poste.

- Policía Municipal de Tránsito  
Ya que se realizarán obras en los principales caminos de las ciudades, se solicitará el control de tránsito y control de seguridad.
- Municipios de Coronel Oviedo, Villarrica, Yataity (donde está ubicada la planta de tratamiento)
- Secretaría del Ambiente (SEAM)  
Se solicitará la consideración de los aspectos ambientales necesarios para la implementación del Proyecto y la emisión de la licencia ambiental.
- Oficina departamental de Caaguazú y de Guairá

## **(2) Explicación a la población**

El terreno de la planta de tratamiento no está en una zona residencial y no hay entrada de los pobladores, por lo que no es necesario dar una explicación a los mismos. En la obra de aductora, que será instalada en la zona de amortiguación con propiedades privadas a lo largo de la Ruta Nacional No.8, hay tramos que atraviesa la ruta o un acceso a propiedades privadas. En la ciudad de Coronel Oviedo, la obra de aductora se hará sobre la calzada. En ese caso, hará falta tomar las medidas como la ocupación vial provisional o el control de tráfico para garantizar la seguridad en el periodo de la obra. A tal efecto, se dará previamente un aviso y explicación a través de ESSAP para no perturbar la vida de ciudadanos y contar colaboración de los mismos hacia la obra.

## **(3) Condiciones climáticas**

En la época de lluvias de octubre a mayo, aumenta el caudal del río y se teme que se inunde el terreno. Asimismo, quedan anegados no pocos tramos de la zona de amortiguación a lo largo de la Ruta Nacional No.8. Puede que esto afecte las obras de instalaciones de captación y de aductora. En la obra de instalación de aductora en la ciudad, también se empeorará considerablemente el drenaje. Para dichas obras es necesario administrar bien el periodo de la obra incluyendo el aspecto de seguridad.

## **(4) Situación del tráfico**

Se prevé que los vehículos de la obra estén parqueados momentáneamente en la Ruta Nacional delante del terreno de la planta de tratamiento. En ese caso, hay que minimizar las molestias a otros vehículos circulantes y garantizar la seguridad durante la obra. La obra de instalación de aductora en la ciudad requerirá el corte provisional del tráfico o el uso de desvío, por lo que hay que recurrir positivamente a las

instituciones concernientes para obtener la comprensión y colaboración de la ciudadanía.

#### **(5) Situación sobre los objetos bajo tierra.**

Se dice que no existen objetos bajo tierra para los servicios de electricidad, teléfono, gas, etc., sin embargo, se deberá reconfirmar esta información antes de iniciar las obras.

#### **(6) Control de seguridad**

Las medidas de seguridad básicas serán como sigue:

- 1) En los sitios del presente Proyecto se realizará la vigilancia no solo durante las obras, en el horario diurno, sino durante las 24 horas del día, ya que dichos sitios están muy próximos a las zonas residenciales, se trata de instalaciones importantes para el agua potable, y se debe garantizar la seguridad.
- 2) Especialmente, para poder garantizar la seguridad a terceros, en todos los sitios de construcción se hará la notificación y restricción del paso mediante barricadas, cintas de alerta, carteles de obras en ejecución, indicadores de peligro, etc., así como se dispondrán guardias.
- 3) La obra de instalación de aductora se realizará minimizando la influencia en el tráfico local en la medida de lo posible, con la colaboración de la Policía de Tránsito local mediante la ESSAP.
- 4) Los sitios en que se está excavando para la obra de aductora serán vueltos a rellenar en forma temporal durante la noche, recuperándose provisionalmente las condiciones del terreno mediante placas de cobertura.
- 5) Todas las personas que trabajan en la obra deberán llevar casco, zapatos de seguridad y otros artículos de protección.
- 6) Los trabajadores en alturas utilizarán cinturón de seguridad.
- 7) Se realizarán reuniones de seguridad en forma cotidiana, para impartir exhaustivamente la educación en seguridad.

#### **(7) Disposición de residuos**

Existe un botadero administrado por el municipio de Coronel Oviedo y está permitido botar tierra extraída, bloques de concreto, asfalto, etc. Está ubicado a unos 10 km al nordeste del centro ciudad y se exige un allanamiento una vez descargados residuos de volquetes.

#### **(8) Terreno para construcción y lugar de almacenamiento temporal**

- 1) Dentro del terreno de la planta de tratamiento
  - i) Instalaciones de captación y tratamiento de agua

Ya que ESSAP cuenta con un espacio suficiente al lado de la planta de tratamiento existente, no es necesario obtener nuevo terreno. Pero, debido a que el presente Proyecto forma parte de las medidas

preventivas de inundaciones, corresponde a ESSAP la obra de relleno y terraplenado incluyendo el muro de mampostería de alrededor y camino de acceso. Es necesario que la parte paraguaya termine la obra de terraplenado antes del inicio de la obra de la planta de tratamiento. Las instalaciones de captación, por la necesidad de ubicarse junto al río, serán construidas en un espacio disponible dentro de las instalaciones de tratamiento de agua existente.

ii) Patio de almacenamiento temporal

Un depósito provisional para la obra será construido en un terreno terraplenado por ESSAP dentro del terreno de la planta de tratamiento.

iii) Ruta de instalación de tubo de aducción y de drenaje

Serán instalados dentro del terreno el tubo de aducción desde las instalaciones de captación hasta las de tratamiento de agua y el tubo de drenaje que sale de las mismas. Para atravesar el canal de agua de la sección del canal del río antiguo en el terreno, se construirá una obra de cruce de canal con un tubo de hormigón armado (cuádruplex) y los tubos sean instalados sobre el mismo. El flujo del drenaje bajará bajo la gravedad, se colocarán registros en los puntos importantes, del extremo se descarga directamente al río. La boca de descarga será instalada curso bajo de la captación de agua.

3) Fuera del terreno de la planta de tratamiento

i) Instalación de aductora a lo largo de la Ruta Nacional No.8

Al igual que la aductora existente, la nueva se instalará en la zona de amortiguación con propiedades privadas a lo largo de la Ruta Nacional No.8. Como que la zona de amortiguación está bajo competencia del Estado, no es necesario obtener nuevo terreno. Aunque no son muchas las viviendas particulares que hay en los alrededores, en algunos tramos la aductora tiene que atravesar el acceso a propiedades privadas. Asimismo, tiene que atravesar una vía bifurcada de la Ruta Nacional Además, lo que necesitará tomar las medidas provisionales como el cierre del paso y un desvío. A tal efecto, será necesario tener con esmero una coordinación previa con las viviendas interesadas y las autoridades de administración vial.

ii) Instalación de aductora en la ciudad de Coronel Oviedo

En varias vías de la ciudad de Coronel Oviedo están instalados tubos de alcantarillado y existen también canales, por tanto, hay necesidad de atravesar sobre o en forma de sifón invertido dichos objetos existentes. A este efecto, será indispensable analizar métodos de la obra para no dañar los objetos existentes y explicarlos a los administradores de los mismos antes de la obra para obtener su aprobación.

### 2-2-4-3 Alcance de los Trabajos

Las obras del presente Proyecto se clasifican como sigue:

**Tabla 2.2.13 Clasificación de las obras del Proyecto**

	Obras de la parte japonesa	Obras de la parte paraguaya
1	<p>Construcción de la planta de tratamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalaciones de captación (captación de agua, desarenador, bomba de captación)</li> <li>• Instalación de tubo de aducción (<math>\phi 400\text{mm}</math>, PVC)</li> <li>• Instalaciones de tratamiento de agua (pozo vertedero, floculador, Sedimentador, filtro, tanque de distribución, tubería interna de la planta, inyectores de productos químicos, equipos de medición)</li> <li>• Instalación de tubo de drenaje (<math>\phi 700\text{ mm}</math>, tubo de hormigón armado)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación de la ubicación de tubería dentro del terreno de la planta de tratamiento.</li> <li>• Construcción de caminos en el interior del terreno luego de la finalización de obras.</li> <li>• Corte del servicio de agua en el momento de la conexión del tubo de comunicación con la aductora hacia el municipio de Villarrica.</li> <li>• Asegurar un lugar de disposición de tierra residual y escombros de la obra</li> <li>• Suministro de agua para las obras</li> <li>• Provisión de productos químicos para la prueba de funcionamiento</li> </ul>
2	<p>Construcción de equipamiento eléctrico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acometida eléctrica desde el lado secundario del panel de entrada eléctrica.</li> <li>• Acometida eléctrica para el equipamiento proyectado</li> <li>• Instalación de caja de alimentación eléctrica, panel de control, etc.</li> <li>• Alumbrado (exterior y interior dentro de la planta)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtención del permiso de recepción de energía eléctrica de ANDE</li> <li>• Bifurcación del cable de transmisión existente en el terreno de la planta de tratamiento</li> <li>• Instalación de cable y poste hasta las instalaciones de tratamiento de agua proyectadas</li> <li>• Instalación de transformador para las instalaciones de tratamiento de agua proyectadas</li> </ul>
3	<p>Instalación de aductora</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tramo de unos 800m desde la planta de tratamiento incluyendo la parte instalada sobre el puente (<math>L=125\text{m}</math>): tubo de hierro fundido dúctil de <math>\phi 400\text{mm}</math></li> <li>• Tramo restante de la aductora de 21,9km: tubo de hierro fundido dúctil de <math>\phi 300\text{mm}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparación y renovación de la aductora existente (<math>\phi 350\text{ mm}</math>)</li> <li>• Obtención de permiso del administrador vial sobre la instalación de nueva aductora</li> <li>• Obtención de permiso de excavación de la vía por donde atraviese la aductora</li> <li>• Obtención de permiso y coordinación sobre el método de instalación de la aductora sobre el puente del río Tebicuary mi.</li> <li>• Aviso público a los pobladores de alrededor</li> <li>• Coordinación, deliberación y formación de acuerdo con los interesados</li> </ul>
4	Otros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obra de relleno y terraplenado del terreno para las instalaciones de tratamiento de agua (incluyendo el retirado de obstáculos, construcción de vía de acceso y muro de mampostería, etc.)</li> <li>• Construcción de un reservorio (<math>V=1500\text{m}^3</math>) en el centro de distribución de Coronel Oviedo</li> </ul>

