Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado

-SEMAPA-

REPÚBLICA DE BOLIVIA

INFORME SOBRE EL ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPÚBLICA DE BOLIVIA

Marzo de 2008

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

(JICA)

Tokyo Engineering Consultants Co., Ltd.

PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL.

PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Bolivia, el Gobierno del Japón decidió realizar el Estudio para la Implementación para el Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Agua potable en la Zona Sudeste de la Ciudad de Cochabamba en República de Bolivia y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió a Bolivia una Misión de Estudio desde el mes de febrero al mes de marzo de 2008, periodo durante el cual se realizó dicho Estudio.

La misión sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno de Bolivia y realizó las investigaciones en los lugares destinados al Proyecto. En el marco de dicho Estudio se realizó la revisión del Plan de Implementación y del monto estimado del Proyecto partiendo del resultado del Estudio para la Implementación y de los materiales relacionados y complementarios lográndose de esta manera la elaboración y presentación del presente Informe.

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

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

Marzo de 2008

Masafumi Kuroki

Vice Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

ACTA DE ENTREGA

Tenemos el placer de presentarle el Informe del Estudio para la Implementación sobre el Proyecto del Mejoramiento del Sistema de Agua potable en la Zona Sudeste de la Ciudad de Cochabamba en la República de Bolivia.

Bajo el contrato firmado con JICA, nuestro consorcio ha llevado a cabo el presente Estudio durante un mes aproximadamente, desde Febrero hasta Marzo de 2008. En el Estudio hemos examinado la pertinencia del Proyecto en plena consideración a la situación actual de Bolivia, y hemos planificado el Estudio más apropiado para el Proyecto dentro del marco de la Cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno del Japón.

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

Muy atentamente,

Marzo de 2008

Akira Takechi

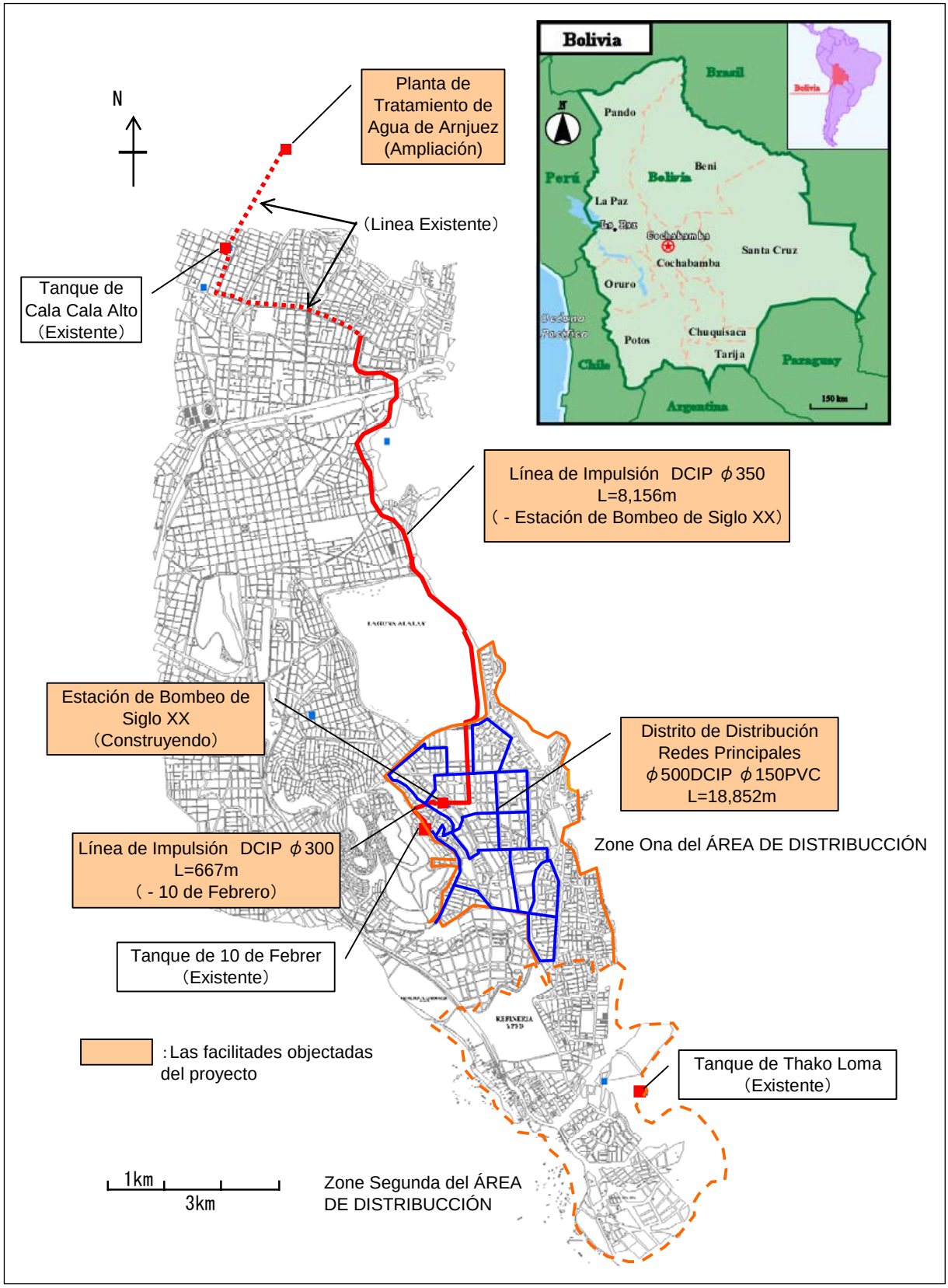
Jefe del Equipo de Ingenieros

Equipo de Estudio para la Implementación

sobre el Proyecto del Mejoramiento del Sistema de Agua potable en la Zona Sudeste de la Ciudad de Cochabamba en la República de Bolivia

Consorcio entre

Tokyo Engineering Consultants Co., Ltd.
y Pacific Consultants International



Área Objectiva Del Estudio

Fotografías tomadas en el Área del Estudio

La Represa Wara Wara que es la fuente de la Planta de Tratamiento Aranjuez. El volumen almacenado este año ha sido reducido por el estiaje.

Fotografías aéreas de la Planta de Tratamiento Aranjuez y la disposición de las diferentes instalaciones.

El terreno donde se propone construir el tanque de sedimentación de la Planta de Tratamiento Aranjuez.

El terreno donde se propone construir el tanque de filtración de la Planta de Tratamiento Aranjuez.

El tanque de sedimentación existente en la Planta de Tratamiento Aranjuez. Su funcionamiento no satisface la demanda por su reducida capacidad.

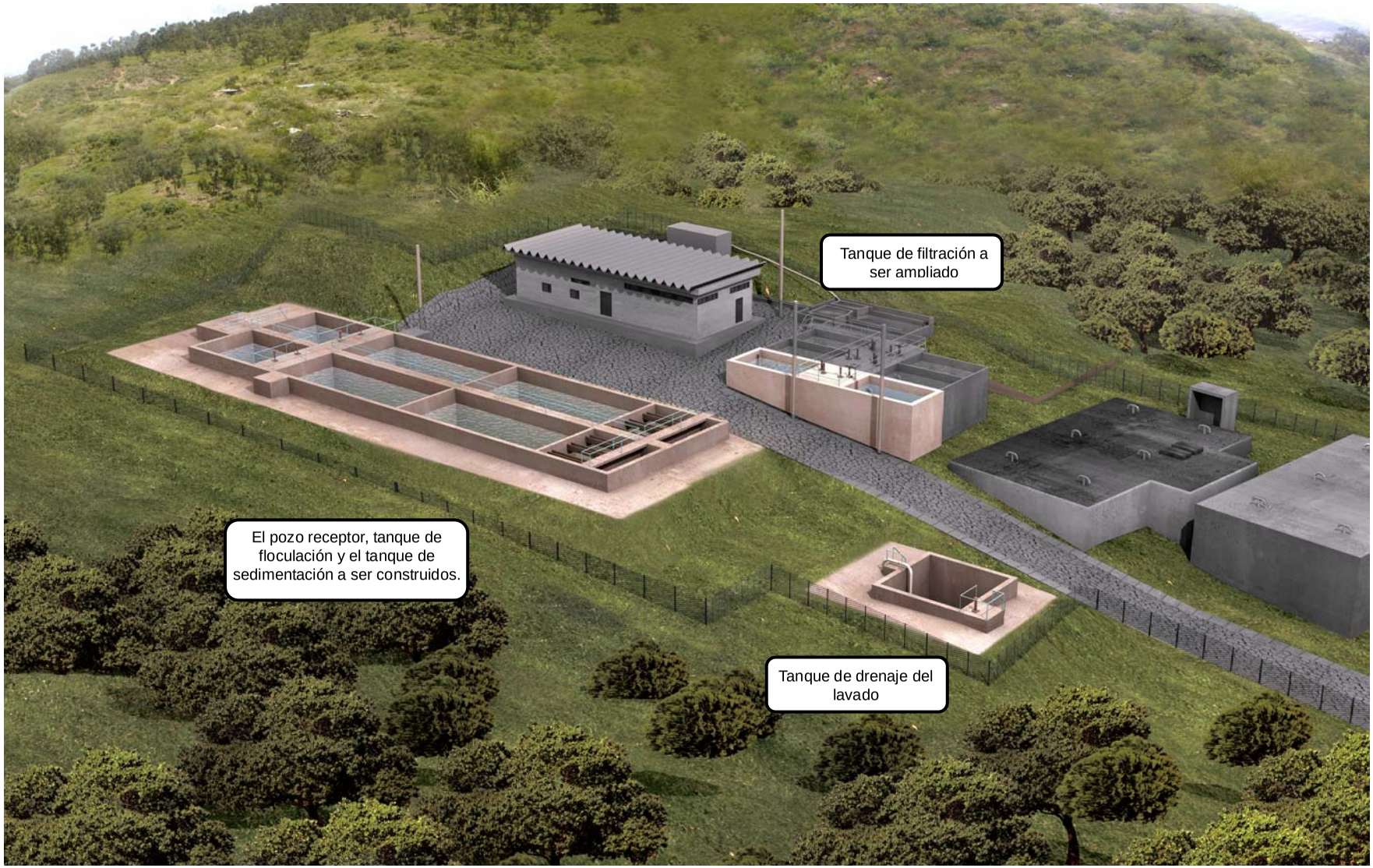
La ruta de la línea de aducción entre el tanque de distribución de Cala Cala Alto y la Estación de Bombeo Siglo XX (A lo largo de la carretera)

Paisaje representativo del barrio en la Zona 1. Las calles son, en su mayoría, de adoquín, mientras que las carreteras son asfaltadas.

La Estación de Bombeo Siglo XX donde se propone instalar la bomba de transmisión.

El sistema de abastecimiento de agua del comité, que consiste en el pozo y la bomba.

La manguera para recibir el agua transportada por el comité. No sólo el agua transportada es de mala calidad, sino que el sistema de recepción es también de mala calidad.



El rendu de Planta de Tratamiento Aranjuez

Abreviaturas

A/P	Authorization to Pay
B/A	Banking Arrangement
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BOB	Bolivianos
CAF	Corporación Andina de Fomento
CAP	Comité de Agua Potable
DIA	Declaración de Impacto Ambiental
DIP (HFD)	Ductile Iron Pipe (Hierro Fundido Dúctil)
E/N	Canje de Notas
EC	Conductividad eléctrica
EIA	Evaluación del Impacto Ambiental
ELFEC	Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica Cochabamba
EU	European Union (Unión Europea)
GDP (PIB)	Gross Domestic Production (Producto Interno Bruto)
GNI	Gross National Income (Ingreso Nacional Bruto)
HG	Hierro Garvanizado
INRA	Instituto Nacional de Reforma Agraria
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
JIS	Norma Industria Japonesa
JPY	Yen Japonés
LA	Licencia Ambiental
M/P	Plan Maestro
MA	Ministerio de Agua
MDRAMA	Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente
mg/l	Miligramos por litro
NMP	Número Más Probable
NTU	Unidad nefelométrica de turbiedad
ONG	Organización No Gubernamental (NGO)
OTB	Organización Territorial de Base
PASA	Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental
PEDS	Plan Estratégico de Desarrollo de Servicio
pH	valor pH
PPM	Programas de Medidas de Mitigación
PRSP (EBRP)	Poverty Reduction Strategy Paper (Ponencia de Estrategias Boliviana para la Reducción de la Pobreza)
PS	Pumping Station (Estación de Bombeo)
PVC	Polyvinyl Chloride
RC	Hormigón armado
SEMAPA	Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (Cochabamba)
SERNAP	Servicio Nacional de Áreas Protegidas
SIRESE	Sistema de Regulación Sectorial

SISAB	Superintendencia de Saneamiento Básico
SS	Suspended Solids (Suspensión de Sólido)
UC	Unidad de Color
USAID	Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
USD	Dólar norteamericano
VIPFE	Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo
WB (BM)	World Bank (Banco Mundial)
WHO	World Health Organization (Organización Mundial de Salud)
WSP	Water and Sanitation Program (Programa de Agua y Sanitaria)
μS/cm	Unidad de conductividad eléctrica (microsiemens/centímetro)
Ω･cm	Unidad de resistividad (Ohm-centímetro)

SUMARIO

La República de Bolivia (que en adelante se denominará "Bolivia") es un país mediterráneo situado casi en el centro del continente sudamericano. Tiene una extensión aproximada de 1.098.000 km^2, una población de 9,62 millones de habitantes aproximadamente (2006), el ingreso nacional bruto (INB) por habitante de US$ 1.010 (2005). La economía boliviana se caracteriza por ser sumamente vulnerable a los precios internacionales de los productos primarios, porque su exportación depende altamente (80 %) de los productos primarios agrícolas (soja, azúcar, etc.) y mineros (zinc, estaño, gas natural, etc.).

La cobertura del servicio de agua potable en Bolivia es de 72,3 % (2004) que es baja en comparación con otros países de la región centro y sudamericana. Ante esta situación, el Gobierno de Bolivia ha elaborado el Plan Nacional de Saneamiento Básico 2001-2010 en el que la dotación de los sistemas de agua potable y alcantarillado constituye un desafío prioritario, proponiéndose elevar dicha tasa hasta un nivel del 90 % hasta 2010.

La ciudad de Cochabamba es la tercera ciudad en importancia del país, que alberga una población aproximada de 600 mil habitantes (proyección para el año 2006, basada en el censo de 2001). La falta de agua potable es un problema que adolece Cochabamba, en comparación con otras ciudades, con una cobertura de agua potable de apenas 48 %. Por otro lado, la tasa de crecimiento poblacional es sumamente alta, con un 2,95 % como consecuencia de la inmigración de la población rural a la zona urbana. Dentro de este contexto, la dotación del sistema de agua potable y alcantarillado constituye un desafío de suma urgencia para atender a la futura demanda de agua. El Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Cochabamba (SEMAPA) es la institución pública a cargo de construir, habilitar y operar los sistemas de agua y alcantarillado en la Ciudad de Cochabamba. El SEMAPA en su Plan Estratégico de Desarrollo del Servicio (PEDS) ha establecido como meta elevar la cobertura de servicio de agua a su población hasta 83 % en 2012 y hasta 95 % en 2027.

La zona sudeste de la ciudad ha sido sometida a un acelerado proceso de urbanización en los años recientes. Sin embargo, la población de esta zona se ve obligada a comprar el agua de pozo de los comités de agua, o de los camiones cisterna del sector privado o de los comités de agua, debido a que todavía no cuenta con el servicio del SEMAPA. Además, la calidad de agua no está garantizada, el volumen disponible es también limitado, y la tarifa es más elevada que el agua suministrada por el SEMAPA.

Ante esta situación, Bolivia solicitó al Japón la Cooperación Financiera No Reembolsable en marzo de 2004 para la construcción de las siguientes instalaciones de abastecimiento de agua y el suministro de los equipos y materiales, con el fin de ampliar el servicio del SEMAPA a la zona sudeste de la ciudad de Cochabamba.

- Reconstrucción de la Planta de Tratamiento Aranjuez (recuperación del caudal de tratamiento de 40 ℓ/seg a 100 ℓ/s)

- Construcción del laboratorio de calidad de agua
- Desarrollo de la red principal de distribución en la zona sureste (23 km)
- Construcción de las líneas de aducción (φ300 mm 1.985 m, φ400mm 568 m)
- Suministro de los equipos del laboratorio de calidad de agua

Esta propuesta fue revisada a través del Estudio Preliminar ejecutado en julio de 2006, decidiéndose ampliar en el Proyecto la Zona 2 situada al sur de la Zona solicitada para abastecer el agua (Zona 1). Los componentes incluidos fueron:

- Ampliación de la Planta de Tratamiento Aranjuez (recuperar el caudal tratado de 40 ℓ/seg a 120 ℓ/s)
- Construcción de la línea de aducción a la Estación de Bombeo Siglo XX desde la Planta de Tratamiento Aranjuez (φ300 mm 4.985 m)
- Instalación de las obmbas en Estación de Bombeo Siglo XX
- Instalaacion de las líneas de aducción desde la Estación de Bombeo Siglo XX hasta el Tanque 10 de Febrero y el Tanque Thako Loma (φ250 mm 568 m, φ200 mm 5.500 m）
- Instalación de las redes de distribución primaria desde el Tanque 10 de Febrero hasta la Zona 1 y desde el Tanque Thako Loma hasta la Zona 2 (25,9 km)
- Suministro de las tuberías de distribución secundaria y de los equipos de suministro o instrumentos de medición
- Suministro de los analizadores de calidad de agua (pH/EC/ turbiedad), tuberías de distribución secundaria y equipos de suministro o instrumentos de medición

El Gobierno de Japón decidió realizar un Estudio para la Implementación para el Proyecto y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) envió a Bolivia un equipo de estudio desde el 19 de enero hasta el 7 de marzo de 2007. Dicho equipo de estudio sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno de Bolivia y realizó las investigaciones en los lugares destinados al Proyecto. Después de su regreso al Japón, el equipo realizó más estudios analíticos. Luego se envió o a Bolivia desde el 17 hasta el 28 de junio de 2007, con el propósito de discutir el borrador del Informe sobre el Estudio para la Implementación y se completó el presente informe. El contenido de este documento se resume de la siguiente manera.