## **2-2-4-4 Plan de Supervisión de Obras por el Consultor**

### **(1) Trabajo de consultoría**

Para la implementación del presente Proyecto el Consultor deberá tomar las siguientes consideraciones al prestar su servicio:

- Tener conocimiento del contenido del Canje de Notas (C/N) que será firmado entre los gobiernos del Paraguay y Japón.
- Tener conocimiento del contenido del Acuerdo de Donación (A/D) a ser firmado entre el gobierno de Paraguay y JICA.
- Verificar el contenido de las medidas a tomar a cargo del gobierno paraguayo para coordinarse con el cronograma de implementación de las obras de la parte japonesa.
- Reconfirmar los trámites para el despacho aduanero y exención de impuestos, etc., en relación con el ingreso de los equipos y materiales, y deliberar con la entidad ejecutora para que no se vea afectado el cronograma de obras.
- Comprender la cultura y antecedentes históricos de las áreas objeto del Proyecto, y lograr la comprensión de los habitantes para la ejecución del Proyecto.

### **(2) Contenido del trabajo**

Se muestra a continuación el resumen del contenido del trabajo que será realizado por el Consultor para la ejecución del presente Proyecto.

#### 1) Diseño de ejecución

##### i) Estudio local

- Reconfirmación de las diferentes condiciones necesarias para el diseño de ejecución, tales como el clima, suelo y topografía, materiales de construcción, mano de obra, método de construcción, etc.
- Confirmación del estado de preparación para el sistema de ejecución del Proyecto y medidas presupuestarias de la entidad ejecutora
- Levantamiento topográfico detallado del sitio previsto para la construcción de la planta de tratamiento
- Diseño detallado de las instalaciones de tratamiento de agua
- Confirmación de la ubicación del acueducto actual y método de conexión con la misma
- Confirmación de las condiciones para la impulsión y distribución eléctrica
- Confirmación de la variación de precios en general y precios unitarios para la estimación de costos.
- Explicación sobre las obras a las entidades involucradas de la parte paraguaya, solicitud de colaboración y discusiones al respecto

##### ii) Diseño detallado

Elaboración del diseño detallado, especificación de los equipos y materiales, estimación del costo de construcción, elaboración del plan de ejecución de obras, elaboración de documentos de licitación y calificación para participar en licitación.

iii) Trabajo de licitación

- Representación en la licitación, evaluación de los resultados de licitación, asistencia en la firma del contrato con la empresa constructora.

2) Supervisión de obras

- Discusiones con las entidades relacionadas al iniciar y finalizar la obra de construcción.
- Aprobación de los planos de construcción de obras
- Supervisión de las obras de construcción de instalaciones a cargo de la parte japonesa y diferentes pruebas en los sitios de construcción
- Asesoramiento técnico para la porción a cargo de la parte paraguaya y apoyo en la supervisión de obras
- Elaboración del informe mensual de avance de las obras y presentación de un informe por escrito.
- Coordinación con las diferentes entidades vinculadas con las obras
- Inspección de defectos

**(3) Encargado del trabajo de consultoría**

Los encargados del presente trabajo serán tal como se muestran a continuación.

1) Diseño de ejecución

- i) Jefe de Proyecto: Supervisión general del Proyecto y discusiones con las personas vinculadas de la parte paraguaya.
- ii) Encargado del diseño de las instalaciones de la planta de tratamiento: Diseño de la planta de tratamiento.
- iii) Diseño de aductora: Diseño y cálculo estructural de aductora
- iv) Encargado del diseño de instalaciones eléctricas y mecánicas: Diseño de los equipos de la planta de tratamiento y elaboración del diagrama de cableado.
- v) Encargado de la estimación de costos y plan de adquisición: Revisión de costos estimados durante la etapa de diseño básico y cálculo del costo de construcción.
- vi) Encargado de la elaboración de especificaciones y documentos de licitación: Elaboración de especificaciones y documentos de licitación.
- vii) Intérprete de español: Servicio de interpretación durante los estudios locales

2) Trabajo de licitación

- i) Jefe de Proyecto: Precalificación para participar en la licitación, acompañamiento a la licitación y evaluación de la licitación
- ii) Encargado de la elaboración de especificaciones y documentos de licitación: Preparación de la licitación, acompañamiento a la licitación, evaluación de la licitación
- iii) Intérprete de español: Servicio de interpretación durante la licitación

3) Supervisión de obras

- i) Técnico en supervisión de obras: Discusiones al iniciar y finalizar cada obra, coordinación con las personas vinculadas
- ii) Encargado de la supervisión permanente de obras: Responsable de la supervisión local de obras
- iii) Encargado de la supervisión puntual de obras: Control de calidad desde el punto de vista del funcionamiento de la planta y supervisión de obras eléctricas y mecánicas
- iv) Encargado de la supervisión de obras: Inspección final
- v) Técnico en supervisión de obras (local): Técnico asistente local para la supervisión de obras
- vi) Asistente técnico sobre el tratamiento de agua potable: Asistencia técnica a través de los componentes de soporte técnico
- vii) Intérprete y a la vez técnico asistente: Técnico asistente local para los componentes de soporte técnico

#### **2-2-4-5 Plan de Control de Calidad**

El plan del control de calidad comprende el control de calidad de las obras de construcción y también de los equipos y materiales.

##### **(1) Control de calidad de las obras de construcción**

###### 1) Obra de excavación y relleno

En la obra de excavación, se tendrá suficiente cuidado con el nivel de las aguas subterráneas y cambio de la calidad de la tierra, tomando medidas para el refuerzo de la tierra e impermeabilización; y también se prestará atención suficiente a la calidad de las piedras trituradas y tierra de relleno, así como al control de precisión de los trabajos de compactación.

###### 2) Obra de cimentación

Luego de la excavación, se realizará la prueba de placa cargada, para verificar la capacidad de soporte del suelo de cimiento.

###### 3) Obras de hormigón

Antes de iniciar las obras, se preparará el hormigón de prueba para confirmar los materiales utilizados, el plan de mezcla y la resistencia obtenida (a 7 días y 28 días). Por otra parte, durante la colada, se realizará la medición de consistencia, volumen de aire y volumen de cloruro. Además de todo esto, se tomarán muestras para la medición de la resistencia a compresión a 7 y 28 días. Para el control de la calidad del hormigón se utilizará la gráfica de control X-R, con el objeto de controlar la variación de la calidad.

Para las estructuras en las que la resistencia al agua es importante, se deberá asegurar la toma de medidas utilizando barras de impermeabilización.

###### 4) Obra de armadura de varillas

Se verificará suficientemente el grosor de la cobertura requerida según el plano y el estado de atado de las

varillas. En el caso de que los materiales utilizados no estén acompañados de garantía de calidad, se realizarán ensayos de tracción y resistencia al doblado, para confirmar el aseguramiento de la de calidad requerida.

#### 5) Ensayo de permeabilidad

Para las estructuras con resistencia al agua, se realizará la prueba de llenado de agua de los tanques a fin de verificar que no haya fugas de agua en las paredes y suelo.

### (2) Control de forma acabada y proceso de obra

Para cada una de las obras civiles y estructuras, se realizarán controles mediante la medición real y toma de fotografías en cuanto al volumen de hormigón vertido, dimensión de las instalaciones terminadas y longitud de las tuberías instaladas.

### (3) Control de calidad de los materiales de construcción

En cuanto a los materiales de construcción como tubería, válvulas, varillas de acero, cemento, agregados, arena, etc., se realizará el control de calidad en base a las certificaciones de calidad de cada material y mediante inspecciones suficientes.

## 2-2-4-6 Plan de Adquisición

### (1) Principales lugares de origen de la maquinaria de construcción

Los equipos y materiales a utilizar en el presente Proyecto serán los de construcción para las instalaciones de captación y tratamiento de agua y de instalación de aductora. Los materiales comunes de construcciones civiles y los materiales universales para el sistema de provisión de agua serán básicamente de adquisición local, sin embargo, los materiales que muestran ventajas económicas, o no están ampliamente comercializados dentro del mercado interno, serán adquiridos en Japón o en un tercer país.

**Tabla 2.2.14 Lugares de origen de los principales equipos y materiales de construcción**

Ítem	Adquisición local	Adquisición en tercer país	Adquisición en Japón	Observación
Cemento	○			Existe una permanente circulación de productos, no sólo de origen paraguayo sino también de los países de MERCOSUR.
Agregados	○			Se pueden adquirir de forma constante los productos paraguayos.
Piedras trituradas y arena	○			Se pueden adquirir de forma constante los productos paraguayos.
Maderas y materiales de encofrado	○			Se pueden adquirir de forma constante los productos paraguayos.
Varillas de acero	○		○	Existe una permanente circulación de productos, no sólo de origen paraguayo sino también de los países de MERCOSUR, sin embargo, el riesgo de variación de precios es muy alto. Se incluye como alternativa la adquisición de los productos desde el Japón, cuyos precios son estables.