En el Estudio para la Implementación se ha establecido como premisa: ① la obtención del terreno para la ampliación de la Planta de Tratamiento, ② la obtención de la Licencia Ambiental, ③ la ejecución de la obra de ampliación de la fuente de agua de la Planta de Tratamiento Aranjuez, y ④ la culminación del Proyecto Synergia-Barrilete que será la fuente de distribución sustitutiva de la actual zona de servicio de la Planta de Tratamiento Aranjuez.

Sin embargo, dado que a fines del mes de octubre de 2007 no se cumplieron estas premisas, la ejecución del presente Proyecto fue aplazada. Posteriormente el gobierno de Bolivia presentó a la Embajada de Japón en Bolivia en el mes de enerdo de 2008 un documento en el que indica el cumplimiento de las premisas arriba mencionadas (ver documento ajunto-2) y aunque mediante el cual se dio por cumplida las premisas, se procedió a realizar el presente Estudio para la Implementación con el propósito de revisar el Plan de Implementación y el monto estimado debido a que transcurrió más de 1 año desde que se realizó el calculo del monto estimado del Proyecto en el marco del Estudio para la implementación. A continuación el compendio del Informe.

Los lineamientos básicos del Proyecto son los siguientes.

- Inicialmente, se había solicitado cubrir con el Proyecto la Zona 1 y la Zona 2. Sin embargo, la Zona 2 fue excluida del Proyecto por considerar que es todavía prematuro construir el sistema de distribución por varias razones: dificultades en el trazado de las rutas de aducción, diferencia de alturas entre las zonas de servicio, falta de infraestructuras viales y urbanas, etc.

- La demanda de agua se estima en 81 ℓ/seg para la Zona 1 y en 32 ℓ/seg para la Zona 2. Dado que la Zona 2 fue excluida del Proyecto, la demanda de agua que se requiere atender mediante el presente Proyecto se define en 81 ℓ/seg. Sin embargo, considerando que el caudal de suministro no va a ser suficiente para atender la demanda de toda la ciudad de Cochabamba aún después de concluido el Proyecto y que va a ser necesario conducir el agua de la Planta de Tratamiento Aranjuez, y que cuando se desarrolle el sistema de agua para la Zona 2 en el futuro, va a ser necesario tomar el agua de la Planta de Tratamiento Aranjuez, se propone ampliar la capacidad instalada de la Planta de Tratamiento Aranjuez hasta 120 ℓ/seg, tal como fue solicitado inicialmente.

- SEMAPA ha ejecutado el proyecto de desarrollo de fuentes de agua Chojna Khota-Jonkho en marzo de 2007, con lo cual quedó asegurado el caudal de agua cruda de 120,6 ℓ/seg para la Planta de Tratamiento Aranjuez.

- El principal problema del agua suministrada por la Planta de Tratamiento Aranjuez en términos de la calidad está en la cromaticidad. Los demás parámetros satisfacen las normas de calidad requeridas, por lo que en el presente Proyecto se propone adoptar el sistema de coagulación-sedimentación y filtración (filtración rápida) para mejorar la cromaticidad, y así satisfacer las normas.

- Actualmente, la Zona 1 cuenta con el servicio de agua potable operado por OTB, etc. El SEMAPA contempla, como regla general, delegar a estos operadores los servicios de agua, incluyendo la venta, distribución, facturación y del cobro, incluso después de concluidas las obras del presente Proyecto. En este supuesto, no va a ser necesario

construir nuevas líneas secundarias ni instalar los equipos de suministro (medidores de agua) para estas zonas, por lo que se excluyen del presente Proyecto el suministro de las tuberías secundarias y de los equipos de suministro o instrumentos de medición correspondientes.

En el siguiente cuadro se presenta la descripción de las instalaciones incluidas en el presente Proyecto.

Descripción de las instalaciones

Componentes	Descripción
Planta de Tratamiento Aranjuez (ampliación)	• Construcción del pozo receptor y del tanque de floculación; • instalación de las bombas de dosificadores de químicos (coagulante y regulador de pH) • Construcción del tanque de sedimentación. • Ampliación de los tanques de filtración (continuando el uso del tanque existente). Instalación de la válvula reguladora de caudal de lavado por contracorriente. • Construcción del dosificador de hipoclorito de calcio. • Construcción del tanque de drenaje del lavado, y de la bomba de retorno.
Construcción de la línea de aducción	• Línea de aducción entre el Tanque Cala Cala Alto y la Est. de Bombeo Siglo XX: DCIPφ350 mm x 8.156 m • Entre la Estación de Bombeo Siglo XX y 10 de Febrero • DCIP φ300mm x 667 m
Construcción de la red de distribución primaria	• Zona 1: DCIP, PVC φ500 –150mm x 18.852m
Instalación de las bombas para la Estación de Bombeo Siglo XX	• 4,9 m^3/min, (85 ℓ/seg) 85 mH × 2 unidades (incluyendo una de reserva)

En el siguiente cuadro se resumen las especificaciones y la cantidad de los tubos de distribución secundaria, equipos de suministro (instrumentos de medición) y de los analizadores de calidad de agua.

Descripción de los equipos y materiales a suministrar

Equipos y materiales	Especificaciones y utilidad	Cantidad
Tubos de distribución secundaria	Tubos de cloruro de vinilo	φ100mm 5.342m φ80mm 2.601m
Equipos de suministro o instrumentos de medición	Llave derivadora de agua con montura (saddle), tubo de alimentación de agua, medidores de agua, etc.	500 juegos
Analizadores de calidad	Medidores de pH, conductividad eléctrica y de	Un juego de cada

de agua	turbiedad	uno

El Proyecto consiste en suministrar el agua al SEMAPA y sus beneficios directos se traducen en la provisión de agua sana durante las 24 horas continuas a una población aproximada de 50.000 habitantes de la Zona 1 a una presión adecuada (de 1,0 kg/cm^2).

Asimismo, como beneficios indirectos se espera aliviar la carga económica de los usuarios por el uso de agua y reducir los riesgos de enfermedades de origen hídrico mediante el agua potable sana.

El presente Proyecto consiste en suministrar el agua potable a la Zona 1 (D6, D8, parte del D14 y la totalidad del D7) que actualmente no está cubierta por el servicio del SEMAPA, mejorando el confort y la calidad de vida de unos 50.000 habitantes del Área del Proyecto. Las obras de agua que sean construidas con el presente Proyecto serán mantenidas y operadas por el SEMAPA, quien ya tiene acumulada las experiencias en la operación y mantenimiento de similares obras y, por lo tanto, se considera que no habrá problema en este aspecto. Tampoco habrá problema alguno en cuanto a la instalación, operación y mantenimiento de los equipos de suministro o instrumentos de medición a ser suministrados, puesto que el SEMAPA ya tiene instalado y está utilizando un elevado número de instrumentos similares en otras zonas, y tiene acumuladas las experiencias en el trabajo de lectura, inspección y calibración. El Proyecto no traerá impacto negativo al medio ambiente. Más bien desde el punto de vista social, éste contribuirá al desarrollo de una zona de Cochabamba que socialmente se encontraba marginada ya que no estaba cubierta por el servicio del SEMAPA, además que permitirá bajar la tarifa de agua, beneficiando económicamente a los usuarios.

Por lo anterior, se considera relevante ejecutar el presente Proyecto en el marco de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón.

INFORME SOBRE EL ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN

PARA EL

PROYECTO DE MEJORAMIENTO

DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

EN LA ZONA SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA

EN LA REPÚBLICA DE BOLIVIA

Prefacio
Acta de Entrega
Área Objectiva Del Estudio
Fotografías tomadas en el Área del Estudio
El rendu
Abreviaturas
Resumen

INDICE

1. Antecedentes del Proyecto 1-1
1.1 Antecedentes y descripción de la solicitud de la Cooperación Financiera No Reembolsable 1-1
1.2 Condiciones Naturales 1-3
2. Contenido del Proyecto 2-1
2.1 Descripción del Proyecto 2-1
2.1.1 Meta Superior y Objetivo del Proyecto 2-1
2.1.2 Perfil del Proyecto 2-1
2.2 Estudio para la implementación de la Cooperación Solicitada al Japón 2-3
2.2.1 Lineamientos del Diseño 2-3
2.2.2 Plan Básico 2-11
2.2.3 Planos de Estudio para la implementación 2-22
2.2.4 Plan de Implementación 2-45
2.3 Obligaciones del País Receptor de Asistencia 2-54
2.3.1 Obligaciones Generales 2-54
2.3.2 Obligaciones Específicas del Proyecto 2-54
2.4 Plan de Operación y Mantenimiento del Proyecto 2-55
2.4.1 Operación y Mantenimiento de las Obras 2-55
2.4.2 Sistema de Operación y Mantenimiento 2-56
2.4.3 Operación y Mantenimiento del Servicio de Abastecimiento de Agua en

el Área del Proyecto 2-59
2.5 Costo Estimado del Proyecto 2-62
2.5.1 Costo Estimado de la Cooperación Solicitada al Japón 2-62
2.5.2 Costo de Operación y Mantenimiento 2-64
2.6 Consideraciones a tomarse para la implementación de la cooperación solicitada al Japón 2-70
3. Evaluación de la Relevancia del Proyecto 3-1
3.1 Impactos del Proyecto 3-1
3.2 Desafíos y recomendaciones 3-2

Lista de Figuras

Figura 1.1 Geografía de Bolivia 1-2
Figura 1.2 Clima de Cochabamba 1-3
Figura 1.3 División de Cuencas de Bolivia 1-4
Figura 2.1 Comparación de las líneas de aducción entre Cala Cala Alto y la Estación de Bombeo Siglo XX 2-17
Figura 2.2 Línea de aducción entre la Estación de Bombeo Siglo XX y el Tanque 10 de Febrero 2-18
Figura 2.3 Línea de distribución primaria de la Zona 2-20
Figura 2.4 Área de abastecimiento por las tuberías secundarias y de los equipos de suministro 2-22
Figura 2.5 Plano en planta del conjunto 2-25
Figura 2.6 Planta de Tratamiento Aranjuez: Plano de planta 2-26
Figura 2.7 Planta de Tratamiento Aranjuez: Planoo de niveles de agua 2-27
Figura 2.8 Planta de Tratamiento Aranjuez: Diagrama de flujo 2-27
Figura 2.9 Planta de Tratamiento Aranjuez: Plano en planta del tanque de sedimentación 2-28
Figura 2.10 Planta de Tratamiento Aranjuez: Plano de sección del tanque de sedimentación 2-29
Figura 2.11 Planta de Tratamiento Aranjuez: Plano estructural del tanque de filtración 2-30
Figura 2.12 Planta de Tratamiento Aranjuez: Plano estructural del tanque de drenaje del agua de lavado 2-31
Figura 2.13 Estación de Bombeo Siglo XX: Plano de instalaciones 2-32
Figura 2.14 Plano de la ruta de la línea de aducción 2-33
Figura 2.15 Plano de las rutas de la red de distribución 2-34
Figura 2.16 Organigrama de implementación del Proyecto 2-35
Figura 2.17 Cronograma de implementación del Proyecto 2-43
Figura 2.18 Organigrama del SEMAPA y el incremento de la plantilla del personal para la operación y mantenimiento del presente Proyecto 2-48

Figura 2.19 Sistema de aducción y distribución con Planta de Tratamiento Aranjuez y el Tanque Cala Cala 2-49

Lista de Tables

Cuadro 1.1 Proyecto solicitado 1-1
Cuadro 2.1 Perfil del Proyecto 2-3
Cuadro 2.2 Proyecto solicitado 2-4
Cuadro 2.3 Resultados de la proyección de demanda de los distritos del Área del Proyecto 2-11
Cuadro 2.4 Especificaciones de las principales instalaciones de la Planta de Tratamiento Aranjuez 2-14
Cuadro 2.5 Cálculo de la capacidad de la Planta de Tratamiento Aranjuez 2-15
Cuadro 2.6 Comparación de las diferentes rutas de la línea de aducción entre Cala Cala Alto y la Estación de Bombeo Siglo XX 2-16
Cuadro 2.7 Datos generales de las tuberías de aducción 2-18
Cuadro 2.8 Datos generales de las tuberías primarias 2-21
Cuadro 2.9 Datos generales de las tuberías secundarias y de los equipos de suministro o instrumentos de medición 2-23
Cuadro 2.10 Alcance de trabajos de Bolivia y Japón 2-37
Cuadro 2.11 Mercados de compra de los principales materiales para las obras 2-41
Cuadro 2.12 Operación y mantenimiento después de concluidas las obras del Proyecto 2-47
Cuadro 2.13 OTBs y número estimado de hogares servidos en la Zona 1 2-51
Cuadro 2.14 Costo total correspondiente a Bolivia 2-52
Cuadro 2.15 Costo de instalación de las tuberías de distribución secundaria 2-53
Cuadro 2.16 Gastos de electricidad 2-55
Cuadro 2.17 Costo de los químicos 2-55
Cuadro 2.18 Costo de producción 2-56
Cuadro 2.19 Tarifas de SEMAPA 2-57
Cuadro 2.20 Tarifas de agua según OTBs (ejemplo) 2-58
Cuadro 2.21 Comparación de los ingresos por tarifa y el costo de producción 2-59
Cuadro 3.1 Impactos y el grado de mejoramiento esperado por la implementación del Proyecto 3-1

Apendice

Anexo -1: Integrantes de los Equipos de Estudio A-1
Anexo -2: Documento presentado por el lado boliviano en relación a las premisas del Proyecto A-3
Anexo -3: Plan Preliminar del Proyecto A-5
Anexo -4: Análisis de los problemas de distribución de agua en la Zona 2 .....A-7
Anexo -5: Proyección de la demanda A-9
Anexo -6: Resultados del análisis de calidad de agua A-19

1. Antecedentes del Proyecto

1. Antecedentes del Proyecto

1.1 Antecedentes y descripción de la solicitud de la Cooperación Financiera No Reembolsable

En el siguiente Cuadro 1.1 se describe el Proyecto solicitado al Japón, según lo confirmado por el Equipo de Estudio Preliminar en septiembre de 2006, y modificado a través de las discusiones sostenidas al comienzo del Estudio para la Implementación.

Cuadro 1.1 Proyecto solicitado

Componentes	Descripción
(1) Reconstrucción o ampliación de la Planta de Tratamiento Aranjuez	• Ampliación de la capacidad de tratamiento a 120 ℓ/seg. • Construcción del pozo receptor y del tanque de floculación; instalación de las bombas para dosificadores de químicos (coagulante y regulador de pH) • Construcción del tanque de sedimentación. • Ampliación de los tanques de filtración (continuando el uso del tanque existente). Traslado de la válvula reguladora de caudal de lavado por contracorriente. • El tanque de tratamiento (incluyendo la bomba de lavado) no será reconstruido. • Construcción del dosificador de hipoclorito de calcio. • Construcción del tanque de drenaje del lavado, y de la bomba de retorno. • Suministro de los medidores de pH, conductividad eléctrica y de turbiedad.
(2) Construcción de las líneas de aducción	• Línea de aducción entre el Tanque Cala Cala Alto y la Estación de Bombeo Siglo XX: DCIP φ350 mm x 8,1 km • Entre la Est. de Bombeo Siglo XX, Tanque de Regulación Thako Loma Bajo: DCIP φ250mm x 6,7 km • Entre los tanques de regulación Thako Loma Bajo y Thako Loma: DCIP φ200mm x 0,8 km • Entre la Est. de Bombeo Siglo XX y 10 de Febrero: DCIP φ300mm x 0,7 km • Bomba de conducción entre los tanques de Thako Loma Bajo y de Thako Loma: 0,2 m^3/min. (3 ℓ/seg) 95mH × 2 unidades (incluyendo una de reserva)
(3) Construcción de la red de distribución primaria	• Zona 1: PVC φ150 – 500 mm × 18,7 km • Zona 2 (Zona baja): PVC φ150 – 300 mm x 8,7 km Nota: Todas las líneas de distribución desde Thako Loma Alto (Tanque de Thako Loma) serán tratadas como red secundaria.
(4) Suministro de materiales para la red de distribución secundaria	• La red secundaria será diseñada tomando en cuenta el trazado de las vías existentes y proyectadas, distribución de las viviendas, áreas de servicio determinadas por las OTBs. • Las áreas de servicio de las OTBs, etc. serán excluidas del plan de desarrollo de la red secundaria.
(5) Suministro e instalación de las bombas para la Estación de Bombeo Siglo XX	• 4,9 m^3/min, (85 ℓ/seg) 80mH × 2 unidades (incluyendo una de reserva) • 2,0 m^3/min, (35 ℓ/seg) 155mH x 2 unidades (incluyendo una de reserva)
(6) Suministro de materiales para los equipos de suministro o instrumentos de medición	• Al igual que el suministro de los materiales para las líneas de distribución secundarias.

Nota: Como consecuencia de haberse excluido la Zona 2 del Proyecto de Cooperación, los componentes subrayados fueron excluidos del mismo.

Sin embargo, como resultado del Estudio para la Implementación, se decidió excluir del Proyecto los componentes subrayados en el Cuadro 1.1 anterior.

El presente Proyecto consiste en ampliar la Planta de Tratamiento Aranjuez, instalar el sistema de aducción y de distribución de agua desde dicha planta hasta la Zona 1, y suministrar las tuberías de distribución secundaria y los equipos de suministro o instrumentos de medición con el fin de abastecer de agua potable a la población de la Zona 1 (parte de los D6, D8 y D14 y la totalidad del D7) que actualmente no es cubierta por el servicio del SEMAPA. La población del área del Proyecto para el año 2015 se estima en aproximadamente 58 mil habitantes, y el Proyecto beneficiará a aproximadamente 50 mil habitantes que corresponden al 86 % del total.

En el Estudio para la Implementación se han establecido las siguientes cuatro premisas con el fin de implementar de manera segura el presente Proyecto.

① Obtener el derecho de uso del terreno de la Planta de Tratamiento Aranjuez antes del inicio del Proyecto.

② Obtener la Licencia Ambiental para la ampliación de la Planta de Tratamiento Aranjuez antes del inicio del Proyecto.

③ Culminar el proyecto Chojna Khota-Jonkho necesario para asegurar la fuente de agua que atienda la ampliación de la Planta de Tratamiento Aranjuez antes de la finalización del Proyecto.

④ Culminar el proyecto Synergia Barrilete a los fines de asegurar la fuente sustitutiva de distribución de agua de la actual zona de servicio de la Planta de Tratamiento Aranjuez antes de la finalización del Proyecto.

Debido a que el Proyecto sería implementado a través de Bonos Tipo A, se estableció la obligacion de: obtener el derecho y la licencia en cuanto al ① y ② y notificar el avance de la obra y la fecha estimativa de la finalización del Proyecto en cuanto al ③ y ④, todo esto a los fines de determinar la posibilidad de que dichas premisas sean cumplidas antes de someter el Proyecto a la Reunión de Gabinete en el mes de diciembre de 2007. Sin embrago, el sometimiento del mes de diciembre fue aplazado debido a que no se obtuvo una respuesta satisfactoria por parte del gobierno boliviano sobre el cumplimiento de las premisas a excepción de la premisa ②.

Posteriormente, en el mes de enero de 2008 el gobierno boliviano ha presentado un documento en el que señala el cumplimiento de las cuatro premisas establecidas lo que permitió someter la implementación del proyecto en el Gabinete. Sin embargo se procedió a realizar la revisión del Plan de Implementación y del monto estimado del Proyecto a través del Estudio para la Implementación debido a que, en primer lugar, transurrió más de 1 año desde que se realizó el Estudio en Campo en el marco del Estudio para la Implementación y el Estudio sobre el costo

unitario calculado (febrero de 2007), y en segundo, surgió la necesidad de implementar el proyecto dividiéndolo en dos fases pese a que inicialmente se trazó el Plan de Implementación y se realizó el cálculo de la obra bajo la premisa de que sería un Proyecto financiado con bonos Tipo A.

1.2 Condiciones Naturales

(1) Topografía y Geología

En Bolivia existen 3 características topográficas divididas de la siguiente manera: la zona de altiplanicie con unos 4.000 m de altitud que se extiende en la región andina situada al oeste (Altiplano), la zona de valles situada en el pie este de los Andes (El Valle) y la zona de los llanos situada al este (Oriente). Cochabamba se sitúa en la zona de valles y es una cuenca con unos 2.500 m de elevación extendida en la ladera sur de la Cordillera del Tunari que forma parte de la Cordillera Real. Esta cuenca, siendo su centro la zona urbana de la cuidad, se compone de la cuenca de Cochabamba situada al oeste y la de Sacaba situada al este y tiene forma de capullo.

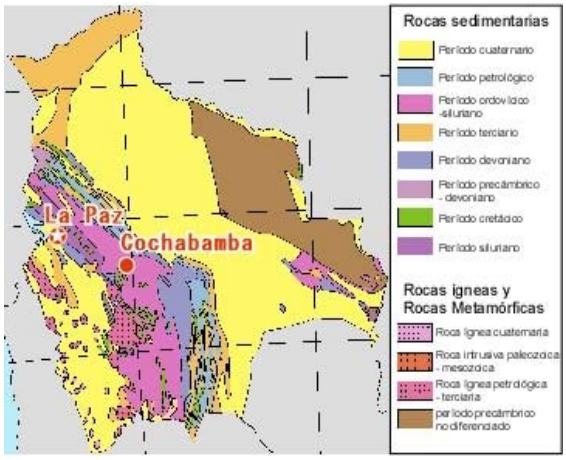
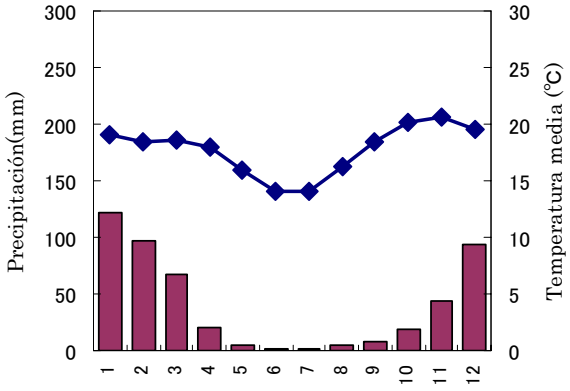


Figura 1.1 Geografía de Bolivia

Las condiciones geológicas de los alrededores de Cochabamba pertenecen al “sistema de cordilleras del este (cordilleras este de los Andes)”. Los estratos petrológicos son muy variados. Se distribuyen rocas abismales - terrestres de la era paleozoica y al llegar a la era cenozoica se destacan rocas volcánicas y detritos volcánicos. Por recibir repetidamente el movimiento orogénico, se formó tanto una estructura de plegamiento complicada con un eje sur-norte como una zona de fallas.

(2) Clima

La temperatura media de Cochabamba oscila entre 15 y 20 ºC, lo cual nos dice que tiene un clima templado. Sin embargo, hay una gran diferencia de temperaturas en el día y por el mes de junio, pleno invierno, la diferencia de temperaturas supera los 25 ºC. La precipitación anual es poca, indicando unos 450 mm. No obstante, la época de lluvias y la seca se separan claramente y el 90 % de la precipitación anual se concentra en la época de lluvias (noviembre-abril) y en la época seca (mayo-octubre) la precipitación media mensual apenas llega a 20 mm. Por otro lado, las áreas montañosas situadas al norte del municipio tienen aproximadamente 1.000 mm de precipitación anual[1] y estas aguas de lluvia, además de afluir a ríos, recargan aguas subterráneas de la cuenca. Son abundantes aguas superficiales y subterráneas, las cuales se convierten en fuente de agua potable de la ciudad.



Figra 1.2 Clima de Cochabamba

(3) Topografía

Bolivia se divide, siendo como divisoria las cordlleras de los Andes, en las siguientes 3 cuencas: cuenca amazónica, cuenca de lagos y cuenca de La Plata que ocupan respectivamente el 65 %, el 21 % y el 14 % del territorio nacional.

Figura 1.3 División de Cuencas de Bolivia

Cochabamba pertenece a la cuenca del río Grande de la cuenca amazónica y cuenta con las áreas de captación de agua de la cuenca de Sacaba (440 km^2) y de la cuenca de Cochabamba (1.150 km^2). Los ríos de la zona montañosa del norte afluyen de forma paralela a la cuenca de Cochabamba, pasan por la zona urbana del municipio desde el nordeste de la cuenca de Sacaba y corren al sudoeste de la cuenca de Cochabamba.

(4) Calidad de Agua

En la siguiente cuadro se ordenarán los resultados del examen de aguas crudas y purificadas de la planta de tratamiento “Aranjuez” en 2006.

---

[1] (Fuente) “Plan Maestro para el Abastecimiento de Agua de la Ciudad de Cochabamba (1991)”

Cuadro 1.2 Resultados del Examen de Aguas Crudas y Purificadas de la Planta de Tratamiento “Aranjuez” (2006)

			Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	promedio
días de examen			13	9	8	0	5	10	9	12	12	13	16	9	
turbiedad (NTU)	aguas crudas	máximo	14.00	19.00	1.90	-	0.90	1.20	0.90	1.50	1.00	2.50	3.00	2.10	4.36
		mínimo	1.20	1.50	0.60	-	0.80	0.70	0.50	0.70	0.50	0.40	0.70	1.20	0.80
		promedio	6.52	12.48	0.99	-	0.84	0.86	0.70	0.85	0.76	0.90	1.25	1.53	2.52
	agua potable	máximo	0.90	1.00	0.80	-	0.60	0.40	0.60	0.60	0.40	0.70	0.90	0.80	0.70
		mínimo	0.50	0.60	0.40	-	0.30	0.30	0.40	0.30	0.20	0.20	0.30	0.50	0.36
		promedio	0.73	0.77	0.54	-	0.42	0.39	0.46	0.41	0.32	0.39	0.52	0.62	0.51
cromaticidad	aguas crudas	máximo	42	44	53	-	26	34	36	25	19	33	38	33	35
		mínimo	28	32	17	-	15	26	17	11	10	6	13	25	18
		promedio	33	40	26	-	21	28	26	18	14	16	25	28	25
	agua potable	máximo	22	22	18	-	13	19	24	14	12	20	20	18	18
		mínimo	15	13	8	-	10	8	10	8	3	5	7	9	9
		promedio	19	20	13	-	11	13	17	11	8	10	12	12	13
pH	aguas crudas	máximo	7.53	7.29	7.18	-	7.59	8.07	8.05	7.43	7.43	7.52	7.47	7.66	7.57
		mínimo	5.52	6.25	5.36	-	5.44	7.08	6.86	6.05	6.90	6.91	6.91	6.72	6.36
		promedio	6.67	6.65	6.44	-	6.58	7.61	7.35	6.99	7.15	7.19	7.21	6.99	6.98
	agua potable	máximo	7.33	7.22	8.26	-	7.76	8.00	8.08	7.38	7.15	7.34	7.41	7.39	7.57
		mínimo	5.62	6.29	5.32	-	5.45	7.28	6.70	6.70	6.65	6.80	6.76	5.12	6.24
		promedio	6.53	6.69	6.85	-	6.77	7.58	7.20	7.00	7.00	7.14	7.02	6.78	6.96

son los valores que no cumplen con la norma boliviana sobre la calidad de agua (NB512) en agua potable.

Norma boliviana sobre la calidad de agua: turbiedad < menos de 5NTU, cromaticidad menos de 15 grados, pH 6.5-9.0

Como se comprende del cuadro 1.2 la turbiedad tiene una tendencia a que se turban más las aguas crudas en enero y febrero donde tienen la mayor precipitación dentro de los meses de la época de lluvias, sin embargo, la actual planta de tratameinto está purificando estas aguas hasta llegar a valores inferiores a los de la norma de calidad del agua. La cromaticidad tiende tanto a oscurecer en la época de lluvias como a no satisfacer la norma de calidad del agua casi todo el año, principalmente en dicha época. En pH, igualmente tiende a bajar en la época de lluvias y se inclina a acidez, presentando un valor inferior al valor mínimo.

De estos, se ha justificado que se podía atender a la remoción de turbiedad con la planta de tratamiento actual, sin embargo, era necesario asegurar la capacidad de filtración de arenas cohesivas y sedimentadas, regulando adecuadamente pH.

En el presente Estudio se realizó el análisis de metales pesados, etc., sin embargo, en los cuales no se observó problema alguno. (véase el anexo-7 adjuntado)

2. Contenido del Proyecto

2. Contenido del Proyecto

2.1 Descripción del Proyecto

2.1.1 Meta Superior y Objetivo del Proyecto

Actualmente, existen algunos planes que jerárquicamente constituyen marcos rectores del presente Proyecto, como son los siguientes.

- Plan Nacional de Saneamiento Básico 2001-2010, SISAB 2001
- Programa Estratégico de Desarrollo (PEDS), SEMAPA 2002
- Plan Maestro del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para la Ciudad de Cochabamba, SEMAPA 2002

Entre estos, el Plan Nacional de Saneamiento Básico define las metas del servicio de agua potable y alcantarillado según las ciudades y poblaciones para el año 2010 como año horizonte. Dicho Plan establece como metas de cobertura del servicio de agua para las ciudades en 90 % para el año 2000 y 96 % para el año 2010. Sin embargo, en el caso específico de la ciudad de Cochabamba, se observa un marcado retraso frente a la meta propuesta, puesto que dicho servicio alcanza una cobertura de apenas 48 % en el año 2005.

Ante esta situación, el SEMAPA ha elaborado en 2002, el PEDS sectoriales para un período de 40 años como requisitos para la concertación de los contratos de concesión, según los cuales, se establece como meta alcanzar una cobertura casi del 100 % hasta el año 2040, definiendo las metas del desarrollo de nuevos fuentes de agua, metas de control de agua no contabilizada (ANC), etc. necesarias para alcanzar dicha finalidad. A modo de referencia a continuación se presentan las metas del PEDES para el año 2015, que es el año horizonte del presente Proyecto es el 86%.

Para alcanzar la meta propuesta en el PEDS, el Plan Maestro del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para la Ciudad de Cochabamba propone dividir la zona de servicio en cuatro sistemas de conducción y distribución. De estos cuatro, el presente Proyecto ha sido formulado con el fin de construir las infraestructuras necesarias para el Sistema de la Zona Sur. Por lo tanto, se ha propuesto que el Sistema de la Zona Sur sea construido mediante el presente Proyecto y el proyecto del BID.

2.1.2 Perfil del Proyecto

El presente Proyecto está destinado a ofrecer el servicio de agua potable a la Zona 1 (D6, D8, parte del D14 y la totalidad del D7)[2] que actualmente carece de este servicio, para lo cual se

[2] Si bien es cierto que la Solicitud incluía inicialmente la Zona 2 (D8 y parte del D14 de SEMAPA), por razones técnicas ésta fue excluida del Proyecto. Los detalles se presentan en el apartado posterior.

contempla ampliar la actual planta de tratamiento, construcción de las líneas de aducción y de distribución, instalación y equipamiento de la estación de bombeo, tuberías secundarias y los equipos de suministro o instrumentos de medición.

La implementación del presente Proyecto beneficiará a aproximadamente 50 mil habitantes del área beneficiaria para el año horizonte 2015 (suponiendo cubrir al 86 %[3], es decir 58.435 habitantes para la población proyectada en el año 2015). Los beneficios concretos son los siguientes.

- La población total del área del Proyecto recibirá el agua de calidad garantizada, suministrada por SEMAPA;
- como consecuencia, podrá reducir los riesgos de morbilidad de las enfermedades de origen hídrico;
- los habitantes que actualmente están comprando agua de los camiones cisterna, podrán tener conexiones domiciliarias; y,
- los habitantes podrán recibir agua a precios más cómodos que en el caso del servicio de abastecimiento a través de OTB (Organización Territorial de Base), etc.

En el Cuadro 2.1 se resume el perfil del presente Proyecto.

[3] PEDS propuso como meta de cobertura de abastecimiento de agua para el año 2015 en 86 %, que viene a ser la población real servida, de entre la población del área servida del SEMAPA. En otras palabras, aún cuando se termine de desarrollar el sistema de agua potable del SEMAPA, éste no servirá al 100 % de su población. Este porcentaje puede varía según zonas, y la cifra de PEDS representa el promedio de la Ciudad de Cochabamba en general. Por lo tanto, para el diseño del presente Proyecto, se ha trabajado con el supuesto de que no se va a suministrar el agua al 100 % de la población del área de servicio, sino a un promedio de 86 %.

Cuadro 2.1 Perfil del Proyecto

Resumen del Proyecto	Indicadores Verificables Objetivos	Fuente de Verificación	Condiciones Exteriores
Meta Superior ✓ El entorno de vida de la comunidad del Área del Proyecto será mejorado mediante el mejoramiento de calidad del servicio de agua potable.	✓ Grado de satisfacción de la población	✓ Encuestas, etc.	
Objetivo del Proyecto ✓ Suministro continuo de suficiente cantidad de agua sana a la población del Área del Proyecto.	✓ Grupo coliforme ✓ Reducción del número de camiones cisternas operando ✓ Tiempo de abastecimiento de agua	✓ Resultados del análisis de calidad de agua ✓ Informes de operación de la planta de tratamiento ✓ Informes de tarifas recaudadas	
Resultados ✓ Mejoramiento cuantitativo y cualitativo del sistema de potabilización ✓ Dotación de las líneas de aducción y de distribución a las Zonas 1	✓ Capacidad de potabilización	✓ Informes de las obras ✓ Informes de OyM de tuberías	
Actividades ✓ Mejoramiento y ampliación de la planta de tratamiento ✓ Construcción de las líneas de aducción y embalse ✓ Instalación de las bombas ✓ Construcción de la red de distribución primaria ✓ Suministro de la red secundaria y de los equipos de suministro	Inversiones <Japón> ✓ Financiamiento para el mejoramiento y ampliación de la planta de tratamiento ✓ Financiamiento para la construcción de las líneas de aducción y de distribución y para la instalación de la estación de bombeo. ✓ Financiamiento para la red secundaria y el equipamiento de agua potable ✓ Personal ingeniero para el diseño y construcción	<Bolivia> ✓ Obtención de los costos de construcción, operación y mantenimiento ✓ Personal ingeniero para el diseño y construcción ✓ Instalación de la red secundaria y de los equipos de suministro.	

2.2 Estudio para la implementación de la Cooperación Solicitada al Japón

2.2.1 Lineamientos del Diseño

(1) Proyecto solicitado

En el Cuadro 2.2 se describe el Proyecto solicitado al Japón, según lo confirmado por el Equipo de Estudio Preliminar en septiembre de 2006, y modificado durante el Estudio para la Implementación.

Cuadro 2.2 Proyecto solicitado

Componentes	Descripción	Notas
(1) Reconstrucción o ampliación de la Planta de Tratamiento Aranjuez	• Ampliación de la capacidad de tratamiento a 120 ℓ/seg. • Construcción del pozo receptor y del tanque de floculación; instalación de las bombas para dosificadores de químicos (coagulante y regulador de pH) • Construcción del tanque de sedimentación • Ampliación de los tanques de filtración (continuando el uso del tanque existente). Traslado de la válvula reguladora de caudal de lavado por contracorriente. • El tanque de tratamiento (incluyendo la bomba de lavado) no será reconstruido. • Construcción del dosificador de hipoclorito de calcio. • Construcción del tanque de drenaje del lavado, y de la bomba de retorno. • Suministro de los medidores de pH, conductividad eléctrica y de turbiedad.	–
(2) Construcción de las líneas de aducción y tanques de distribución	• Línea de aducción entre el Tanque Cala Cala Alto y la Estación de Bombeo Siglo XX: DCIP φ350 mm × 8,1 km • Entre la Est. de Bombeo Siglo XX y el Tanque 10 de Febrero: DCIP φ300 mm × 0,7 km • Entre la Est. de Bombeo Siglo XX、Tanque de Regulación Thako Loma Bajo: DCIP φ250 mm × 6,7 km • Entre los tanques de regulación Thako Loma Bajo y Thako Loma: DCIP φ200 mm × 0,8 km • Tanque de Thako Loma Bajo • Bomba de conducción entre los tanques de Thako Loma Bajo y de Thako Loma: 0,2 m^3/min. (3 ℓ/seg) 95 mH × 2 unidades (incluyendo una de reserva)	Las líneas de aducción entre los tanques Thako Loma Bajo y Thako Loma, así como las bomas de aducción han sido solicitados en las Notas Técnicas después de las discusiones sobre la Minuta.
(3) Construcción de la red de distribución primaria	• Zona 1： PVC φ150 – 500 mm × 18,7 km • Zona 2 (Zona baja): PVC φ150 – 300 mm × 8,7 km Nota: Todas las líneas de distribución desde Thako Loma Alto (Tanque de Thako Loma) serán tratadas como red secundaria.	–
(4) Suministro de materiales para la red de distribución secundaria	• La red secundaria será diseñada tomando en cuenta el trazado de las vías existentes y proyectadas, distribución de las viviendas, áreas de servicio determinadas por las OTBs. • Las áreas de servicio de los comités de agua, etc. serán excluidas del plan de desarrollo de la red secundaria.	
(5) Suministro e instalación de las bombas para la Estación de Bombeo Siglo XX	• 4,9 m^3/min, (85 ℓ/seg) 80mH × 2 unidades (incluyendo una de reserva) • 2,0 m^3/min, (35 ℓ/seg) 155mH × 2 unidades (incluyendo una de reserva)	–
(6) Suministro de materiales para los equipos de suministro o instrumentos de medición	• Al igual que el suministro de los materiales para las líneas de distribución secundarias.	–

Nota: Como consecuencia de haberse excluido la Zona 2 del Proyecto de Cooperación, los componentes sombrados fueron excluidos del mismo.