Otros materiales de acero	○		○	Existe una permanente circulación de productos, no sólo de origen paraguayo sino también de los países de MERCOSUR, sin embargo, el riesgo de variación de precios es muy alto. Se incluye como alternativa la adquisición de los productos desde el Japón, cuyos precios son estables.
Materiales de cierre provisional (tablestaca de acero, pieza de refuerzo, guía, etc.)			○	El uso de tablestacas no es conocido en Paraguay y es difícil adquirirlas en el mercado de los países de alrededor, por lo que serán adquiridas en Japón.
Tuberías (hierro dúctil)		○	○	Se requieren trámites de pedido e importación a los fabricantes, por lo que los productos serán adquiridos en Japón o en un tercer país (Asia, Brasil, UE, etc.)
Tuberías (PVC)	○			Existe una circulación permanente de productos de los países de MERCOSUR.
Tuberías (acero)			○	Existe una circulación de productos de los países de MERCOSUR, sin embargo, son de diámetro pequeño. Se prevé la adquisición de productos en Japón, cuyos precios y calidad son estables.
Válvulas universales	○			Existe una circulación permanente de productos de los países de MERCOSUR.
Válvulas (con base de apertura y cierre y compuerta de entrada)			○	Además de que no se fabrican en Paraguay, son fabricados por pedido, de acuerdo con la medida de la estructura, por lo que se planificará la adquisición en Japón.
Equipos mecánicos de la planta de tratamiento		○	○	En cuanto a los productos especiales bajo pedido, serán adquiridos en Japón, teniendo en cuenta la calidad y tiempo de entrega. En cuanto a las bombas y bloques de recolección de agua de los tanques de filtración, cuyos proveedores son limitados, se incluirá como alternativa la posibilidad de adquirirse en un tercer país.

## (2) Adquisición de los materiales de construcción

### 1) Cemento

En cuanto al cemento Portland, circulan normalmente en los mercados los productos fabricados tanto en el Paraguay como en Uruguay, Brasil etc. Siendo el Paraguay un país miembro del MERCOSUR, no existe limitación en la importación desde los países vecinos. La producción de cemento nacional da en una bolsa de 50kg con 40.000 bolsas /día y actualmente cubre entre el 50 y 55% de la demanda del país. De ahora en adelante, al mecanizar el proceso ensacador, la producción aumentará a 50.000 ó 55.000 bolsas/día.

En cuanto al cemento de producción paraguaya, las normas de calidad están reguladas por el Instituto Nacional de Tecnología y Normalización (INTN), y cuentan con un sistema de aprobación mutua con las normas de otros países del área económica del MERCOSUR, por lo que, se considera que no existirán problemas de calidad.

### 2) Agregados, piedras trituradas y arena

Las piedras trituradas para hormigón y para subcapa de caminos pueden ser adquiridas localmente. En

cuanto a la arena del río, dependiendo de la zona, existen casos en que contiene sal, por lo que, en la fabricación de hormigón fresco, será deseable utilizar la mezcla de la arena de las montañas con la arena fina tamizada de las piedras trituradas.

### 3) Varillas de acero

Las varillas de acero de producción nacional se circulan en el mercado, pero no pueden cubrir la demanda del país. Aunque se produzca la falta de provisión, como está admitida la circulación de los productos vecinos de Brasil, Argentina y Uruguay, no causará problemas en la adquisición. Aunque las varillas de acero tienen emitida la hoja historial de laminación para garantizar la calidad, hay casos en que no es suficiente la precisión del control de calidad, por lo que es recomendable someterlas a pruebas a la tracción y a la flexión al llegar al sitio del Proyecto. Sin embargo, debido a que las varillas de acero paraguayas o de terceros países posiblemente tienen un nivel de precisión insuficiente en el control de calidad y presentan una considerable tendencia creciente de los precios, por lo que es justificable la adquisición en Japón, según los precios cotizados localmente.

### 4) Productos secundarios de acero

Ya que la demanda nacional de acero inoxidable es pequeña, existe la necesidad de importar los productos secundarios de acero como productos de pedido especial desde Japón, Brasil u otros países vecinos. Los demás materiales como los armazones de hierro y los angulares de acero, presentan también una brusca tendencia creciente de los precios al igual que las varillas de acero arriba mencionadas, por lo que es justificable la adquisición en Japón.

### 5) Arena de filtro

La arena que se utiliza para los tanques de filtración requiere un estricto control respecto a la calidad y el ajuste de granulación, sin embargo, es posible proveerse de ella a través de una empresa especializada de Asunción.

### 6) Hormigón fresco

Debido a que no hay donde adquirir el hormigón preparado, se planeará el suministro mediante una planta provisional de un fabricante de hormigón de Asunción. En cuanto a los materiales para la preparación de hormigón fresco, tales como el cemento, agregados, etc., se utilizarán los productos locales.

### 7) Tubería

En caso de las tuberías de hierro dúctil o hierro fundido, como posibles países proveedores se pueden indicar Brasil, UE, Japón, y algunos países de Asia. En los últimos años, no sólo las grandes marcas de otros países, sino también las marcas de Japón, tienen convenio con las fábricas de Asia, para proveer productos de OEM (Original Equipment Manufacturing; Fabricación de Equipos Originales), realizando el control de calidad y de tiempo de entrega desde la etapa de fabricación. Con respecto a los precios, son bastante más baratos que los productos japoneses y cuentan con el certificado de fabricantes japoneses sobre la calidad y el término de entrega, lo que significa poco riesgo en la adquisición. En el cálculo

fueron objeto del análisis los productos de Brasil, Malasia, China y Taiwán y adoptamos los precios de productos de terceros países para el cálculo del presente Proyecto.

En cuanto a las tuberías de PVC (Policloruro de vinilo), circulan productos argentinos y brasileños, que pueden ser obtenidos a través de las agencias representantes. Las fábricas de dicha agencias cuentan con la certificación de calidad de INTN e ISO, por lo que no existen problemas en cuanto a la calidad de los productos.

#### 8) Instalaciones de la planta de tratamiento

##### i) Productos de FRP

Para las placas de desviación de flujo del tanque de floculación y canaletas del tanque de sedimentación y filtración, se utilizarán los productos de FRP (Plástico Reforzado de Fibras de Vidrio) que son muy resistentes al clima y al ácido, además de ser muy fuertes y ligeros. Estas placas y canaletas se fabrican formando paneles de FRP cortados a las medidas requeridas, que se fijan sobre los maderos cuadrados de FRP. Como la producción local y en los países vecinos es difícil, serán adquiridas en Japón.

##### ii) Bloques porosos recolectores de agua en el filtro

En cuanto a los bloques colectores de agua de polietileno de alta densidad, los productos estadounidenses ocupan una gran proporción del sector a nivel mundial. Sin embargo, también los fabricantes de Japón tienen productos similares, por lo que serán adquiridos en un tercer país o en Japón.

##### iii) Bombas

En cuanto a las bombas, existen productos de Alemania, Brasil, Argentina, etc., pero las que circulan constantemente en los mercados son principalmente bombas sumergibles para los pozos y bombas pequeñas (5,5 kW) de tipo universal. Las bombas grandes como las bombas especiales de inyección de sulfato de aluminio y cal, bombas de captación y bombas de agua tratada serán fabricadas bajo pedido en terceros países, lo que suele requerir bastante tiempo en la comprobación de las especificaciones y precios y aun después de pedido, no está muy seguro el tiempo de entrega afectando frecuentemente el periodo de la obra. Por consiguiente, teniendo en cuenta la seguridad de los productos y del periodo de la obra, se adquirirán productos en Japón.

##### iv) Válvulas y compuertas de acero

En cuanto a los productos universales, como válvula de compuerta y válvula de retención para el sistema de agua potable, están circulando productos estandarizados en los mercados, por lo que podrán ser adquiridos en Brasil, UE, etc.

Las válvulas de mariposa, que se operan a través de la base de apertura y cierre, vástago, etc., son productos de pedido especial, que se fabrican de acuerdo con la posición del vástago y tubería. Asimismo, las compuertas de entrada de agua que se utilizan dentro de los tanques serán operadas también mediante la base de apertura y cierre, por lo que igualmente serán fabricadas bajo pedido

especial conforme a las medidas de diseño de la planta de tratamiento, y adquiridas en Japón.

v) Equipos de medición de caudal y nivel de agua

Los productos de acero inoxidable, como canal Parshall, vertedero rectangular de ancho completo, etc., y los medidores especiales de caudal serán adquiridos en Japón, mientras que el caudalímetro flujo ultrasónico y el medidor de nivel de agua serán de adquisición en un tercer país o en Japón.

### **(3) Situación de adquisición maquinaria de construcción**

Existen varias empresas arrendadoras de quipo de construcción, la mayoría tiene solamente equipos menores. Hay algunas empresas que trabajan con grandes equipos, pero no suelen ser de su propiedad. Los equipos de construcción en general a utilizar en las obras civiles son de propiedad de constructores locales y se dan en arriendo. Los grandes constructores que tienen abundantes equipos de construcción ejecutan obras como contratistas pero en principio, no es posible adquirir los equipos con un contrato de arrendamiento. No obstante, hay casos en que se dan equipos en arriendo sólo cuando no haya trabajos contratados.

### **(4) Situación del transporte**

#### 1) Transporte marítimo

Las máquinas y materiales de construcción producidos y embarcados desde los países asiáticos, como Japón, etc., son transportados por vía marítima en barcos de contenedores. Generalmente, son transportados hasta el puerto de Montevideo, en Uruguay, en barcos grandes, y las cargas son divididas allí en pequeñas porciones para ser transportadas hasta el puerto de Asunción o de Villeta, en Paraguay, remontando el río Paraguay. Los puertos de Asunción y Villeta cuentan con muelles donde pueden atracar portacontenedores (capacidad de carga: 120 contenedores) y barcos de carga de tamaño mediano.

#### 2) Transporte terrestre

Las máquinas y materiales de construcción que circulan en el mercado son en su mayor parte productos de los países vecinos, como Brasil, Argentina y Uruguay; siendo buenas las condiciones del transporte. Las rutas nacionales principales del Paraguay se encuentran asfaltados casi en toda su trayectoria, resultando posible el tránsito inclusive de remolques grandes.

La mayoría de las máquinas y materiales de construcción en circulación en Paraguay son adquiridos en Asunción, razón por la cual los mismos serán transportados en camión desde dicha ciudad hasta los sitios de ambas ciudades. Hay una distancia de 150 km aprox. (3 horas de viaje).

### **2-2-4-7 Plan de Orientación para la Operación Inicial y Mantenimiento**

La orientación para la operación inicial de la planta de tratamiento y para el manejo de la bomba de captación de agua, así como la prueba de conducción de agua luego de la instalación de tuberías de distribución, etc., serán implementadas como parte de la asistencia técnica por los técnicos japoneses de la empresa constructora. La nueva planta de tratamiento de agua a construir tendrá equipamiento casi igual que

la planta existente, pero existen ciertas cosas distintas como el método de lavado del fondo que será cambiado del lavado superficial al lavado con aire. Además, puesto que los operadores de la planta existente no han recibido educación y entrenamiento como ingeniero, no comprender teórica y sistemáticamente la técnica de tratamiento de agua y parece que están operando basándose en su percepción o hábito. En el presente Proyecto será necesario dar un asesoramiento técnico tanto en el aspecto teórico como en el práctico.

#### **2-2-4-8 Plan de Componentes de Soporte Técnico**

##### **(1) Situación actual de las técnicas de operación y mantenimiento**

Mediante el Proyecto se construirá un sistema de potabilización de agua apropiado basado en un convencional método de tratamiento que comprende la captación, floculación, decantación y filtración, con lo que se establecerán las condiciones físicas para producir con seguridad un volumen de agua conforme a la demanda y proporcionar un agua potable de calidad segura. Sin embargo, por el presente se han detectado los siguientes problemas en la operación de las instalaciones y consideramos que no sería posible garantizar una administración operativa segura y estable de la planta hasta que haya mejorado el actual nivel de operación.

- Los trabajos básicos como el ajuste de la velocidad de filtración y el retrolavado están basados en la experiencia de los operadores, y no se están realizando la operación y control con la comprensión de la teórica del proceso de tratamiento de agua potable. Esto lo evidencian el estado de los batidoras del floculador que se encuentran averiadas y abandonadas sin funcionamiento durante muchos años, la omisión del arranque retardado que es necesario para incrementar gradualmente la velocidad de la descarga inferior del agua filtrada después del lavado de fondo y la velocidad de filtración y la falta de atención a la bajada del efecto del lavado a causa de no funcionamiento del mecanismo de lavado superficial de los filtros actuales.
- En el trabajo de dosificación de floculantes no se toma en cuenta la necesidad de cambiar el volumen de inyección de acuerdo con las condiciones del agua cruda. Esto se debe a, además del deficiente nivel técnico de operadores, la antigüedad del equipo inyector que no permite medir dosis del producto químico con precisión.
- Puesto que no hay viviendas en la cercanía, no se considera como problema, pero, el hecho de que quede levantada la tapa del reservorio de agua tratada, por donde se inyecta el cloro y que los cilindros de cloro usados se encuentren dejados sobre el suelo, constituye problemas en el almacenamiento e indica un bajo nivel de conciencia sobre la seguridad y control sanitario.

Como arriba mencionadas, se considera importante transferir el conocimiento adecuado del proceso de tratamiento de agua a los principales funcionarios relacionados con el mantenimiento de la planta de tratamiento, y hacerles cumplir con un mantenimiento adecuado y sin desperdicio, al igual que realizar la reparación de las instalaciones. Para ello, independientemente a la orientación sobre la operación inicial de las instalaciones construidas, es necesario realizar una asistencia técnica en los aspectos generales sobre el

proceso de tratamiento del agua, desde el punto de vista teórico y práctico, a través de componentes de soporte técnico.

**(2) Objetivo del componente de soporte técnico**

Este componente de soporte técnico es un apoyo que posibilite una favorable puesta en marcha de las instalaciones mediante un asesoramiento técnico sobre la administración de las instalaciones construidas. Por tanto, tiene por objetivo mejorar la capacidad del personal de ESSAP en la planta de Tebicuary mi en la operación y mantenimiento.

**(3) Efectos del componente de soporte técnico**

Al ofrecer una asistencia técnica al personal en cargo de la administración operativa de la planta de tratamiento de Tebicuary mi, se logrará los siguientes efectos directos (fortalecimiento de la capacidad de administración operativa de la planta de tratamiento).

- 1) El responsable de la administración operativa de la planta de tratamiento de agua, teniendo conocimiento de la teoría de potabilización de agua, sabrá operar y mantener adecuadamente la planta en función de la variación de la calidad y el volumen de captación de agua cruda.
- 2) Los operadores llevarán un control de operación adecuado con el uso de manual de operación, lo que permitirá un suministro de agua potable estable cumpliendo las normas de calidad de agua de Paraguay.

**(4) Método de comprobación del nivel de logro de los efectos**

Se establecerá una meta final sobre los temas del asesoramiento, un encargado del asesoramiento hará una revisión del contenido de cada tema asesorado (Tabla 2.2.16) y comprobará el nivel de comprensión de la transferencia técnica de acuerdo con los criterios de la evaluación (Tabla 2.2.17). En el asesoramiento técnico que consiste principalmente en conferencias, se comprobará el nivel de comprensión mediante las preguntas y respuestas y las encuestas. En la práctica de campo, un encargado del asesoramiento hará practicar el trabajo a solas a los participantes del asesoramiento y anotará los resultados en una hoja de evaluación. La evaluación consta del nivel de logro técnico y un consejo sobre cómo seguir mejorando el nivel técnico en el futuro.

**Tabla 2.2.15 Método de comprobación del nivel de logro de los efectos**

Temas del asesoramiento	Efecto	Método de comprobación	
		Medio de comprobación	Quien comprueba
Asesoramiento técnico sobre la operación de la planta de tratamiento	Aprender los métodos de trabajos diarios y periódicos siguiendo el manual de operación y formulario del registro de operación.	Evaluar según una hoja de evaluación con 5 escalas, el nivel del logro de cada ítem conforme a las preguntas y respuestas, encuestas, criterios de la evaluación (Tabla 2.2.17).	Instructor del componente de soporte técnico

**Tabla 2.2.16 Contenido de los temas asesorados a revisar**

Programa (conferencia y práctica)	Contenido del asesoramiento	Revisión	Hora y día	Observaciones
1	Teoría básica del proceso de tratamiento de agua y contenido del sistema de tratamiento			
2	Método de control de caudal			
3	Método de control de calidad de agua			
4	Método de inyección correcta de productos químicos (floculante/cloro)			
5	Lavado de la arena filtrante y método de manejo			
6	Control de arena descargada del decantador, desarenador, etc.			
7	Operación y manejo de las instalaciones aductoras/trabajo combinado con el centro de distribución de agua			
8	Registro y manejo de los datos de la operación			

**Tabla 2.2.17 Criterios de evaluación**

Trabajo objeto	Criterios de evaluación	A	B
<p>Asesoramiento técnico sobre operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua</p> <p>Personas objeto: Responsables del manejo de operación y operadores de la planta de tratamiento de agua</p>	1) Instalaciones en general		
	• Tener comprensión sobre la estructura de las instalaciones de tratamiento de agua, el objetivo y funciones de cada instalación.	⊙	⊙
	• Saber hacer de manera correcta una anotación en el registro de mantenimiento y un informe correspondiente.	○	⊙
	2) Instalaciones de captación de agua		
	• Saber descargar la arena del desarenador de las instalaciones de captación.	○	⊙
	• Saber hacer una inspección preventiva de la bomba de captación operando y un registro correspondiente.	○	⊙
	3) Instalaciones de tratamiento de agua		
	• Saber leer correctamente el caudalímetro de agua cruda (canaleta de flujo Parshall).	⊙	⊙
	• Realizar análisis de calidad de agua y su registro según lo establecido.	○	⊙
	• Saber calcular la dosis de los productos químicos en función de la calidad de agua cruda y el volumen de captación.	○	⊙
	• Saber llevar adecuadamente el trabajo de inyección de los productos químicos.		⊙
	• Saber descargar la arena del decantador oportunamente siguiendo el manual.		⊙
	• Saber hacer el lavado del fondo oportunamente siguiendo el manual.		⊙

Trabajo objeto	Criterios de evaluación	A	B
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saber hacer una inspección preventiva de las bombas y un registro correspondiente.</li> </ul> <p>4) Instalaciones aductoras</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Saber manipular las bombas conforme a la demanda de agua, de manera combinada con el centro de distribución de agua.</li> <li>• Saber manipular el tubo de comunicación hacia Villarrica en caso de inundaciones.</li> </ul>		<p style="text-align: center;">◎</p> <p style="text-align: center;">◎</p> <p style="text-align: center;">◎</p>

Nota) A: Responsable del manejo de operación, B: Operadores, las columnas A y B indican el nivel de comprensión requerido: marca ○: nivel medio, y marca ◎: nivel más profundo de comprensión.

### (5) Método de ejecución del componente de soporte técnico

Para la ejecución de este componente de soporte técnico será asignado un experto descrito a continuación.