(2) Lineamientos del Diseño

A continuación se plantean los lineamientos para la elaboración del plan básico a fin de responder a la solicitud antes descrita.

1) Criterios de diseño

Con el fin de asegurar la calidad de agua que satisfaga las normas de calidad de agua y de agua potable de Bolivia, el diseño del presente Proyecto se basó en los valores referenciales aplicados en Bolivia, y de ser necesario, propuestos en la guía de Diseño del Sistema de Agua Potable del Japón. Los parámetros de control son los siguientes.

- Turbiedad: Menos de 5NTU
- pH: Entre 6,5 y 9,0
- Cromaticidad: Menos de 15°
- Grupo coliforme: 0-CFU/100 ml
- Cloro residual: Entre 0,2 y 0,5 mg/l

Por otro lado, se definió la presión hidrodinámica en el extremo del sistema de abastecimiento en 1,0 kgf/cm^2. Cabe recordar que, si bien es cierto que en Bolivia no se aplican las normas de termorresistencia, se diseñaron las obras del presente Proyecto ajustándose a las normas aplicadas en Japón, tomando en cuenta que se han observado movimientos sísmicos en Bolivia.

2) Área de servicio del presente Proyecto

Se detectaron los siguientes problemas técnicos en la conducción de agua desde la Estación de Bombeo Siglo XX hasta el Tanque de Regulación de Thako Loma, y en la distribución de agua en la Zona 2.

- Problemas de seguridad y dificultad de obtener las tuberías necesarias para la conducción de agua desde la Estación de Bombeo Siglo XX hasta el Tanque de Regulación de Thako Loma en el que existe un desnivel de más de 250 metros.
- Necesidad de un gran desvío debido a la topografía sumamente acentuada (necesidad de atravesar quebradas profundas) con laderas muy inestables.
- Existe una diferencia de presión de aproximadamente 170 metros entre los segmentos alto y bajo de la Zona 2, lo cual hace que sea difícil manejar mediante un sólo sistema de suministro, habiendo necesidad de dividir la Zona en dos sub-zonas construyendo un tanque de regulación en el medio.

La solución a estos problemas técnicos plantea la necesidad de realizar un gran desvío en la línea de aducción, y construir una estación de bombeo desde el tanque de regulación de la zona baja al tanque de Thako Loma (zona alta). En el Anexo 7 se muestran los resultados del análisis preliminar de las instalaciones necesarias. Para elaborar el estudio para la implementación se requiere, en principio, elaborar previamente un plan básico fundamentado en los resultados del estudio en campo. Sin embargo, en este caso, no se ha elaborado un plan de tal naturales naturaleza que satisfaga el nivel de precisión requerido. Además, la Zona 2

carece de las vías públicas en muchas partes, lo cual hace que sea difícil elaborar un plan de instalación de las redes de distribución primaria y secundaria al momento, y por ende, va a ser difícil instalar las tuberías secundarias y comenzar a distribuir el agua a la totalidad de la Zona 2 inmediatamente después de concluido el Proyecto.

Por lo tanto, se considera que todavía no es oportuno implementar el presente Proyecto en la Zona 2, y así se concluyó excluir del Proyecto esta zona.

3) Volumen de tratamiento de diseño de la Planta de Tratamiento Aranjuez

La demanda de agua se estima en 81 ℓ/seg para la Zona 1 y de 32 ℓ/seg para la Zona 2. (Para más detalles, véase el Anexo 6). Dado que la Zona 2 fue excluida del Proyecto, tal como se indicó anteriormente en el apartado 1), la demanda de agua que se requiere atender mediante el presente Proyecto se define en 81 ℓ/seg. Sin embargo, por las razones que se plantean a continuación, se propone ampliar en el marco del presente Proyecto la capacidad instalada de la Planta de Tratamiento Aranjuez hasta 120 ℓ/seg.

Actualmente, la totalidad del agua potable producida en dicha planta es distribuida al D1 y D2. La demanda en estos distritos está en el orden de 100 ℓ/seg, la cual va a ser atendida con el agua de la Planta de Tratamiento Taquiña actualmente en construcción, después de que se concluya el presente Proyecto. La Planta Taquiña toma el agua de Escalerani, que al presente está siendo utilizada como fuente de agua para la Planta de Tratamiento Cala Cala. Sin embargo, se contempla incrementar el agua que se toma en Misicuni, y reducir el agua que se conduce desde Escalerani hacia Cala Cala, y utilizar el agua resultante por esta diferencia en la Planta de Tratamiento Taquiña.

La Planta Taquiña que actualmente se está construyendo, va a tener una capacidad instalada de 400 ℓ/seg. Sin embargo, el caudal conducido desde Escalerani va a depender de la operación de la planta de generación hidráulica, y es poco factible que se pueda asegurar un caudal del orden de 400 ℓ/seg a lo largo del año (el caudal real conducido en 2006 fue de 320 ℓ/seg). Si bien es cierto que, en un futuro, cuando se incremente el caudal proveniente de Misicuni, se puede subsanar esta situación, a falta de una visión de largo plazo de asegurar el agua desde Misicuni, se considera que la falta de agua va a continuar por algunos años más mientras no haya suficiente agua entrante a la Planta de Tratamiento Taquiña, lo cual se traduce, a su vez, en la limitada agua disponible para suministrar a los distritos servidos por dicha Planta, incluyendo el D1 y el D2. Todo esto justifica la necesidad de ampliar en lo posible la capacidad instalada de la Planta de Tratamiento Aranjuez y destinar a los distritos D1 y D2 el caudal excedente de los 81 ℓ/seg de la Zona 2.

Por otro lado, al momento de implementar el sistema de distribución en la Zona 2 va a ser necesario tomar el agua potable de la Planta de Tratamiento Aranjuez. También en este caso, si dicha planta tuviera una capacidad de 120 ℓ/seg, podría complementar el volumen faltante de la Planta de Tratamiento de Taquiña y, a la vez, tendría asegurada la fuente de agua para la Zona 2.

4) Agua cruda de la Planta de Tratamiento Aranjuez

La represa Wara Wara que constituye la fuente de agua de la Planta de Tratamiento Aranjuez ofrece un caudal explotable de 90 ℓ/seg. El SEMAPA está programando implementar los proyectos de desarrollo de nuevas fuentes de agua de Jonkho a partir de marzo de 2007 para captar un caudal adicional de 35 ℓ/seg. Como consecuencia, la Planta de Tratamiento Aranjuez estará manejando un caudal crudo de 120.6 ℓ/seg. Sin embargo, la metodología adoptada por el SEMAPA para el desarrollo de aguas superficiales consiste en diseñar el caudal explotable de un año ordinario sin tomar en cuenta los años de estiaje. Esto plantea que matemáticamente cada dos años no va a ser posible completar los 120.6 ℓ/seg[4]. Por lo tanto, no está garantizado el caudal suficiente para abastecer permanentemente las 24 horas del día a la población del Área del Proyecto, aún cuando se concluyan las obras contempladas en el presente Proyecto. Esto plantea la necesidad de trabajar con la premisa de que siempre va a continuar realizando el racionamiento de agua cuando se disminuye el caudal disponible en sus fuentes.

5) Método de potabilización de agua en la Planta de Tratamiento Aranjuez

Los factores que deben ser controlados en el agua del río Wara Wara que es la fuente de agua de la Planta de Tratamiento Aranjuez, es la turbiedad y la cromaticidad. Asimismo, es necesario controlar la pH por que tiende a arrojar niveles bajos. Sin embargo, los demás varibales satisfacen las normas de calidad de agua aplicadas en Bolivia (NB512).

De estos, la turbiedad está siendo completamente controlada en la actual planta de tratamiento, no así la cromaticidad y la pH, cuyos valores no satisfacen las normas bolivianas incluso en el agua potable（ver

）. Las causas están en la aplicación inapropiada de los coagulantes, la pérdida de efectividad de los coagulantes debido a la rápida agitación, floculación, y la poca capacidad de los tanques de sedimentación. Todo esto hace que no pueda conseguir la suficiente absorción de la cromaticidad a través de la coagulación y sedimentación. Por lo tanto, se considera posible lograr la remoción suficiente de la cromaticidad al mejorar las instalaciones correspondientes. El sistema de coagulación, sedimentación y filtración (sistema de filtración rápida) ya está siendo utilizada en otras plantas de tratamiento del SEMAPA, por lo que el personal ya tiene acumulada suficientes experiencias de operación y mantenimiento. Cabe recordar que la pH puede ser controlada mediante el merjoamiento de las instalaciones de control existentes.

Actualmente, el Área del Proyecto no recibe el agua del SEMAPA, sino el agua subterránea o

---

[4] El caudal fluvial depende de las precipitaciones, las cuales presentan grandes variaciones según años. En el caso de determinar el caudal explotable de un río o el caudal de desarrollo de una represa, normalmente se toma el valor explotable de un año de estiaje con un determinado período de retorno, procesando estadísticamente los datos de las precipitaciones anuales. Por ejemplo, en el caso del Japón, por lo general, se aplica un período de retorno de 10 años (estiaje de 10 años de retorno). Sin embargo, los proyectos de desarrollo de la fuente de Jonkho se basan en el caudal medio de cada dos años; esto se traduce en un estiaje con probabilidades de dos años. Por lo tanto, con un simple cálculo, se considera que no va a ser posible asegurar el caudal explotable cada dos años de probabilidad.

superficial sin previo tratamiento, sin satisfacer, en muchos casos, las normas requeridas en términos de cromaticidad, turbiedad, grupo coliforme, etc. Por lo tanto, el impacto del Proyecto en el mejoramiento de calidad de agua es sumamente importante.

6) Línea de aducción entre el Tanque Cala Cala Alto y la Estación de Bombeo Siglo XX

Si bien es cierto que la solicitud original proponía hacer uso de las tuberías de aducción existentes para conducir el agua desde el Tanque Cala Cala Alto hasta la Estación de Bombeo Siglo XX, luego de visitar el sitio, el Equipo de Estudio encontró que las tuberías existentes no tienen suficiente diámetro, debiendo instalar nuevas tuberías también en estos tramos. Sin embargo, en este caso, la ruta propuesta en la solicitud no necesariamente es la más corta, debiendo seleccionar dos rutas alternativas, además de la ruta solicitada, para comparar, analizar y elegir la más idónea.

7) Suministro de las tuberías secundarias y de los equipos de suministro o instrumentos de medición

Actualmente, la Zona 1 cuenta con el servicio de agua potable operado por OTB, etc. Si bien es cierto que el SEMAPA proyecta suspender progresivamente este esquema de suministro hacia el futuro, por el momento contempla, como regla general, delegar a estos operadores los servicios de agua, incluyendo la venta, distribución, facturación y del cobro, incluso inmediatamente después de concluidas las obras del presente Proyecto. Cabe recordar que, el SEMAPA contempla realizar el monitoreo del servicio ofrecidos por estos operadores (caudal, horario de servicio, tarifas, etc.) y asesorar cuando fuese necesario en la optimización de las operaciones. En este supuesto, no va a ser necesario construir nuevas líneas secundarias ni instalar los equipos de suministro (medidores de agua) para estas zonas, por lo que se excluyen del presente Proyecto el suministro de las tuberías secundarias y de los equipos de suministro o instrumentos de medición correspondientes.

(3) Lineamientos de diseño

Con base a este planteamiento, se definieron los lineamientos del Estudio para la implementación del presente Proyecto, cuyos detalles se describen a continuación.

1) Sobre las condiciones naturales

① La época de lluvias en Cochabamba comienza en enero y termina en marzo. Sin embargo, dado que las precipitaciones no son muy altas (máximas mensuales de aproximadamente 120 mm), no es necesario tomar mucho en cuenta los efectos de las lluvias para la selección y definición de los métodos y del período de ejecución.

② Cochabamba no se ubica en una zona de frecuentes movimientos sísmicos, y casi

ninguna de las edificaciones urbanas son sismorresistentes. Sin embargo, considerando que se han registrado algunos sismos en el pasado[5], las infraestructuras del presente Proyecto serán diseñadas aplicando las normas de sismorresistencia del Japón.

2) Sobre las condiciones socioeconómicas

① El presente Proyecto contempla ampliar la actual planta de tratamiento, habiendo necesidad de hacer uso del terreno adyacente al recinto actual, debido a que el espacio disponible en éste último es sumamente limitado. El terreno que se contempla utilizar para la ampliación de la planta no se tiene identificado su propietario, por lo que es necesario identificar al propietario y obtener la autorización para su uso. El SEMAPA llevó adelante el proceso necesario para obtener el derecho de propiedad logrando finalmente la obtención del derecho de uso del terreno en el mes de enero de 2008.

② Si bien es cierto que una parte de la línea de aducción propuesta va a atravesar el casco urbano, las tuberías enterradas serán instaladas a lo largo de las vías públicas de dos carriles o de un carril con suficiente arcén. Por lo que el impacto negativo de la ejecución de obras será mínimo.

3) Sobre las condiciones del sector de construcción y del mercado

① El Tanque 10 de Febrero y la Estación de Bombeo Siglo XX que actualmente está construyendo el SEMAPA, formarán una parte del presente Proyecto. El Equipo de Estudio ha tenido la oportunidad de visitar estas obras, y ha encontrado que la calidad del encofrado y del hormigonado no era la óptima. Por lo tanto, en el presente Proyecto se propone realizar la supervisión de obras y la asistencia técnica completas en lo que concierne a la instalación de encofrados, entibación y al hormigonado.

② La instalación de las tuberías dúctiles constituyen una parte importante del presente Proyecto, cuya calidad y plazo de entrega constituyen un factor determinante para la calidad y conclusión exitosa del Proyecto. Dado que se han encontrado algunos proyectos en los que la demora en la llegada de los materiales han afectado el cumplimiento del cronograma de ejecución de obras, se seleccionarán cuidadosamente a los proveedores de estos materiales dando prioridad no sólo a la calidad sino también al cumplimiento del plazo de entrega.

4) Sobre la capacidad de operación y mantenimiento del organismo ejecutor

① SEMAPA ya tiene experiencias en la operación de una planta de tratamiento tipo filtración rápida que es el mismo tipo contemplado para el presente Proyecto, por lo que la implementación de éste no implica la introducción de una nueva tecnología, y

[5] Por ejemplo, en mayo de 1998 ocurrieron terremotos de Magnitud 6,8 con epicentro en Aiquile del Departamento de Cochabamba.

el SEMAPA podrá realizar la operación y mantenimiento con el nivel técnico actual. Si bien es cierto que la calidad de agua potable producida en la Planta de Tratamiento Aranjuez no satisfacen las normas de calidad en términos de pH y cromaticidad, estos problemas se derivan de las causas infraestructurales (defectos de los dosificadores, y de los tanques de floculación y sedimentación) y no de la operación y mantenimiento propiamente dicho, y se considera poder superarlos al mejorar las infraestructuras mediante el presente Proyecto.

② El tratamiento de agua cruda requiere de una dosificación adecuada de los químicos. Los ingresos y gastos de operaciones antes de la depreciación del SEMAPA, incluyendo los costos de construcción, operación y mantenimiento, arrojan un determinado superávit. Esto sugiere que la dosificación adecuada de los químicos no estaría afectada por la falta de recursos económicos, lo cual permitirá a la institución operar apropiadamente las nuevas instalaciones de la planta.

5) Sobre el grado de complejidad de las obras, equipos, etc.

① Como regla general, las especificaciones de las nuevas infraestructuras a ser construidas serán coherentes con las infraestructuras existentes.

② El sistema de operación y control serán básicamente manual, evitando un sistema automático en la medida en que sea garantizada la seguridad necesaria, considerando el costo de construcción y la complejidad de reparar en caso de ocurrir fallas mecánicas.

③ No se contempla dotar a la planta de tratamiento ni a la estación de bombeo de fuentes de energía de emergencia, considerando que la totalidad del caudal distribuido va a pasar por el tanque de regulación con una capacidad de almacenaje de varias horas, y que actualmente casi no ocurren interrupciones de energía de varias horas.

6) Sobre los métodos y el período de ejecución de obras y de suministro de equipos

① Se procurará acortar en lo posible el período de ejecución mediante la ejecución simultánea por varias cuadrillas.

② Para la ampliación de la planta de tratamiento, se minimizará el tiempo en que se debe interrumpir el servicio de agua (durante la conexión de las nuevas infraestructuras con las existentes). Se estima que el trabajo de conexión tomará sólo varias horas, por lo que el impacto por la interrupción del servicio de agua será el mínimo.

③ Se contempla implementar el Proyecto con financiamiento multianual tipo A.

7) Sobre las consideraciones ambientales y sociales

La Ley Ambiental de Bolivia exige elaborar la Ficha Ambiental en las fases de Estudio Preliminar, Estudio para la implementación y del Diseño Detallado al implementar un proyecto, y obtener la Licencia Ambiental previo al inicio de las obras.