Asesoramiento técnico sobre la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua: 1 experto en el servicio de agua potable (administración operativa)

Entre los consultores locales de Paraguay no hay los que tengan experiencia en actividades de asesoramiento técnico sobre la operación de planta de tratamiento de agua. La ESSAP Central (Gerencia de operaciones GA) cuenta con ingenieros encargados del mantenimiento de los inyectores de sulfato de aluminio y cloro y del análisis de calidad de agua, pero no tiene experiencia en un asesoramiento técnico integral sobre la administración operativa de las plantas regionales. Debido a que se exige al experto que tenga un cabal conocimiento del sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable y del contenido del presente Proyecto, asimismo un suficiente conocimiento y experiencia en la administración operativa del servicio de agua potable, el consultor contratado (consultor japonés) se encargará directamente de este componente. Además, se contratará localmente un intérprete técnico.

### (6) Procedimiento de ejecución del componente de soporte técnico

El componente de soporte técnico será ejecutado por un mes, una vez completados la prueba de funcionamiento, ajuste y asesoramiento de manejo inicial dados por el contratista al término de la obra de las instalaciones.

### (7) Responsabilidades de la parte paraguaya

La planta de tratamiento de agua de Tebicuary mi tiene una plantilla necesaria para manejar las instalaciones de tratamiento de agua existentes y una vez construidas las nuevas instalaciones, será necesario agregar unas 9 personas.

Además, puesto que los operadores están trabajando por turno, sin embargo, será necesario hacer un arreglo para que puedan participar en el asesoramiento técnico también los operadores que no sean de turno.

Después de ejecutado el componente de soporte técnico, se requerirá a ESSAP seguir actividades de

operación y mantenimiento apropiadas y constantes bajo su propia iniciativa. A tal efecto, será necesario establecer un sistema de coordinación organizacional en que los operadores tengan ordenados y comprobados siempre los registros de la operación de la planta e informen a ESSAP en caso de anomalías para que sean atendidas rápidamente.

Además de lo anterior, se requiere evitar en lo posible el movimiento del personal que haya recibido el asesoramiento técnico sobre la operación mediante el componente de soporte técnico y controlar cuantitativamente el inventario para no discontinuar la provisión de coagulantes y cloro, indispensables para un suministro de agua potable segura.

## 2-2-4-9 Cronograma de Implementación

### (1) Trabajos a realizarse a cargo de Japón y del Paraguay

Los trabajos que se realizarán a cargo de Japón y del Paraguay de acuerdo con el sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable serán como sigue:

**Tabla 2.2.18 Clasificación de las obras a cargo de cada parte**

A cargo de la parte Japonesa	A cargo de la parte Paraguaya
1. Diseño de ejecución <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de campo</li> <li>• Diseño detallado y estimación de costo del Proyecto</li> <li>• Elaboración de documentos de licitación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilitación de datos necesarios para el diseño</li> <li>• Confirmación de documentos de licitación</li> </ul>
2. Licitación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo de licitación y evaluación en nombre de la parte paraguaya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistencia en la licitación</li> <li>• Contrato con la empresa constructora</li> </ul>
3. Adquisición y transporte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquisición y transporte de maquinaria y materiales de construcción para instalación provisoria.</li> <li>• Elaboración y transporte de equipos y materiales adquiridos.</li> <li>• Adquisición y transporte de maquinaria y materiales de construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trámite de exoneración de impuestos</li> <li>• Trámite de despacho aduanero</li> <li>• Apertura de cuenta bancaria</li> </ul>
4. Obras de preparación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apertura de la oficina</li> <li>• Preparación del sitio de almacenamiento de maquinaria, equipos y materiales de construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponer o tener arrendado el terreno</li> <li>• Aseguramiento de la oficina y sitio de almacenamiento de maquinaria, equipos y materiales de construcción</li> <li>• Aseguramiento del sitio de disposición de residuos</li> </ul>
5. Construcción de planta de tratamiento de agua <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalaciones de captación (captación de agua, desarenador, bomba de captación)</li> <li>• Instalación de tubo de aducción (<math>\phi 400</math> mm, PVC)</li> <li>• Instalaciones de tratamiento de agua (pozo vertedero, floculador, Sedimentador, filtro, tanque de distribución, tubería en la planta,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obras accesorios como la vegetación, cerco, compuerta, alumbrado, etc.</li> <li>• Construcción de vía interna en el terreno luego de terminada la obra</li> <li>• Corte de agua en el momento de la conexión del tubo de comunicación con la aductora hacia Villarrica</li> </ul>

inyector de productos químicos, bombas y equipo de medición) • Instalación de tubo de drenaje ( $\phi 700$ mm, tubo de hormigón armado)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantizar un lugar de disposición de tierra residual y escombros de la obra</li> <li>• Proporción de agua para la obra</li> <li>• Proporción de productos químicos para la prueba de funcionamiento</li> </ul>
6. Construcción de equipamiento eléctrico • Acometida eléctrica desde el lado secundario del panel de control • Instalación de cables eléctricos en el equipamiento proyectado • Instalación de panel de distribución y control eléctrico • Alumbrado (exterior e interior)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtención del permiso de recepción de energía eléctrica de ANDE</li> <li>• Bifurcación del cable de transmisión existente en el terreno de la planta de tratamiento</li> <li>• Instalación de cable y poste hasta las instalaciones de tratamiento de agua proyectadas</li> <li>• instalación de transformador para las instalaciones de tratamiento de agua proyectadas</li> </ul>
7. Instalación de aductora • Instalación de aductora de $\phi 300$ mm • Instalación de aductora sobre el puente ( $\phi 400$ mm)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparación y renovación de la aductora existente (<math>\phi 350</math> mm)</li> <li>• Obtención de permiso del administrador vial sobre la instalación de aductora</li> <li>• Obtención de permiso de excavación de la vía por donde atraviese la aductora</li> <li>• Obtención de permiso y coordinación sobre el método de instalación de la aductora sobre el nuevo puente del río Tebicuary mi</li> <li>• Aviso público a los pobladores de alrededor</li> <li>• Coordinación, deliberación y formación de acuerdo con los interesados</li> </ul>
8. Otros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de un tanque de distribución en Coronel Oviedo (<math>V=1500</math> m<sup>3</sup>)</li> <li>• Obra de relleno y terraplenado del terreno para las instalaciones de tratamiento de agua (incluyendo el retirado de los obstáculos y construcción de vía de acceso y muro de mampostería, etc.)</li> </ul>

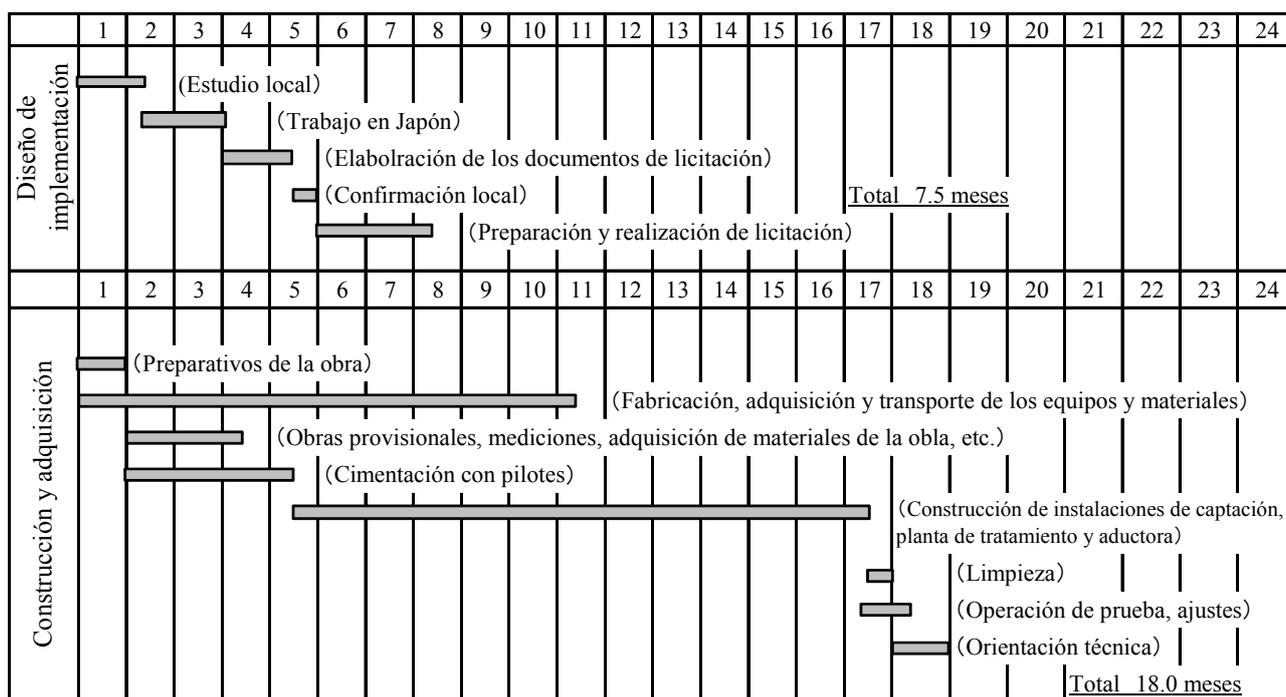
## (2) Cronograma de ejecución

Las obras serán ejecutadas en base a los bonos del gobierno B. Luego de la firma del Canje de Notas y Acuerdo de Donación, se procederá con el contrato de consultoría para realizar el diseño detallado y la elaboración de documentos de licitación, que necesitarán un plazo de aprox. 5,0 meses. Posteriormente, se realizarán trámites para la licitación de la empresa constructora, y se necesitará un plazo de 2,5 meses hasta la firma del contrato con dicha empresa, y un período de aprox. 18 meses para las obras de construcción. Una vez firmado este último contrato, se iniciará el proceso de adquisición de maquinaria, equipos y materiales de construcción en Japón, en Paraguay y en un tercer país, al mismo tiempo que se realizarán los trabajos preparativos en relación con las instalaciones provisionales y comunes, almacenamiento de maquinaria, equipos y materiales, oficina de obras, etc.