En el caso del presente Proyecto, se puede utilizar la Licencia Ambiental obtenida en noviembre de 2003 para la implementación del Proyecto Agua para el Sur con financiamiento del BID, con excepto de la licencia correspondiente a la construcción de la planta de tratamiento que no está incluida en el Proyecto Agua para el Sur. Por lo tanto, se trabajó con la premisa de obtener dicha licencia antes de iniciar el presente Proyecto.

El SEMAPA obtuvo en el mes de octubre de 2007 la Licencia Ambiental emitida por el SERNAP (Servicio Nacional de Áreas Protegidas).

2.2.2 Plan Básico

(1) Plan General

1) Año horizonte y volumen de suministro

En el siguiente Cuadro se presenta la demanda proyectada de agua potable en el Área del Proyecto. El cálculo se basó en la población proyectada de PEDS, la cobertura y la demanda máxima diaria de 140 ℓ/seg (incluyendo el 25 % del agua no contabilizada estimada para 2015) revisada en el presente Estudio, definiendo el año horizonte en 2015. (Para más detalles, véase el Anexo 5 del presente Informe).

Cuadro 2.3 Resultados de la proyección de demanda de los distritos del Área del Proyecto

Distritos	Población proyectada (2015)	Cobertura proyectada de agua potable (2015, %)	Requerimiento unitario (ℓ/hab/día)	Demanda	
				(m^3/día)	(ℓ/seg)
Zona 1	58.435	86	140	7.036	81
Total	58.435	-	-	7.036	81

Para los efectos del cálculo, se aplicó un coeficiente de tiempo de 2,0 (según La Norma Boliviana NB689) y la demanda máxima horaria será la siguiente.

Demanda máxima diaria: 7.036 m^3/día

Demanda máxima horaria: 14.072 m^3/día

2) Nivel de agua potable

La presión de suministro se definió en 1.0kgf/cm^2 con la presión minimo de suministro[6] del terminal de equipo de suministro. El tiempo de servicio se define, como regla general, las 24 horas del día (suministro continuo), admitiendo también racionamiento en el caso de escasez de agua.

3) Calidad del agua suministrada

La calidad de agua a ser suministrada deberá satisfacer la NB512. Sin embargo, considerando que los problemas que presentaba la Planta de Tratamiento Aranjuez[7] consistían principalmente en la cromaticidad y en el nivel de pH, que la turbiedad y el cloro residual constituyen parámetros importantes para la operación de una planta de tratamiento, y que el grupo coliforme constituye un parámetro bacteriológico indispensable, se decidió aplicar los siguientes valores como parámetros de control en el presente Proyecto.

- Turbiedad: < 5NTU
- pH: Entre 6,5 y 9,0
- Cromaticidad: 15 grados
- Grupo coliforme: 0-CFU/100 mℓ
- Cloro residual: Entre 0,2 y 0,5 mg/ℓ

(2) Plan de Construcción

En la Figura 2.5 “Plano en planta del Conjunto” se presenta el plano de disposición de las infraestructuras del presente Proyecto.

1) Ampliación de la planta de tratamiento Aranjuez

A continuación se presentan los lineamientos de diseño de las infraestructuras basados en los resultados del estudio en Bolivia.

- Actualmente, se está utilizando los coagulantes sólo cuando los niveles de turbiedad son altos, por lo que en tiempo ordinario no se está eliminando la cromaticidad. Además, tampoco se aplica el regulador de pH pese que el agua cruda presenta niveles muy bajos, lo cual se traduce en la eliminación deficiente de las sustancias turbias y de la cromaticidad[8]. Por lo tanto, en el presente Proyecto se propone utilizar

---

[6] La Norma Boliviana (NB689) definen 13 m para los municipios con más de 10.000 habitantes, sin embargo esta es la presión del punto de tubo de servicio, con el terminal de equipo de suministro es de 10m aproximado.

[7] El análisis de calidad de agua de la represa Wara Wara y del agua cruda que entra a la Planta de Tratamiento Aranjuez no se encontraron otros parámetros que puedan constituir problemas, tales como metales pesados.

[8] Normalmente, los coagulantes (sulfato de aluminio, policloruro de aluminio, etc.) son sumamente efectivos en pH entre 6 y 8,5. Fuera de este rango, el efecto se disminuye sustancialmente no pudiendo eliminar totalmente las sustancias turbias. En el caso de Planta de Tratamiento Aranjuez, dado que el agua cruda presenta niveles de pH entre 5,5 y 6,5, por lo que se recomienda agregar el agente alcalinizante (cal apagada) para elevar el nivel de pH.

el sistema dosificador existente (que eventualmente está en desuso) e instalar nuevas bombas de dosificación para aplicar permanentemente el regulador de pH y los coagulantes.

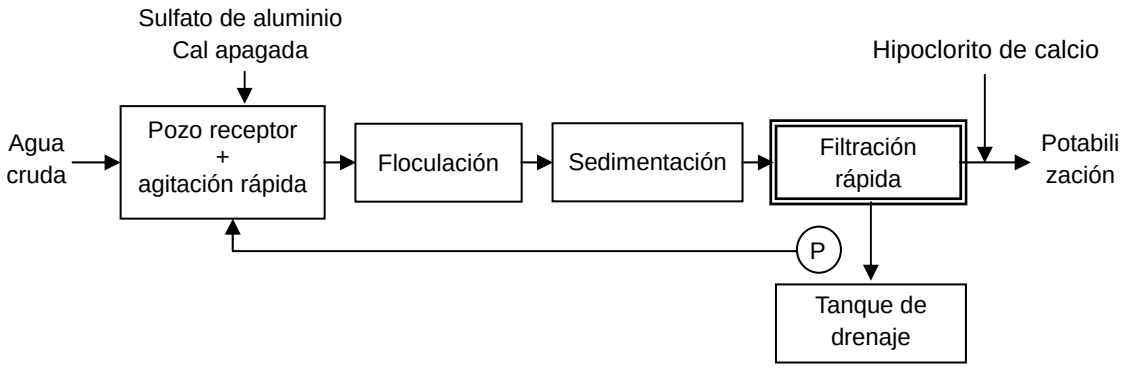
- El proceso de coagulación consiste en agregar coagulantes y dejar reposar el agua por un determinado tiempo para su floculación. (Este proceso se denomina "tanque de floculación"). Sin embargo, la actual planta no cuenta con este tanque. Asimismo, para sedimentar partículas floculadas en una suspensión diluida se requiere dejar reposar el agua tratada por un determinado tiempo en el tanque de sedimentación. Sin embargo, la actual planta tampoco cuenta con un tanque suficientemente grande, sin poder asegurar el tiempo de retención requerido. En resumen, no es suficiente ni el proceso de floculación ni el tiempo de sedimentación, y las turbiedades que no han podido ser eliminadas constituyen una sobrecarga para el tanque de filtración, obligando a reducir el intervalo de tiempo de lavado por contracorriente y afectando gravemente a la capacidad de tratamiento. Por lo tanto, se propone construir nuevos tanques de floculación y de sedimentación para asegurar la eliminación de turbiedades en el proceso de sedimentación.

- El tanque de filtración pierde su rendimiento con el tiempo por la retención de las sustancias turbias. Los medios de filtración pueden regenerarse eliminando dichas sustancias mediante la limpieza periódica (lavado por contracorriente). La planta actual presenta el problema de pérdida de medios de filtración debido a que la velocidad de la contracorriente para el lavado es excesivamente alta, debido a que la válvula reguladora de presión está ubicada cerca del tanque del agua de contracorriente no pudiendo manifestar suficientes efectos de regulación. Por lo tanto, se propone reubicar dicha válvula hacia el lado del tanque de filtración, y así asegurar la velocidad óptima de la contracorriente.

- Por lo general, en una planta de tratamiento se almacena en un tanque el agua utilizada para el lavado de los medios de filtro, para luego conducir al pozo receptor a una determinada velocidad, donde se mezcla con el agua cruda y se somete al proceso de potabilización. Esta técnica de recuperación de agua de lavado contribuye a reducir la pérdida de la cantidad de agua. Sin embargo, la actual planta de SEMAPA no cuenta con un tanque de almacenamiento para este fin, y el agua utilizada para el lavado por contracorriente es derrochada sin recuperar. Por lo tanto, se propone construir un nuevo tanque e instalar una bomba que conduzca el agua utilizada al pozo receptor a modo de minimizar las pérdidas de agua.

- El tamaño del actual tanque de filtración es adecuada para la capacidad nominal de tratamiento de 100 ℓ/seg, no así para el tratamiento de 120 ℓ/seg. Por lo tanto, se propone continuar utilizando el tanque actual y ampliarlo para cubrir la capacidad faltante.

Se adoptará el sistema de coagulación-sedimentación y filtración con capacidad suficiente para el presente Proyecto, el cual consiste en lo siguiente.



Nota: El nuevo tanque de filtración rápida será construido al lado del tanque existente, mientras que los demás componentes serán construidos fuera del recinto actual.

En el Cuadro 2.4 se resumen las especificaciones de las principales instalaciones y en el Cuadro 2.5, el cálculo de capacidad.

Cuadro 2.4 Especificaciones de las principales instalaciones de la Planta de Tratamiento Aranjuez

Instalaciones	Sistemas
Pozo receptor, tanque de agitación rápida	Sistema de agitación por caída libre operado por el vertedor.
Tanque de floculación	Tanque tipo “baffling” con flujo horizontal.
Tanque de sedimentación	Inicialmente, se propone diseñar un sistema de flujo horizontal debido a la disponibilidad de suficiente espacio y porque el del tipo vertical facilita la generación de las algas. Asimismo, con el fin de controlar la producción de las algas, se adoptará un sistema que permita dosificar el hipoclorito de sodio en el tramo inicial.
Tanques de filtración rápida	El sistema actual presenta dificultades para controlar tanto el caudal como la presión del agua de lavado por contracorriente, habiendo necesidad de remodelar (incluyendo la reubicación de las galerías y tuberías del tanque de filtración). No se han encontrado grietas estructurales, por lo que se considera posible atender dicha situación mediante la ampliación, con el supuesto de continuar utilizando las infraestructuras existentes. Sin embargo, dado que la capa actual de arena es muy espesa (1,2 metros) afectando el lavado, se propone mejorar este aspecto, incluso renovando los colectores de agua de la parte inferior. El sistema será diseñado para una velocidad de filtración de 150 m/día en base al valor proyectado de la planta actual. Se ampliarán dos tanques más para agregar a los cuatro tanques existentes con las mismas especificaciones. Será renovada la bomba de lavado por contracorriente existente por su obsolescencia.
Tanque de drenaje	El tanque tendrá una capacidad suficiente para almacenar el volumen de agua de lavado para un tanque de filtración. La bomba de retorno tendrá una capacidad para conducir el volumen de agua de lavado de un tanque en una hora considerando el intervalo entre un lavado y el otro, así como el requerimiento de agua dentro de la propia planta.
Dosificadores de químicos	Los dosificadores de sulfato de aluminio y de cal apagada existentes están operando adecuadamente. Sin embargo, la inyección se realiza mediante la gravedad, y en el presente Proyecto se propone utilizar bombas de inyección dado que el nuevo pozo receptor será ubicado a una mayor altitud. Por otro lado, el actual dosificador de hipoclorito de calcio está fuera de uso, y provisionalmente la operación se realiza mediante el método de titulación. Por lo tanto, en el presente Proyecto se propone construir un nuevo dosificador.

Cuadro 2.5 Cálculo de la capacidad de la Planta de Tratamiento Aranjuez

Instalaciones	Cálculo de la capacidad
Volumen de tratamiento de agua de diseño	Volumen de diseño: Se estima una pérdida de agua tratada de un 5 % para 120 ℓ/seg 10.890 m^3/día = 453,6 m^3/h 7,56 m^3/min 0,126 m^3/seg
Pozos receptores (nuevos)	Tiempo de retención de 1,5 min (recomendación[9]: 1,5 min o más) Capacidad requerida = 7,56 m^3/min×1,5 min = 11,34 m^3 W4,4 m × L2,0 m × H2,0 m (Profundidad efectiva 1,5m) × 2 tanques Capacidad efectiva 13,2 m^3 tiempo de retención real 1,75 min
Tanques de mezcla (nuevos)	Tipo vertedero. Tiempo de retención de 1,5 min aprox. (recomendación: 1 - 5 min) Capacidad requerida = 7,56 m^3/min × 1,5 min = 11,34 m^3 W2,0 m × L2,0 m × H2,0 m (Profundidad efectiva 1,5 m) × 2 tanques Capacidad efectiva 6,0 m^3 × 2 tanques Tiempo de retención real 1,59 min
Tanques de floculación (nuevos)	Tanque tipo “baffling” con flujo horizontal. Tiempo de retención de 20 min aprox. (recomendación: 20 - 40 min) Capacidad requerida = 7,56 m^3/min × 20 min = 151,20 m^3 W6,1m × L6,15 m × H3,2 m (Profundidad efectiva 2,6 m) ×2 tanques Capacidad efectiva 85,68 m^3 × 2 tanques Tiempo de retención real 22,66 min
Tanques de sedimentación (nuevos)	Tipo flujo horizontal, sedimentación química Carga superficial de aprox. 22,5 mm min (recomendación: 15 - 30 min). Velocidad media de flujo de aprox. 0,4 m/min o menos (valor recomendado). Área requerida = 7,56 m^3/min ÷ 0,025 m/min = 302,4 m^2 W6,0 m × L28,0 m × H3,5 m (Profundidad efectiva 3,0 m)×2 tanques Capacidad efectiva 504,00 m^3 × 2 tanques Carga superficial real 22,5 mm/min Velocidad real media de flujo 0,21 m/min Tiempo de retención real 2,2 horas
Tanques de filtración rápida (ampliación)	Filtración rápida 150 m/día o menos por cada lavado de un tanque (recomendación: 120 - 150 m/día) Área requerida = 10.890 m^3/día ÷ 150 m ÷ 5 tanques = 14,52 m^2 W2,5 m × L6,0 m × 6 tanques (4 tanques existentes) Área de filtración real 15,0 m^2 × 6 tanques Velocidad real de filtración 145,2 m/día
	Bomba de lavado por contracorriente Con una capacidad de bombear en una hora el caudal necesario para un lavado por contracorriente de un tanque de filtración (90 m^3) 1,5 m^3/min × H28,0 m × 2 unidades (incluyendo una de reserva)
Tanque de drenaje del agua de lavado (nuevos)	Volumen de almacenamiento equivalente a un lavado por contracorriente de un tanque de filtración (90 m^3) W6,0 m× L6,0 m × H4,0 m × 1 tanque Capacidad efectiva 144 m^3 × 1 tanque
	Bomba de retorno del drenaje de lavado Con una capacidad de retornar en una hora el caudal necesario para un lavado por contracorriente de un tanque de filtración (90 m^3) 1,5 m^3/min × H12,0 m × 2 unidades (incluyendo una de reserva)
Dosificadores de sulfato de aluminio (remodelación)	Tasa de dosificación 10 - 50 mg/ℓ Bombas dosificadoras 0,72 - 7,2 ℓ/min × 2 unidades (incluyendo una de reserva)
Dosificadores de sulfato de aluminio (remodelación)	Tasa de dosificación 4 - 21 mg/ℓ Bombas dosificadoras 0,3 -3,0 ℓ/min × 2 unidades (incluyendo una de reserva)
Dosificadores de hipoclorito de calcio (remodelación)	Tasa de dosificación 0,5 - 2 mg/ℓ Tanque de disolución 2,0 m^3; tanque de almacenamiento 2,0 m^3 Bombas dosificadoras 0,27 - 32,7 ℓ/min × 2 unidades (incluyendo una de reserva)

[9] Niveles recomendados en Japón para el diseño del sistema de abastecimiento de agua.

2) Línea de aducción

a) Línea de aducción entre el Tanque Cala Cala y la Estación de Bombeo Siglo XX

Se realizó un análisis comparativo de los tres siguientes casos. En la Figura 2.1 se muestran las rutas de cada caso.

CASO-1: Ruta de amianto actual que atraviesa el Tanque Cerro Verde según solicitud
CASO-2: Ruta de la costa oeste de la Laguna Alalay atravesando el Tanque San Pedro
CASO-3: Ruta de la costa este de la Laguna Alalay atravesando el Tanque San Pedro

En el Cuadro 2.6 se presenta la comparación de los tres casos.

Cuadro 2.6 Comparación de las diferentes rutas de la línea de aducción entre Cala Cala Alto y la Estación de Bombeo Siglo XX

Variables	Caso-1	Caso-2	Caso-3
Limitaciones de la capacidad de aducción	La falta de capacidad de las tuberías existentes de amianto puede superarse sustituyendo por nuevas tuberías de mayor diámetro, lo cual se traduce en la reinstalación de la totalidad de las tuberías.	Inicialmente se había pensado en utilizar las tuberías de d600 mm. Sin embargo, se ha visto que es difícil controlar el caudal puesto que estas tuberías sirven tanto para la conducción como para la distribución de agua y presenta varias bifurcaciones. Por lo tanto, se estaría utilizando como alternativa, las tuberías de d350 mm.	
Limitaciones del manejo de agua	Estas tuberías sirven también para la conducción de agua al Tanque Cerro Verde, habiendo necesidad de controlar el caudal de conducción.	No va a ser necesario controlar el caudal puesto que se va a construir una línea exclusivamente para la conducción.	
Trabajabilidad	El gran volumen de tráfico de la Av. Oquendo constituirá una limitación para la ejecución de obras de renovación de las tuberías existentes de amianto. Sin embargo, es posible ejecutar las obras.	Va a ser necesario atravesar el río.	
Longitud total de la red	d400 mm L = 7,5 km d350 mm L = 1,9 km Total 9,4 km	d350 mm L = 8,8 km	d350 mm L = 8,1 km

Por lo anterior, se decidió adoptar la ruta correspondiente al CASO-3, que no requiere controlar el caudal de conducción y que además la distancia es más corta, aunque es necesario atravesar el río.