Debido a que el transporte de los equipos y materiales desde Japón requiere un tiempo, empezará la obra por la cimentación con estacas de la estructura que puede ser ejecutada por un contratista local a través de subcontratistas locales. A los 4 meses de la emprendida la obra, llegarán a Paraguay los equipos y materiales de Japón y también estarán listos el transporte de grandes maquinarias de construcción al sitio de la obra y la

instalación de una planta de concreto provisional, ejecutaremos paralelamente la obra de instalaciones de captación y la de tratamiento de agua. Ambas obras necesitarán un periodo de obra de unos 12 meses. En ese tiempo, se enviarán oportunamente expertos técnicos para realizar un avance favorable de la obra. En la etapa final de la obra, se hará una prueba de funcionamiento y ajuste de las instalaciones y sistema proyectados, y al mismo tiempo el Consultor realizará un componente de soporte técnico sobre el mejoramiento técnico del manejo de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua. Está previsto que la construcción de las instalaciones (incluyendo el asesoramiento técnico) requerirá 18 meses.

El procedimiento general del proyecto se plasma a continuación de acuerdo con el plan arriba mencionado y con el marco de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón.



**Figura 2.2.19 Cronograma de implementación del trabajo**

## 2-3 Resumen de los Trabajos a Cargo de la Parte Paraguaya

A continuación, se resumen las obligaciones de la parte paraguaya, supuestas en el momento actual. En cuanto al costo inicial, se divide en dos etapas, la de preparación y la de ejecución.

**Tabla 2.3.1 Trabajos a cargo de la parte paraguaya**

Ítems	Aspectos a cargo	Institución encargada	
		MOPC	ESSAP
Ítems comunes para todas las obras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinación con las entidades vinculadas al Proyecto</li> <li>• Gastos de Arreglo Bancario (A/B) y Autorización de Pago (A/P) (apertura de una cuenta bancaria y gastos administrativos)</li> <li>• Aranceles de los equipos y materiales importados y gastos de despacho aduanero</li> <li>• Solicitud y obtención de la licencia ambiental</li> <li>• Suministro del agua necesaria para la prueba de presión en las tuberías, desinfección en las tuberías y otras obras</li> <li>• Solicitud de permiso de construcción a las autoridades y obtención de la misma</li> <li>• Explicación a los vecinos de los sitios de obra y coordinación con ellos</li> <li>• Explicación y comunicación a los vecinos sobre el corte de suministro de agua.</li> <li>• Obra de relleno y terraplenado del terreno para la planta de tratamiento de agua proyectada (incluyendo la construcción de camino de acceso, muro de mampostería, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> </ul>
Construcción de sistema de captación, aductora y tratamiento de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bifurcación del cable de transmisión y extensión de cable eléctrico hacia la planta de tratamiento proyectada (incluyendo postes)</li> <li>• Instalación de transformador para la planta de tratamiento de agua proyectada</li> <li>• Instalación de cerco y compuerta para la planta de tratamiento de agua</li> <li>• Construcción de vía interna en el terreno</li> <li>• Suministro de energía y productos químicos necesarios para la prueba de operación inicial.</li> <li>• Construcción de nuevo tanque de distribución de agua en Coronel Oviedo</li> <li>• Mejoramiento de la red de tubería de distribución en Coronel Oviedo</li> <li>• Reparación de la aductora existente (φ350mm) hacia Coronel Oviedo</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> </ul>
Control de operación y asistencia técnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación (de los responsables de la operación de planta de tratamiento) en la asistencia técnica que realizará la parte japonesa y entrega de facilidades.</li> <li>• Inspección y control de calidad del agua tratada en forma continua.</li> <li>• Fortalecimiento del sistema de mantenimiento de la planta (personal y presupuesto)</li> <li>• Implementación de mantenimiento planificado.</li> <li>• Designación de técnicos de contraparte.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> </ul>

Puesto que el servicio de agua potable existente es positivo en el balance y el costo suplementario de mano de obra, productos químicos y electricidad por el aumento de la producción será cubierto con un incremento seguro de las tarifas recaudadas a causa del aumento del suministro de agua, el costo de operación y mantenimiento de las instalaciones una vez entregadas podrá ser cubierto.

## 2-4 Plan de Operación y Mantenimiento del Proyecto

Para la operación y mantenimiento de la nueva planta de tratamiento a construir, que funcionará paralelamente a la planta existente, será necesario aumentar el número de personal de mantenimiento. La nueva planta está dentro del mismo terreno que la existente, tiene un sistema similar y el trabajo de operación y mantenimiento no variará mucho del convencional. Por esta razón, los operadores podrán atender ambas instalaciones y no es muy grande el número de personal suplementario. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la planta funciona las 24 horas y los operadores trabajan por turno de 12 horas. Por consiguiente, proponemos agregar 9 personas (1 asistente del jefe de la planta para mejorar la función de manejo de la planta, 4 operadores y 4 ayudantes de operador) para lograr una operación eficiente de toda la planta de tratamiento de agua, según lo indicado en la Tabla 2.4.1.

En el presente Proyecto, al término de las instalaciones, a través de un componente de soporte técnico, se dará un asesoramiento sobre el mejoramiento de la capacidad de manejo y operación de las instalaciones de tratamiento de agua. Esperamos que esto sea una eficiente oportunidad de aprendizaje técnico para los operadores suplementarios y una oportunidad de reconfirmar propio conocimiento y experiencia para los operadores vigentes.

**Tabla 2.4.1 Plan de personal adicional de la planta de tratamiento de agua**

Cargo/tipo de trabajo	Actual No. de personal	Personal adicional proyectado	Observaciones
Jefe	1 persona	0	
Asistente del jefe de la planta	-	1 persona	Es el responsable de la operación de la planta y asiste al jefe.
Operador	3 personas x 2 turnos = 6 personas	2 personas x 2 turnos = 4 personas	Suplementar 1 encargado del sistema de tratamiento y 1 encargado de operación de bombas.
Asistente de operador	3 personas x 2 turnos = 6 personas	2 personas x 2 turnos = 4 personas	Id.
Electromecánico	1 persona x 2 turnos = 2 personas	0	
Análisis de calidad de agua	1 persona x 2 turnos = 2 personas	0	
Bodega	2 personas x 2 turnos = 4 personas	0	
Limpieza	2 personas x 1 turno = 2 personas	0	
Total	23 personas	9 personas	

El actual sistema de administración cuenta con justo número de personal. El servicio de agua potable está estrechamente relacionado con la vida de la ciudadanía y en caso de emergencia, se requiere una rápida atención, sin embargo, como que las oficinas y plantas de tratamientos regionales de ESSAP carecen de debidos equipos de mantenimiento y no pueden atender a aun leves averías, se ven obligadas a esperar el

envío de equipos o personas encargadas de la sede de Asunción. Por esta razón, a las plantas se les obligan una operación forzada creando un sistema endeble en que aumenta las horas del servicio suspendido y se produce el corte de agua en sectores del suministro de agua. El mejoramiento y ampliación del sistema de administración incluyendo las oficinas regionales puede ser difícil desde el punto de vista presupuestario y del tiempo, pero urge reformar el actual sistema de administración y mejorar y ampliar las oficinas regionales. Con motivo de la ejecución del proyecto, propondríamos establecer una oficina regional integral, unificando en un área independiente la planta de tratamiento de agua de Tebicuary mi y los municipios de Coronel Oviedo y Villarrica.

Por otra parte, ESSAP planea un entrenamiento dirigido al personal de las plantas de tratamiento de agua de las oficinas regionales sobre el mejoramiento de la capacidad técnica. El método consiste en reunir en la sede las personas relacionadas según su especialidad, organizar seminarios y prácticas, o dar asesoramiento directo en las oficinas regionales. A través de este planeamiento y el asesoramiento técnico a realizar mediante el componente de soporte técnico, esperamos que mejore la capacidad técnica del personal de las oficinas regionales sobre la administración y mantenimiento y continúe un adecuado manejo.

## 2.5 Costo Estimado del Proyecto

### 2.5.1 Costo del Proyecto

#### (1) Costo a cargo de la parte paraguaya

**Tabla 2.5.1 Costo a cargo de la parte paraguaya**

Ítem	Monto (mil Gs)	Equivalente a yenes japoneses (1.000 yenes)	Observación
(1) Recuperación de terraplén en la planta	3.092.800	61.900	Cantidad de relleno 30.000 m <sup>3</sup> , muro de mampostería 1.600 m <sup>2</sup>
(2) Acondicionamiento de vía de acceso	246.000	4.900	Ancho 5 m, extensión 25 m, terraplén, atravesar el canal
(3) Obra de acometida eléctrica	500.000	10.000	Transformador de lado primario
(4) Obras de cerco y surco exterior	40.000	800	Rehabilitación de portón y cercos
(5) Construcción de nuevo tanque de distribución de agua en Coronel Oviedo	1.200.000	24.000	Producto de acero V=1.500 m <sup>3</sup>
(6) Reparación y renovación de la aductora hacia Coronel Oviedo	1.650.000	33.000	φ350 mm, renovación de un tramo de 1,5 km aprox.
(7) Comisión de A/P Costo de apertura de cuenta	90.200	1.800	Comisión de A/P (0,1 % del costo de obra), aproximadamente 235.000 Gs x cada ocasión
Total	6.819.000	136.400	

#### (2) Términos para la estimación

- 1) Momento de estimación: Julio de 2013
- 2) Tasa de cambio: 1US\$ = 99,77 yen, 1US\$ = 4.220,15 Gs, 1Gs = 0,02 yen
- 3) Periodo de obras: Tal como se indica en la Tabla 2.2.18 “Cronograma de implementación del trabajo”.
- 4) Otros: La estimación se ha realizado teniendo en cuenta el sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón.