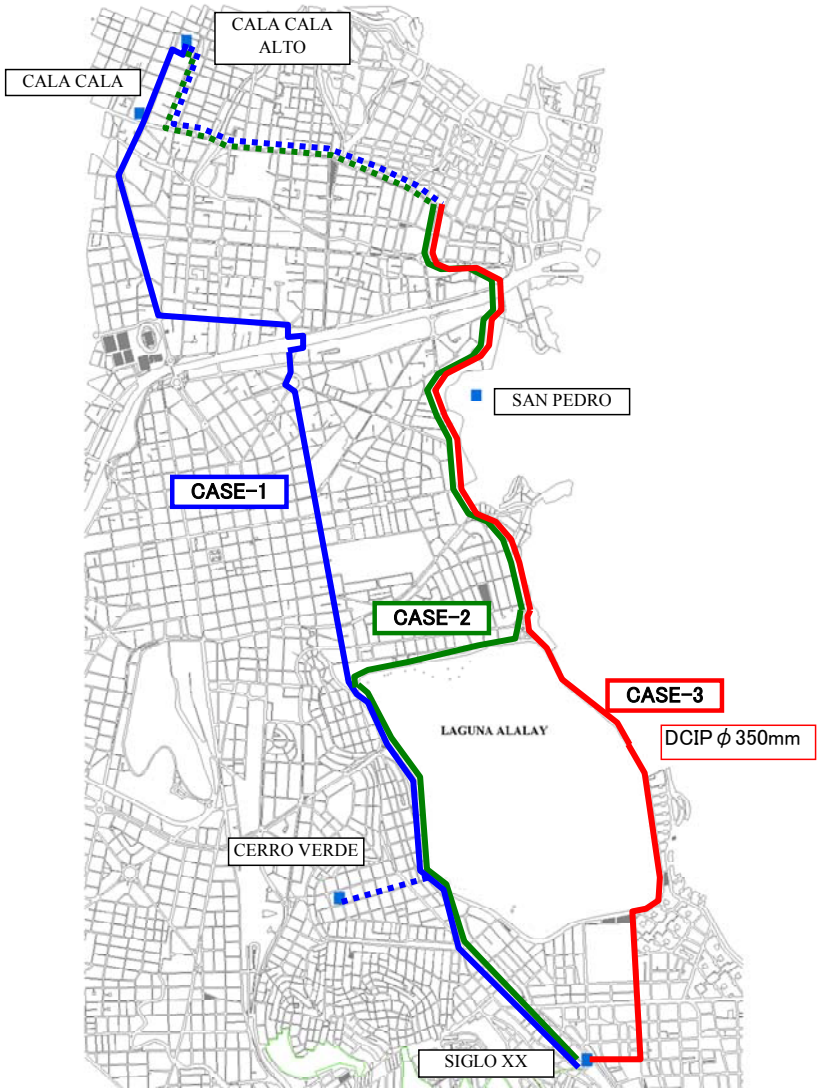


Figura 2.1 Comparación de las líneas de aducción entre Cala Cala Alto y la Estación de Bombeo Siglo XX

b) Línea de aducción entre la Estación de Bombeo Siglo XX y el Tanque 10 de Febrero

Se optó por utilizar una ruta de desvío, debido a que la ruta inicialmente propuesta, como se muestra en la Figura 2.2, no cuenta con la infraestructura vial necesaria, además que la pendiente es muy acentuada por ser una quebrada.

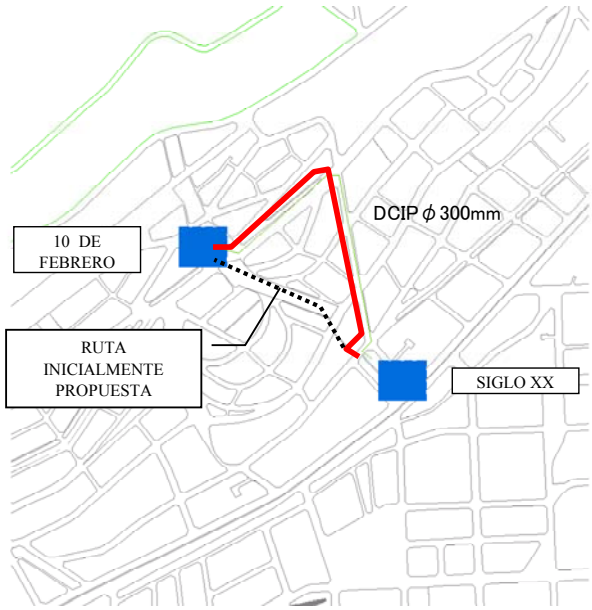


Figura 2.2 Línea de aducción entre la Estación de Bombeo Siglo XX y el Tanque 10 de Febrero

c) Datos generales de la línea de aducción

Se seleccionaron los diámetros de las tuberías para asegurar una velocidad de 1,0 m/seg por su economía. En cuanto a la línea de aducción entre el tanque Cala Cala Alto y la Estación de Bombeo Siglo XX, se analizaron las tuberías existentes aprovechadas en la cuenca alta, y se confirmó que puede soportar la futura demanda de suministro a la Zona 2 (32 ℓ/seg)

En el Cuadro 2.7 se resumen los datos generales de la línea de aducción según rutas.

Cuadro 2.7 Datos generales de las tuberías de aducción

Rutas	Materiales	Diámetro (mm)	Longitud (m)
Cala Cala Alto – Estación de Bombeo Siglo XX	T. dúctiles de hierro fundido	350	8.156
Estación de Bombeo Siglo XX – Tanque 10 de Febrero	T. dúctiles de hierro fundido	300	667
Total			8.823

3) Equipamiento de la Estación de Bombeo

Se propone instalar bombas en la Estación de Bombeo Siglo XX para conducir el agua al Tanque 10 de Febrero.

Las especificaciones de las bombas serán las siguientes.

Caudal: Para 2 unidades (una de reserva): 81 ℓ/seg (caudal para la Zona 1) = 4,9 m^3/min

Elevaación:
- Elevación real + 2.645,6 m (H.W.L. del Tanque 10 de febrero)
  – + 2.568,0 m (H.W.L. de la Estación de Bombeo Siglo XX) = 77,6 m
- Pérdida de carga tuberías: φ 300 mm L = 0,7 km C = 110 I = 0.7 (%mm) 4,2 m
- Pérdida de carga bombas 3,2 m

85,0 m

Por lo anterior, las bombas de aducción serán las siguientes. 4,9 m^3/min. × H 85,0 m × 2 unidades (incluyendo una de reserva)

4) Red de Distribución Primaria de la Zona 1

El Equipo de Estudio realizó visitas al campo conforme la solicitud y revisó algunos tramos de la ruta que no cuentan con caminos en la cercanía y definió la ruta como se muestra en la Figura 2.3.

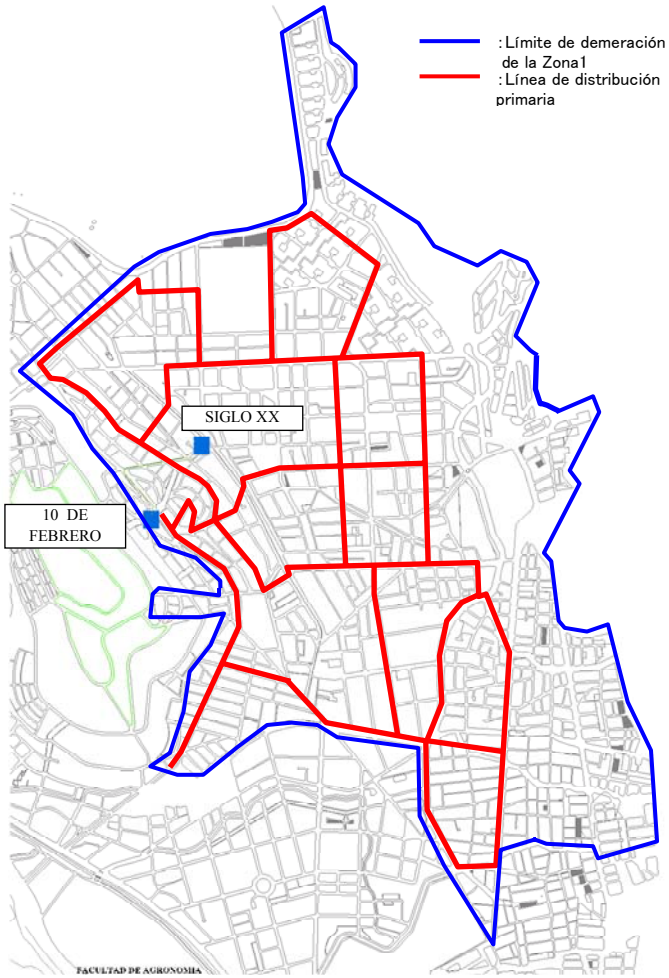


Figura 2.3 Línea de distribución primaria de la Zona 1

Los diámetros fueron definidos para las rutas que se muestran en la figura anterior, determinando la red de tuberías tomando en cuenta las elevaciones, presión de distribución,

distribución de la demanda, etc. Se aplicó un factor de tiempo de 2,0 según la Norma Boliviana, y se determinaron los diámetros de tal manera que la presión dinámica mínima en la red primaria se mantenga en 15,0 m.

Como regla general, las tuberías de distribución serán de cloruro de vinilo, salvo en los tramos donde se instalarán las tuberías de más de 300 mm, las cuales serán tuberías dúctiles de hierro fundido.

En el Cuadro 2.8 se presentan los datos generales de las tuberías primarias.

Cuadro 2.8 Datos generales de las tuberías primarias

Diámetros (mm)	Tipo de tuberías	Longitud (m)
500	T. dúctiles de hierro fundido	155
400	T. dúctiles de hierro fundido	442
300	T. dúctiles de hierro fundido	962
250	T. de cloruro de vinilo	3.390
200	T. de cloruro de vinilo	6.985
150	T. de cloruro de vinilo	6.918
Total		18.852

(3) Plan de Equipamiento

La solicitud consistía en el suministro de las tuberías secundarias, los equipos de suministro o instrumentos de medición (con sus accesorios), medidores de calidad de agua (pH, conductividad eléctrica y turbiedad).

1) Tuberías secundarias y los equipos de suministro o instrumentos de medición

Con relación a las tuberías secundarias y los equipos de suministro o instrumentos de medición, con el fin de incentivar el desarrollo autosustentable del SEMAPA, y asegurar que los equipos y materiales suministrados sean debidamente utilizados y ejecutados, se propone enmarcar el suministro de estos equipos y materiales de la siguiente manera (véase la Figura 2.4).

- Para aquellas áreas que cuentan con el sistema de distribución de las OTBs, se propone instalar las tuberías secundarias hasta la fuente de agua de dicho sistema, o hasta las tuberías primarias, y vender el agua a las asociaciones correspondientes. Como consecuencia, el presente Proyecto no incluirá el suministro de las tuberías de distribución y de los equipos de suministro o instrumentos de medición para estas áreas.

- Se suministrarán las tuberías secundarias con sus equipos de suministro o instrumentos de medición en las áreas que actualmente no cuentan con un sistema de distribución de agua por las OTBs, etc.

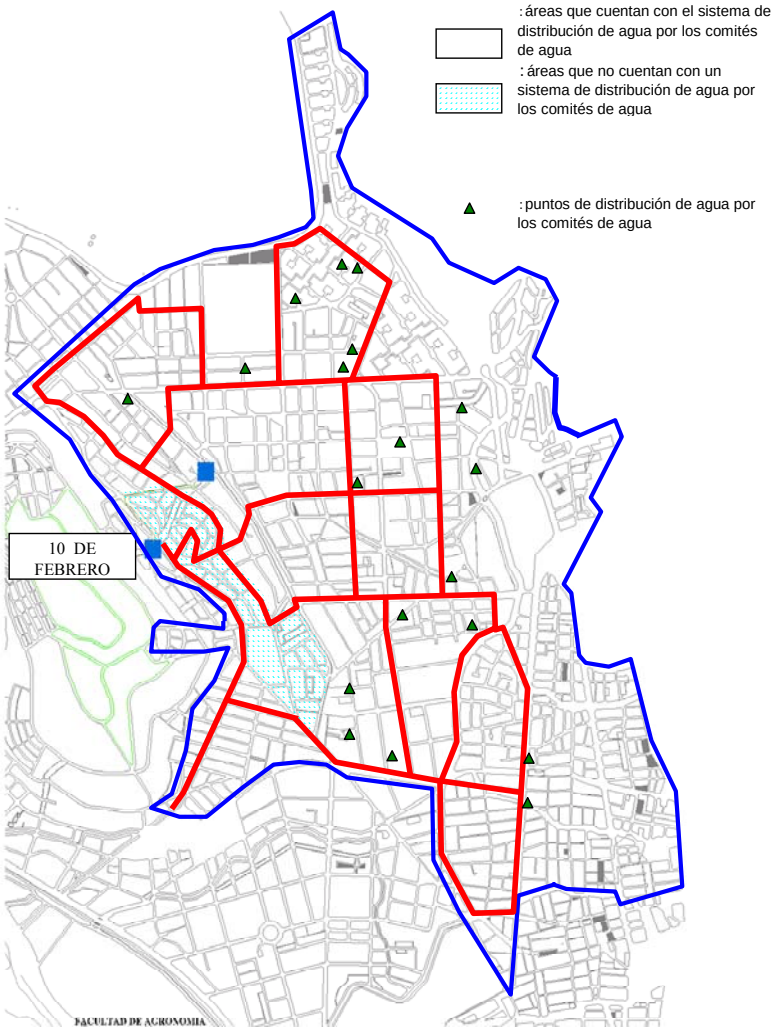


Figura 2.4 Área de abastecimiento por las tuberías secundarias y de los equipos de suministro

Por lo anterior, se propone suministrar las tuberías de conexión desde la red de distribución primaria hasta los puntos de recepción de los sistemas operados por las OTBs, donde existan estos, así como las tuberías para la red de distribución secundaria y los equipos de suministro o instrumentos de medición donde no existan las OTBs, según la Figura 2.4.

Con base en este planteamiento, en el Cuadro 2.9 se presentan los datos generales de las tuberías secundarias y de los equipos de suministro o instrumentos de medición.

Cuadro 2.9 Datos generales de las tuberías secundarias y de los equipos de suministro o instrumentos de medición

Diámetro (mm)	Tipo de tuberías	Cantidad
100	T. de cloruro de vinilo	5.342 m
80	T. de cloruro de vinilo	2.601 m
Equipos de suministro o instrumentos de medición		500 juegos

2) Analizadores de calidad de agua

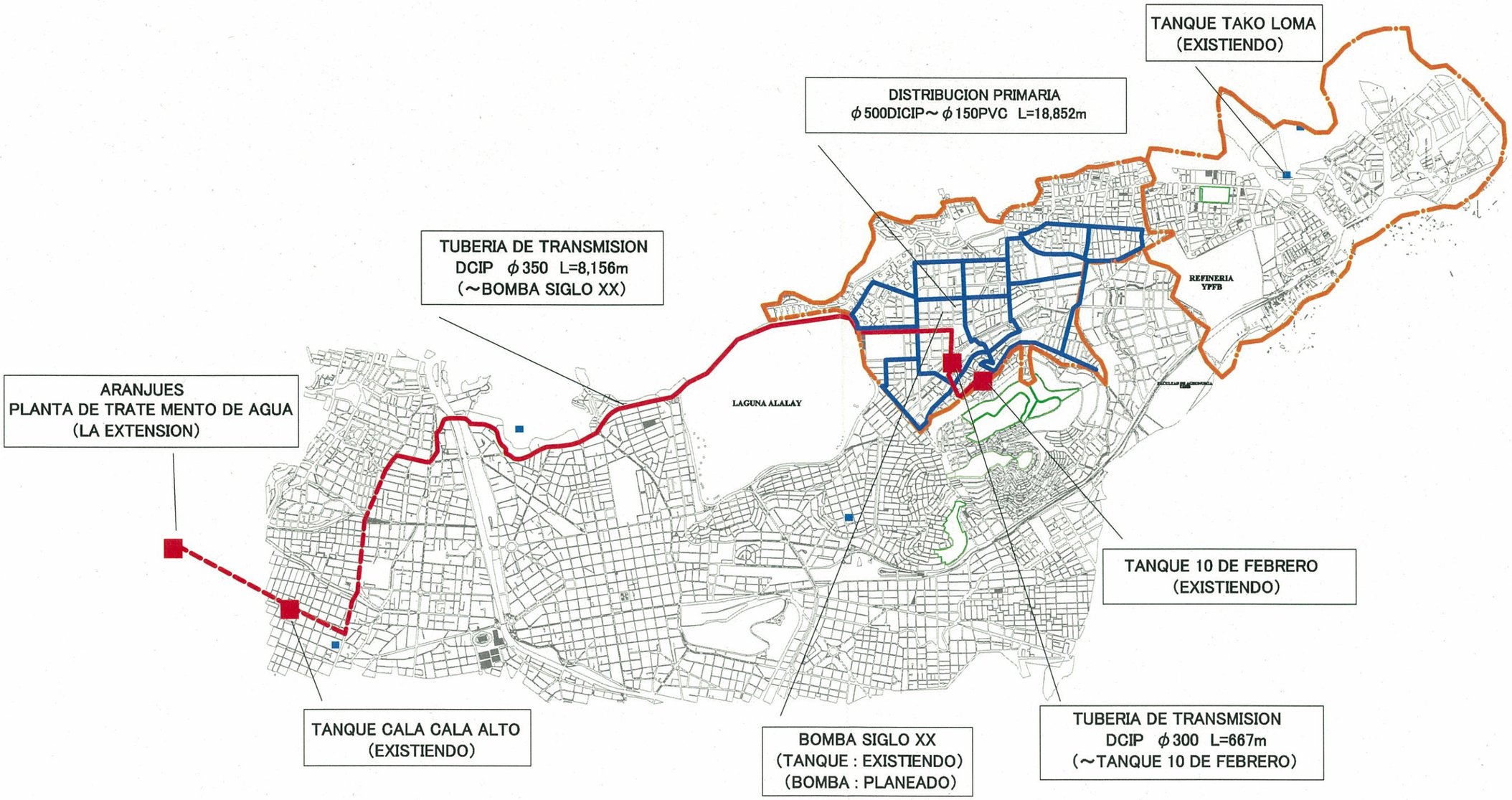
Con el fin de controlar la calidad de agua de la Planta de Tratamiento Aranjuez, se propone suministrar los siguientes analizadores portátiles que permiten realizar el análisis mínimo necesario para determinar la dosis de los químicos.