## 2.5.2 Costo de Operación y Mantenimiento

El proyecto contempla construir instalaciones de captación y tratamiento de agua, lo que ampliará la magnitud del plan de tratamiento y será necesario aumentar el número de operadores (véase cláusula 2-4 que se ha descrito antes). Con el fin de llevar una operación eficiente de las instalaciones, hay que aprovechar la capacidad y experiencia de los actuales operadores de la planta y funcionarios de la oficina regional y realizar un manejo de operación bajo la colaboración con el nuevo personal adicional. El costo suplementario de operación y mantenimiento derivado del proyecto ejecutado, serán el sueldo del personal adicional, costo de productos químicos y tarifas de energía eléctricas.

**Tabla 2.5.2 Estimación del costo de operación y mantenimiento**

	Volumen de producción de agua (m <sup>3</sup> /año)	Volumen de distribución (m <sup>3</sup> /año)	Costo de mano de obra (mil Gs./año)	Costo de mantenimiento (Gs./año)	Costo de electricidad (Gs./año)	Costo de mantenimiento (Gs./año)	Total (mil Gs./año)
2012	4.861.400 (13.310 m <sup>3</sup> /día)	2.969.700 (8.140 m <sup>3</sup> /día)	901.501	737.951	766.722	235.000	2.641.200
Año proyectado (2020)	9.599.500 (26.300 m <sup>3</sup> /día; Coronel Oviedo 12.300, Villarrica 14.000)	6,060,800 (16,600 m <sup>3</sup> /día; Coronel Oviedo 8.000, Villarrica 8.600)	1.254.000	1.457.200	1.495.100	1.140.900	5.347.200
Aumento	4.738.100	3.091.100					2.706.000

- Aumento de las tarifas de agua recaudadas después de terminadas las instalaciones (previsto)  
Suplemento del volumen de distribución de agua:  $3.091.100 \text{ m}^3 \rightarrow 3.091.100 \text{ m}^3 \times \text{Gs.} 2.350 / \text{m}^3 = \text{Gs.} 7.264.085.000$

\* Adoptada la tarifa media de agua de 2012 en Coronel Oviedo: Gs 2.350/m<sup>3</sup>

Según el análisis anterior, una vez construidas las instalaciones, el costo de operación y mantenimiento aumentará en unos 2.706 millones de Gs y también aumentará la recaudación de las tarifas en 7.264 millones de Gs. El costo de operación y mantenimiento fue calculado sobre la base de la producción anual y el costo de operación y mantenimiento anual de la planta en 2012 (véase la Tabla 2.5.2) obtenido de ESSAP, suponiendo cada costo en función del caudal proyectado:

- 1) Costo de personal: Actual personal: 23 → Construida la planta: 32 personas  
 $901.501 \text{ (mil Gs)} \text{ (Presupuesto del costo de personal de 2012)} / 23 * 32 = 1.254.262 \text{ (mil Gs)}$
- 2) Costo de productos químicos y de energía eléctrica: Reparación entre la producción y la producción proyectada  
Costo de productos químicos:  $737.951 \text{ (mil Gs)} / 4.861.400 * 9.599.500 = 1.457.185 \text{ (mil Gs)}$   
Costo de energía eléctrica:  $766.722 \text{ (mil Gs)} / 4.861.400 * 9.599.500 * 0,987 \text{ (tasa de carga eléctrica general)} = 1.495.100 \text{ (mil Gs)}$
- 3) Costo de mantenimiento: Se supone un 6% del costo de maquinaria y equipamiento de la planta

construida

Monto calculado  $380.318 \text{ (mil yenes)} * 0,06/0,02 \text{ (cambio de divisa: Yen contra Gs)} = 1.140.900 \text{ (mil Gs)}$

De lo arriba mencionado, puesto que el ingreso de las tarifas supera el aumento del costo de operación y mantenimiento, no habrá problemas en la operación y mantenimiento. No obstante, el cálculo de las tarifas de agua se logra siempre y cuando el agua producida de la planta se haya suministrado a los municipios de Coronel Oviedo, Villarrica y otros, será fundamental llevar a cabo rápidamente el mejoramiento de la red de tubería de suministro de agua y la aductora hacia Villarrica por la parte paraguaya.

## **2-6 Consideraciones para la Ejecución de un Proyecto Objeto de Cooperación**

### **(1) Medidas de exoneración de impuestos**

Los aranceles e impuestos internos imponibles a los equipos y materiales a adquirir para la ejecución del Proyecto serán exonerados, sin embargo, siendo posible que los trámites correspondientes requieran cierto tiempo, será necesario tomar todas las medidas posibles. Los principales objetos de exoneración de impuestos serán variados productos importados como la bomba, motor, válvula, tubería, equipo de construcción, entre otros. Será necesario que MOPC tome las medidas de exoneración de “aranceles” e “impuesto interno sobre valor agregado (IVA)”, imponibles a dichos productos.

### **(2) Control de seguridad**

Respecto a la obtención de las facilidades necesarias para que las personas involucradas en el Proyecto cumplan su trabajo en un ambiente seguro, hay que contar con la colaboración de MOPC, ESSAP, la Embajada del Japón y JICA.

### **(3) Contraparte**

Teniendo en cuenta que se dará una transferencia técnica en el proceso de construcción de las instalaciones, será necesario asignar personal técnico contraparte de manera programada. En la ejecución del componente de soporte técnico, se planeará la participación de un mayor número posible de personal técnico.

#### **(1) Autorización, permiso y control**

Ante la ejecución de la obra, hay que cumplir firmemente los trámites necesarios tales como las autorizaciones y permisos de los ministerios y municipios concernientes, licencias de la Secretaria del Ambiente, control de tráfico vial y la solicitud de colaboración a los vecinos.

#### **(2) Uso de las instalaciones existentes**

Tratándose de una obra paralela a las instalaciones existentes de suministro de agua en operación, será importante tomar suficiente consideración y una colaboración de ESSAP para la marcha de la obra.

## **CAPITULO 3. EVALUACIÓN DEL PROYECTO**

## **Capítulo 3 Evaluación del Proyecto**

### **3-1 Condiciones preliminares del Proyecto**

El Decreto No. 453/13 por el cual se reglamenta la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental, establece los proyectos objeto que requieren una evaluación de impacto ambiental, y forma parte de los mismos “la construcción y operación de sistema de agua potable”. Los proyectos de servicio de agua potable de ESSAP, conforme a esta estipulación, están obligados a obtener una licencia ambiental siguiendo la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) de la SEAM.

Por consiguiente, la ejecución del presente Proyecto presupone la obtención de una licencia ambiental. ESSAP mantiene una buena relación con SEAM y ya ha emprendido los trámites de obtención de dicha licencia, pero es necesario constar en la solicitud a SEAM la magnitud y contenido de las instalaciones a construir en el Proyecto. Por el presente es una solicitud provisional y el departamento encargado de ESSAP está preparando para entrar en los trámites de solicitud oficial en el mismo momento de la entrega del presente informe.

### **3-2 Insumos necesarios por el país receptor**

Los insumos a ejecutar por la parte paraguaya, necesarias para lograr el Proyecto integral son las siguientes.

#### **(1) Relleno y terraplenado del terreno para la construcción de nueva planta de tratamiento de agua**

Las instalaciones proyectadas serán construidas en el terreno contiguo a la planta de tratamiento de agua de ESSAP existente y está previsto que dicho terreno será rellenado y terraplenado 2-5 m más altos como medida contra inundaciones. Este terreno preparado comprenderá una parte del terreno rellenado en el momento de la construcción de la actual planta y el terreno pantanoso que se extiende al lado sur. Ante la preparación del terreno, será esencial primero eliminar los árboles (incluyendo las raíces) y los edificios y raspar la tierra superficial orgánica sedimentada sobre la superficie del terreno pantanoso y luego rellenar y terraplenar con una tierra de buena calidad. Para llevar adelante la preparación del terreno de manera eficiente y segura, será necesario construir un muro de protección con la mampostería o gaviones y una vía de acceso desde la carretera, independientemente de la de la planta existente. Es indispensable que la parte paraguaya termine la preparación del terreno antes del inicio de la obra por un constructor japonés.

#### **(2) Construcción de reservorio en el centro de distribución de agua de ESSAP en Coronel Oviedo**

Con el fin de mejorar las condiciones del suministro de agua en Coronel Oviedo, ESSAP ha emprendido la construcción de un reservorio de distribución de 1.500 m<sup>3</sup> de capacidad, junto al reservorio existente semi-subterráneo en el mismo terreno del centro. Sin embargo, a causa de un mal entendimiento con el constructor sobre el contenido del contrato, la obra se encuentra suspendida. El nuevo reservorio será indispensable para la operación del sistema después de terminado el Proyecto, por lo que será fundamental que la parte paraguaya solucione este problema y reanude la obra rápidamente para completarla.