- Medidor de pH 1 global
- Medidor de conductividad eléctrica 1 global
- Medidor de turbiedad 1 global

2.2.3 Planos de Estudio para la implementación

A continuación se presenta la lista de los planos de Estudio para la implementación de las obras a ser construidas en el marco del presente Proyecto, y en el anexo se presentan dichos planos.

Núm. de planos	Planos
Figura 2.5	Plano en planta del conjunto
Figura 2.6	Planta de Tratamiento Aranjuez: Plano de planta
Figura 2.7	Planta de Tratamiento Aranjuez: Plano de niveles de agua
Figura 2.8	Planta de Tratamiento Aranjuez: Diagrama de flujo
Figura 2.9	Planta de Tratamiento Aranjuez: Plano en planta del tanque de sedimentación
Figura 2.10	Planta de Tratamiento Aranjuez: Plano de sección del tanque de sedimentación
Figura 2.11	Planta de Tratamiento Aranjuez: Plano estructural del tanque de filtración
Figura 2.12	Planta de Tratamiento Aranjuez: Plano estructural del tanque de drenaje del agua de lavado
Figura 2.13	Estación de Bombeo Siglo XX: Plano de instalaciones
Figura 2.14	Plano de la ruta de la línea de aducción
Figura 2.15	Plano de las rutas de la red de distribución



NO.	FECHA	APP'D	REVISION

NOTA:

JICA
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

EL PROYECTO DE MEJORAMIENT DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZOMA SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPÚBLICA DE BOLIVIA

Figura 2.5 Plano en planta del conjunto

FECHA	
APROVADO	
COMPROBADO	
DIBUJADO	
ESCALA	1:50000
DWG. NO.	( )

DCIP350mm l=8.156m

BOMBA SIGLO XX

EL CRUCE DEL RIO

LAGUNA ALALAY

FACULTAD DE AG
UMSS

TANQUE 10 DE FEBRERO

DCIP φ300mm
l=687m

EXISTIENDO DCIP φ350mm

NO.	FECHA	APP'D	REVISION

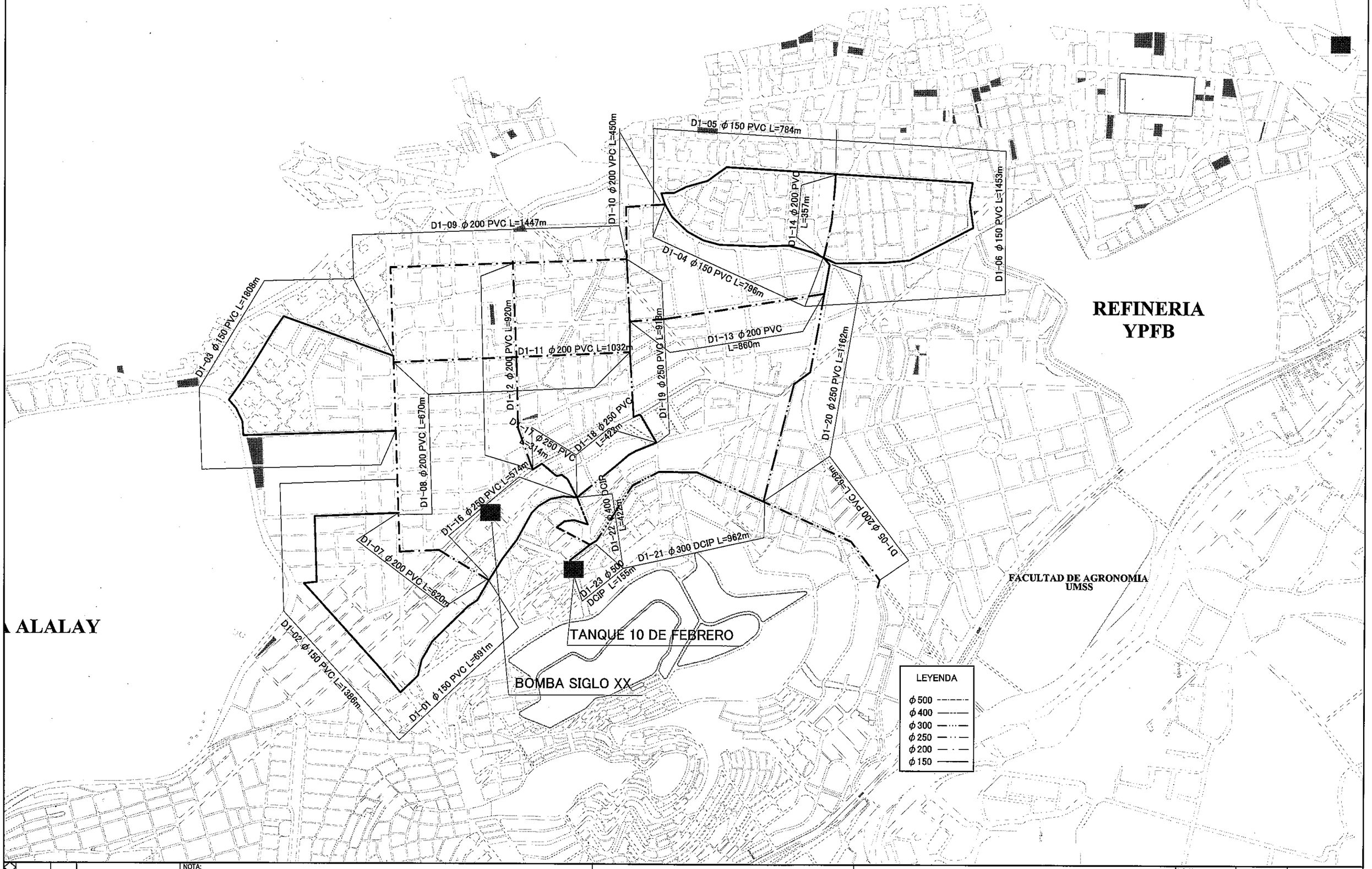
NOTA:

JICA
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

EL PROYECTO DE MEJORAMIENT DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZOMA SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPÚBLICA DE BOLIVIA

Figura 2.6 Planta de Tratamiento Aranjuez: Plano de planta

FECHA	
APROVADO	
COMPROBADO	
DIBUJADO	
ESCALA	1:25000
DWG. NO.	( )



NO.	FECHA	APP'D	REVISION

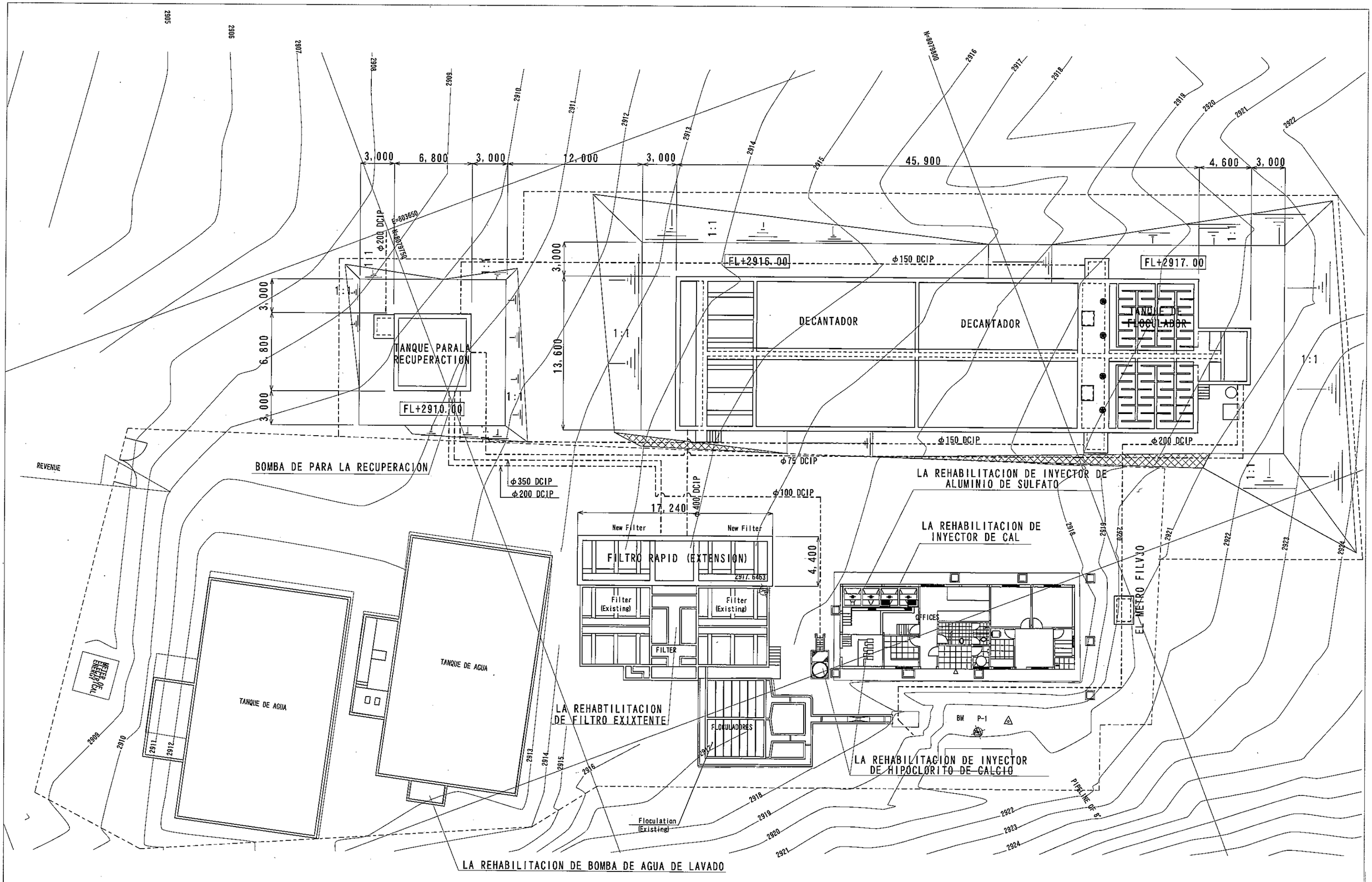
NOTA:

JICA
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

EL PROYECTO DE MEJORAMIENT DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZOMA SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPÚBLICA DE BOLIVIA

Figura 2.7 Planta de Tratamiento Aranjuez: Planoo de niveles de agua

FECHA	
APROVADO	
COMPROBADO	
DIBUJADO	
ESCALA	1:15000
DWG. NO.	( )



NO.	FECHA	APP'D	REVISION

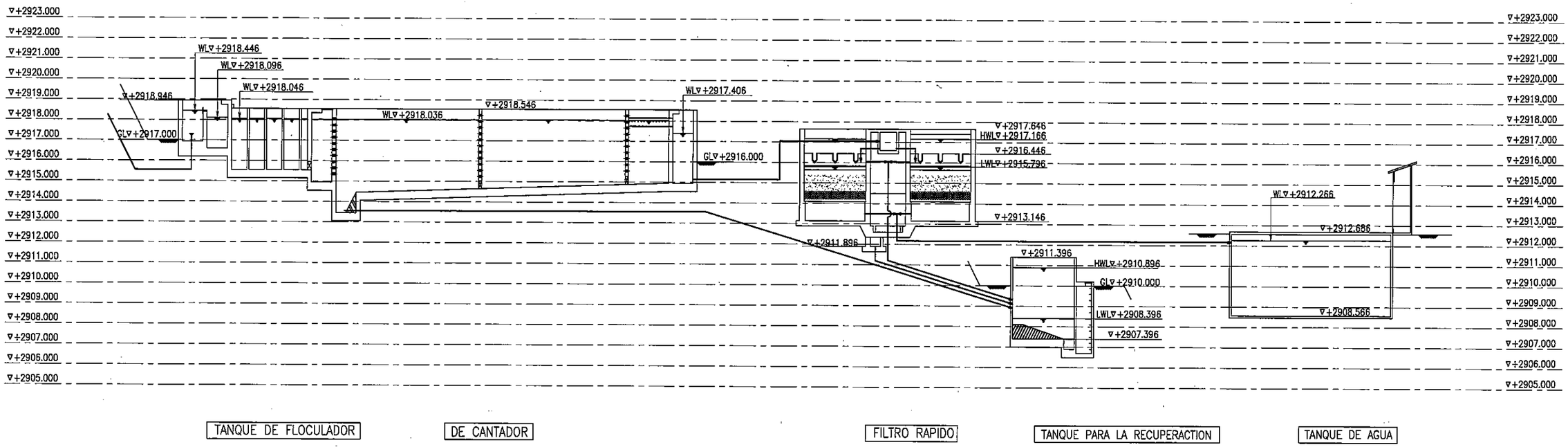
NOTA:

JICA
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

EL PROYECTO DE MEJORAMIENT DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZOMA SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPUBLICA DE BOLIVIA

Figura 2.8 Planta de Tratamiento Aranjuez: Diagrama de flujo

FECHA	
ESCALA	1:300
APROVADO	
COMPROBADO	
DIBUJADO	
DWG. NO.	( )



NO.	FECHA	APP'D	REVISION

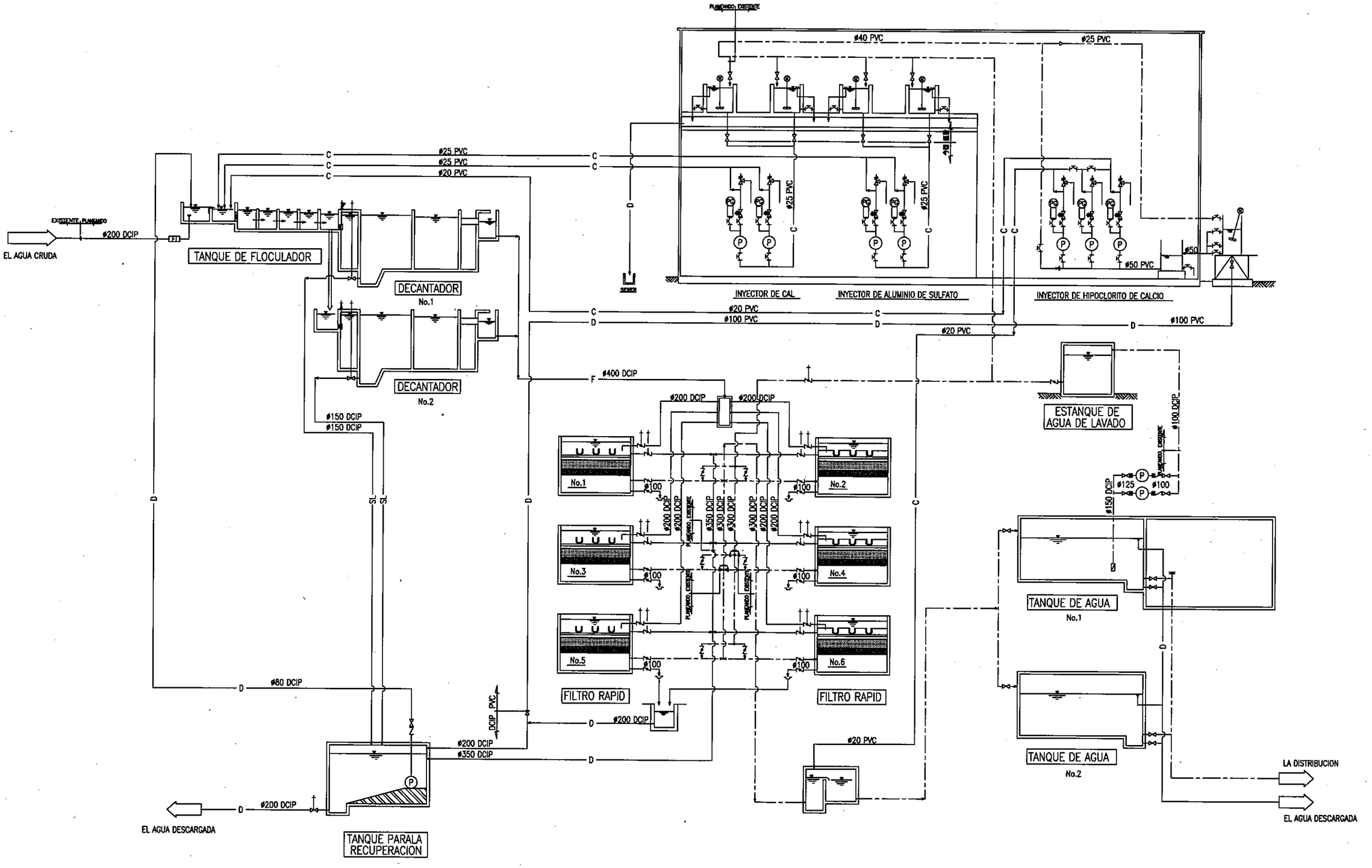
NOTA:

JICA
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

EL PROYECTO DE MEJORAMIENT DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZOMA SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPÚBLICA DE BOLIVIA

Figura 2.9 Planta de Tratamiento Aranjuez: Plano en planta del tanque de sedimentación

FECHA	
ESCALA	1:100
APROVADO	
COMPROBADO	
DIBUJADO	
DWG. NO.	( )