### **(3) Reparación de la aductora existente para Coronel Oviedo**

El Proyecto contempla adoptar doble tubería: una nueva y la otra existente en la aductora desde la nueva planta de tratamiento de agua hasta Coronel Oviedo. Puesto que en la aductora existente se está produciendo fugas equivalentes al 12% aprox., lo que supone la presencia de agujeros en la tubería a causa de corrosión en medio de la ruta de la tubería. Ya que la administración del Proyecto se basa en el uso de la aductora existente, será necesario reparar las fugas y reemplazar parcialmente la tubería. Respecto a la reparación de la aductora existente, el estudio de fugas, elaboración de contramedidas y reparación estarán a cargo de la parte paraguaya, por lo que será importante que la misma parte ejecute rápidamente el estudio, elabore el contenido de la obra de reparación, tome las medidas presupuestarias y complete la obra antes del término de la obra por la parte japonesa.

### **(4) Instalación de cables de transmisión eléctrica y transformador hasta la nueva planta de tratamiento de agua**

La planta de tratamiento existente abastece de energía eléctrica de ANDE. Para las nuevas instalaciones de tratamiento de agua, será necesario ramificar el cable de transmisión eléctrica existente de ANDE, extender un cable en un tramo de unos 200m e instalar un transformador exclusivo en un determinado punto de la nueva planta. Será necesario que la parte paraguaya obtenga la aprobación de ANDE con respecto al diseño y construcción de esta obra y complete las obras concernientes conforme al términos de la obra de la parte japonesa.

### **(5) Construcción de obras auxiliares en el terreno de la nueva planta (vegetación, cerco, compuerta, alumbrado, vía interna, etc.)**

Será necesario que la parte paraguaya termine las obras auxiliares en el terreno conforma al término de la construcción de la planta de tratamiento por la parte japonesa.

### **(6) Establecimiento de un sistema de participación en el componente de soporte técnico**

Con el fin de apoyar una favorable puesta en marcha del Proyecto en su etapa inicial, se planea dar un asesoramiento técnico sobre la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua en forma de componente de soporte técnico. Los participantes del componente de soporte técnico serán los operadores y sus ayudantes incluyendo el jefe de la planta. Tendrán que participar manteniendo la planta existente en operación, por tanto será necesario establecer un sistema que permita participar a todas las personas objeto mediante una coordinación entre los equipos de turno y los de fuera del servicio.

## **3-3 Condiciones Externas**

### **(1) Mejoramiento de la red de tubería de distribución de agua en Coronel Oviedo**

En el Proyecto, a través de la obra objeto de la cooperación japonesa aumentará el volumen de suministro de agua en Coronel Oviedo posibilitando el mejoramiento de la presión de agua a suministrar y el incremento de las horas del servicio. Sin embargo, la red de tubería de distribución de agua en el municipio, debido al

aumento de la población abastecida y la expansión de la zona urbana, se enfrenta con los problemas de deficiente suministro de agua y fugas. Para mejorar las condiciones de suministro de agua, será necesario que la parte paraguaya invierta en la infraestructura física como la reparación y ampliación de la red de distribución y la construcción de instalaciones de distribución de agua. En la cláusula 3-2-2-5 del presente documento se propone una tentativa referencial para que la parte paraguaya elabore bajo su propia iniciativa un plan de construcción de red de tubería de distribución de agua y será deseable que la misma parte, sobre la base de esta propuesta, realice un análisis más detallado y ejecute el mejoramiento de la red de tubería de distribución de agua.

## **(2) Establecimiento de sistema organizativo de la planta de tratamiento de agua**

Para la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua será indispensable contar con conocimiento y experiencia en las técnicas especializadas. El Proyecto contempla dar un asesoramiento técnico correspondiente mediante un componente de soporte técnico. Para que la parte paraguaya pueda hacer servir efectivamente los efectos del asesoramiento en el futuro mantenimiento, será recomendable que los operadores participantes permanezcan por cierto tiempo en su trabajo y hagan arraigar lo esencial de una operación eficiente del sistema de tratamiento de agua a través de las prácticas. A este efecto, a la ESSAP Central se le requiere tratar de entenderse con los operadores mediante un asesoramiento ambulante periódico, monitoreo y un seguimiento rápido en caso de emergencia y establecer un sistema organizativo estable.

## **3-4 Evaluación del Proyecto**

### **3-4-1 Justificación**

La justificación del Proyecto será evaluada desde los puntos de vista de: (1) beneficiarios objeto del Proyecto, (2) objetivo del Proyecto, (3) técnica de administración y mantenimiento y (4) metas de desarrollo a mediano y largo plazo de Paraguay.

#### **(1) Beneficiarios objeto del Proyecto**

Los beneficiarios directos objeto de la construcción de nuevas instalaciones de tratamiento de agua son ciudadanos de Coronel Oviedo, que son 53 mil habitantes según el cálculo estimado para 2020. Al completar el Proyecto, incrementará el volumen de agua a enviar a Coronel Oviedo y las horas del servicio de agua actual de 16 horas aumentarán a 24 horas. Una vez construidas las nuevas instalaciones mediante el Proyecto, la planta de tratamiento existente será exclusiva para Villarrica y los dos municipios de alrededor, aumentando también el volumen de suministro de agua en estos municipios, por lo que los ciudadanos de los mismos serán considerados como beneficiarios secundarios. A este efecto, será necesario renovar la aductora actual o ampliarla adoptando doble tubería. La población de los beneficiarios secundarios será estimada en 50 mil en Villarrica y 7 mil en los dos municipios de alrededor para 2020.

## **(2) Objetivo del Proyecto**

El objetivo del Proyecto es lograr un suministro estable de agua potable con calidad segura a los ciudadanos de Coronel Oviedo. Un suministro de agua potable segura a la población es indispensable para mejorar su ambiente sanitario y está considerado como una de las necesidades básicas humanas, por lo que tiene un gran significado desde el punto de vista de temas importantes como el aseguramiento de equidad y la reducción de la pobreza.

## **(3) Técnica de operación y mantenimiento**

Las instalaciones a construir en un proyecto objeto de una cooperación japonesa constituyen una planta de tratamiento de agua que funciona con un sistema general compuesto de floculación, decantación y filtración rápida que no requieren técnicas especiales y básicamente es similar al sistema de tratamiento adoptado en otras ciudades regionales. Por eso, tiene muchos puntos en común con otras plantas de tratamiento de agua, lo que facilita una operación y mantenimiento por el personal y técnicas propias de Paraguay.

## **(4) Metas de desarrollo a mediano y largo plazo de Paraguay**

El gobierno está llevando el desarrollo nacional en base al lineamiento de desarrollo “Plan estratégico económico y social 2008-2013”, que indica como sectores importantes “desarrollo económico” y “reducción de pobreza”.

Coronel Oviedo, siendo una ciudad estratégica que sostiene futuro desarrollo regional, tiene un servicio de agua potable bastante atrasado en comparación con otras ciudades, lo que está perturbando la potencial del desarrollo urbano. El gobierno paraguayo mostró una actitud de construir positivamente la infraestructura social en las zonas regionales considerando como uno de los temas importantes las medidas de reducción de pobreza y el mejoramiento de la base de la vida orientado a la creación de empleo.

### 3-4-2 Efectividad

Los efectos esperados de la ejecución de esta obra de cooperación son los siguientes.

#### (1) Efectos cuantitativos

**Tabla 3.4.1 Efectos cuantitativos**

Indicadores de efectos		Actualidad(2012)	Año meta(2020)	Observaciones
Efectos directos	(7) Producción de la planta	14.000 m <sup>3</sup> /día	26.300 m <sup>3</sup> /día* <sup>1</sup>	87,9 % más
	(8) Impacto del corte de agua a causa de inundaciones	Corte de agua de 2 a 3 semanas	0	Solución al corte de agua
	Coronel Oviedo			
	(9) Población servida	37.620 personas	52.594 personas	39,8 % más
	(10) Volumen medio de distribución de agua a la ciudad	6.600 m <sup>3</sup> /día	12.300 m <sup>3</sup> /día	86,4 % más
	(11) Horas del servicio	16 horas	24 horas	8 horas más
	(12) Cobertura del servicio en la ciudad	61,0 %* <sup>2</sup>	71,4 %* <sup>3</sup>	10,4 % más
Efectos secundarios	Villarrica y 2 municipios			
	(7) Población servida	42.660 personas	56.269 personas	31,9 % más
	(8) Volumen medio de distribución de agua a la ciudad	7.400 m <sup>3</sup> /día	14.000 m <sup>3</sup> /día	89,2 % más
	(9) Horas del servicio	16 horas	24 horas	8 horas más
	(10) Cobertura del servicio en la ciudad	71,70 %	80 %	9,3 % más

\*1) Agregar al volumen producido la actual capacidad de tratamiento de agua de la planta existente (14.000 m<sup>3</sup>/día).

\*2) Será el 78,9 % al agregar la población abastecida por las juntas de saneamiento.

\*3) Será el 85,0 % al agregar la población abastecida por las juntas de saneamiento.

#### (2) Efectos cualitativos

- 1) Un suministro estable de agua potable higiénica y suficiente mejorará el ambiente sanitario, por lo que se espera reducir los casos de enfermedades de origen hídrico como las diarreas.
- 2) El asesoramiento técnico sobre la administración operativa de la planta de tratamiento a través de un componente de soporte técnico, hará acumular correcto conocimiento de potabilización de agua en los operadores de ESSAP y mejorará el nivel técnico de operación de la planta.
- 3) La estabilización de la administración a causa del aumento del ingreso de la recaudación de tarifas conllevará el futuro mejoramiento de la cobertura del servicio de agua potable y el fomento de la construcción de instalaciones bajo la propia iniciativa paraguaya.

De la evaluación arriba mencionada, juzgamos que es alta la justificación del Proyecto y se prevé la efectividad.