NO.	FECHA	APP'D	REVISION

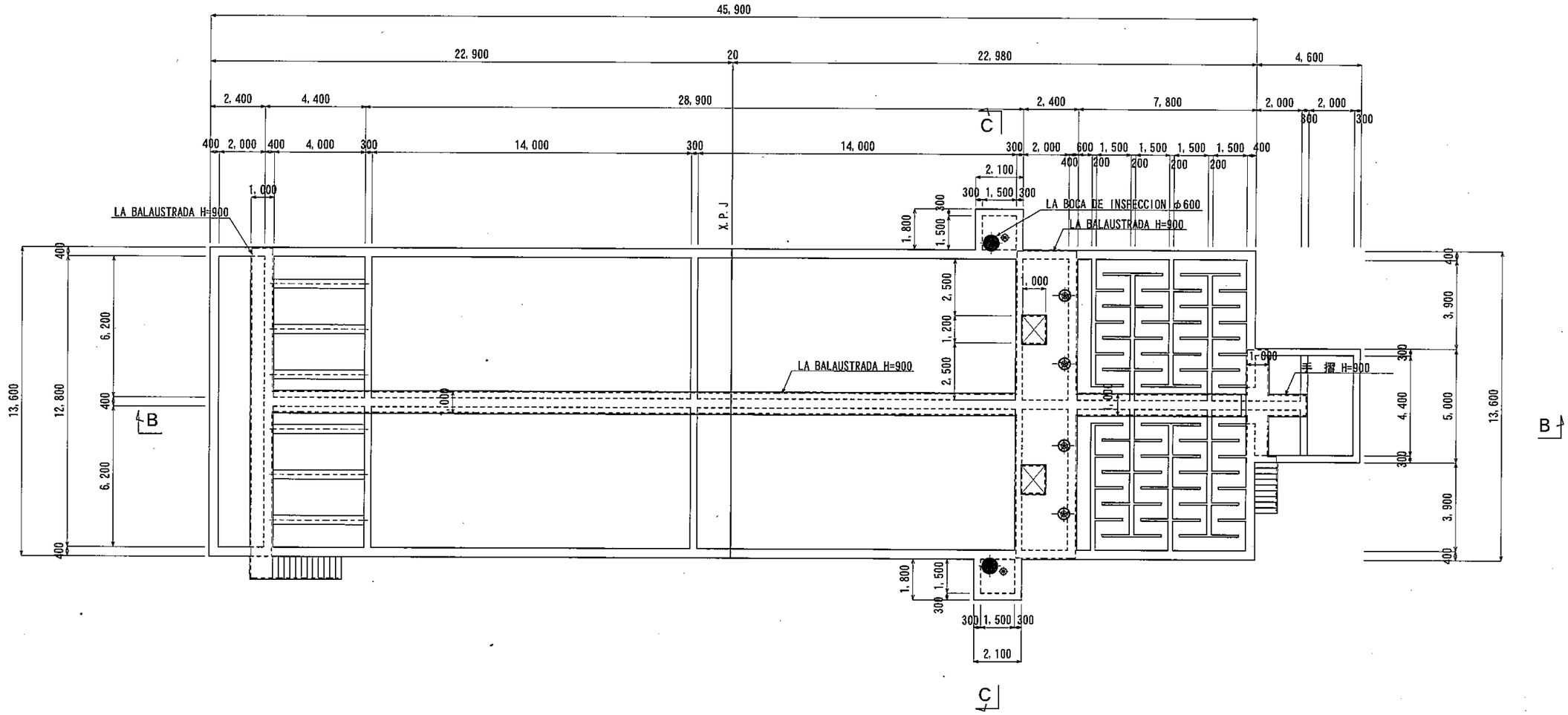
NOTA:

JICA
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

EL PROYECTO DE MEJORAMIENT DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZOMA SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPÚBLICA DE BOLIVIA

Figura 2. 10 Planta de Tratamiento Aranjuez:
Plano de sección del tanque de sedimentación

FECHA	
APROVADO	
COMPROBADO	
DIBUJADO	
ESCALA	NOT
DWG. NO.	( )



NO.	FECHA	APP'D	REVISION

NOTA:

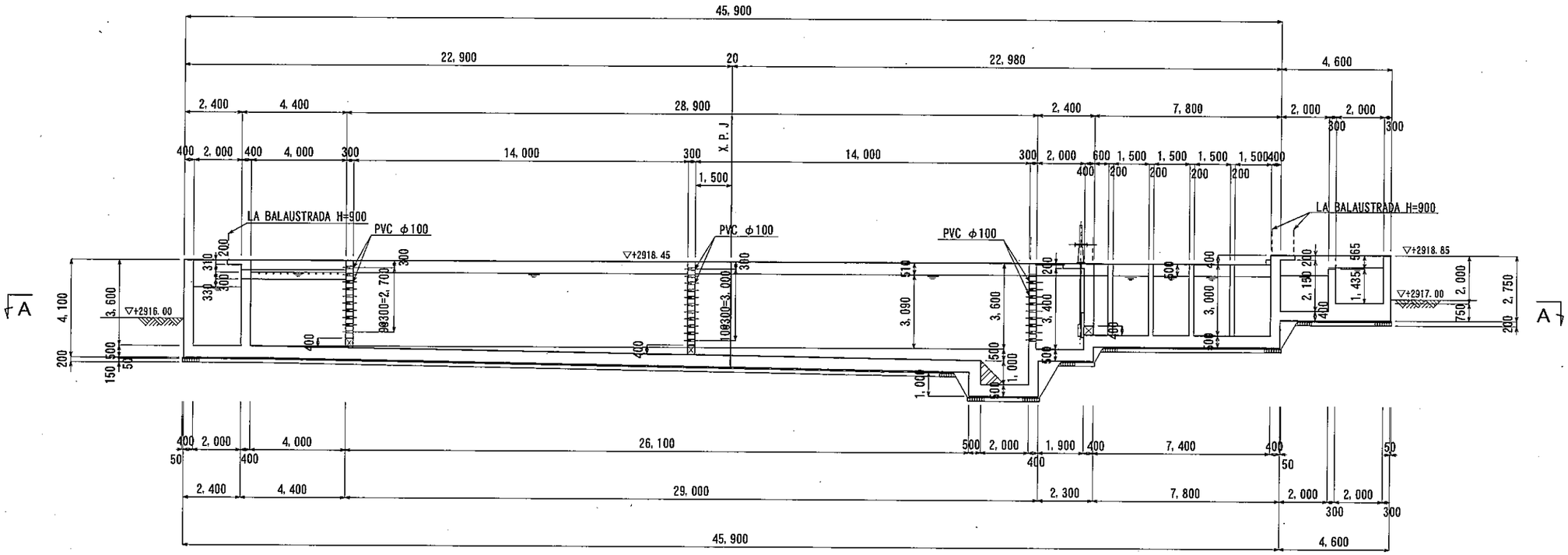
JICA
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

EL PROYECTO DE MEJORAMIENT DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZOMA SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPUBLICA DE BOLIVIA

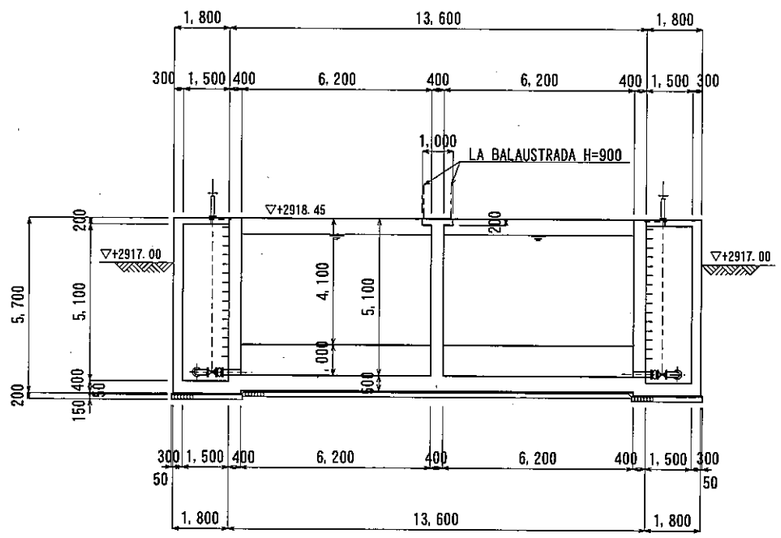
Figura 2.11 Planta de Tratamiento Aranjuez: Plano estructural del tanque de filtración

FECHA	
ESCALA	1:200
APROVADO	
COMPROBADO	
DIBUJADO	
DWG. NO.	( )

B — B S=1:200



C — C S=1:200



NO.	FECHA	APP'D	REVISION

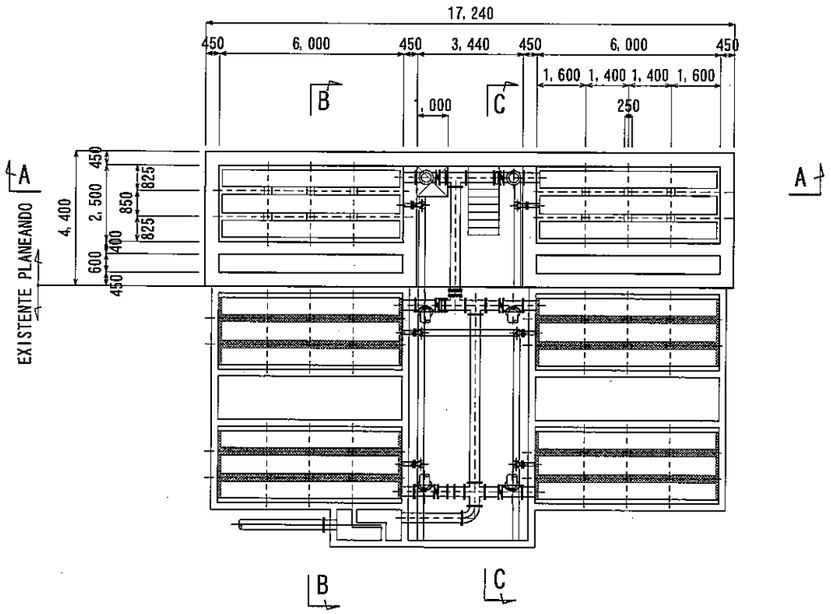
NOTA:

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

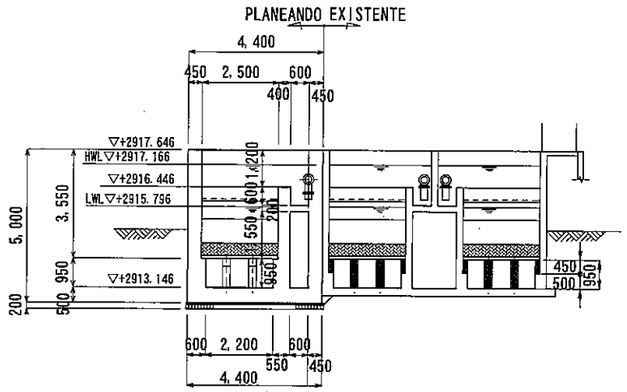
EL PROYECTO DE MEJORAMIENT DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZOMA SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPUBLICA DE BOLIVIA

Figura 2.12 Planta de Tratamiento Aranjuez: Plano estructural del tanque de drenaje del agua de lavado

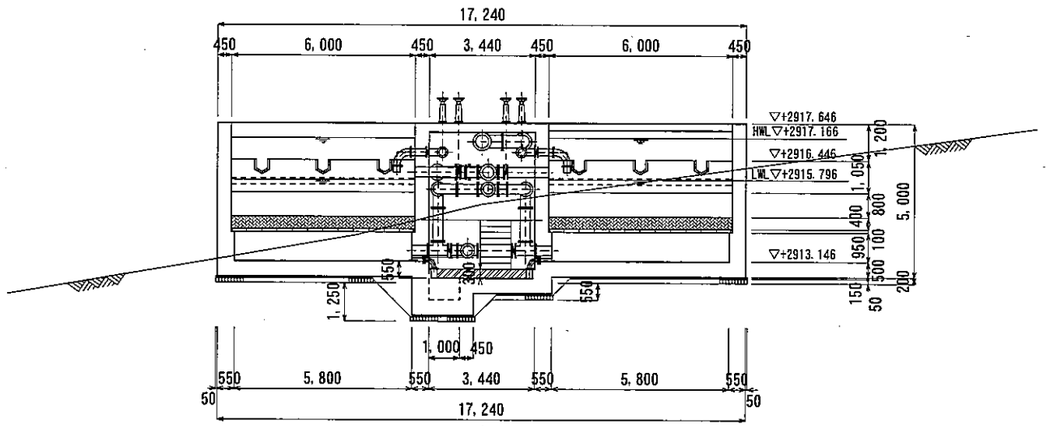
FECHA	
APROVADO	
COMPROBADO	
DIBUJADO	
ESCALA	1:200
DWG. NO.	( )



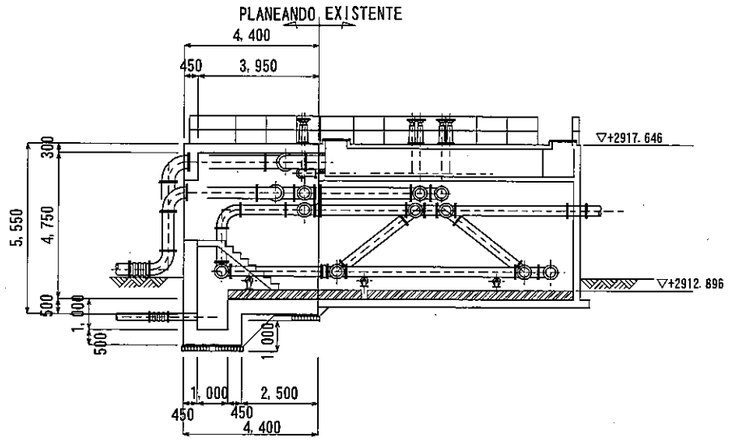
B — B S=1:200



A — A S=1:200



C — C S=1:200



NO.	FECHA	APP'D	REVISION

NOTA:

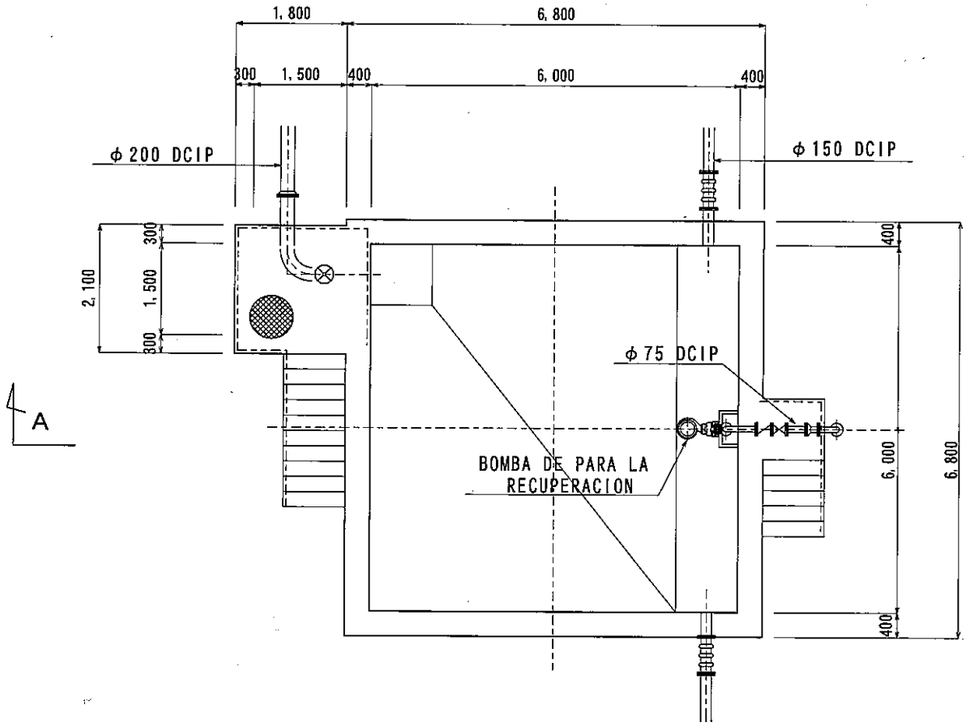
JICA

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

EL PROYECTO DE MEJORAMIENT DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZOMA SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPUBLICA DE BOLIVIA

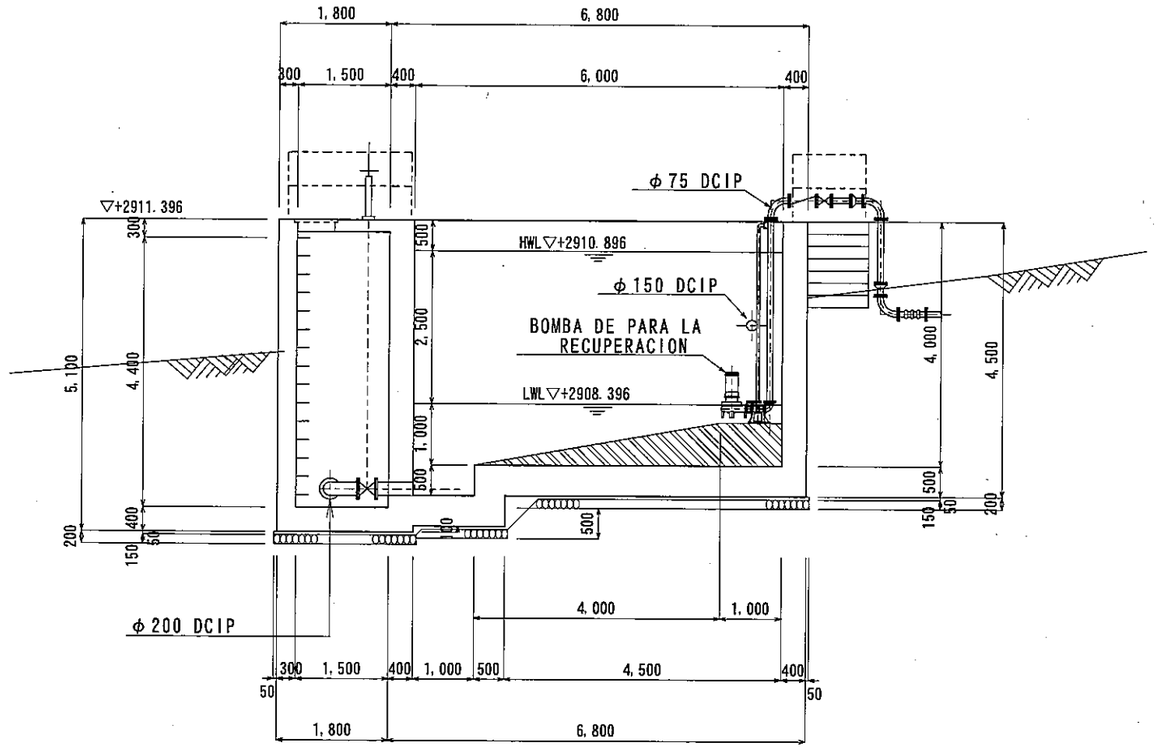
Figura 2.13 Estación de Bombeo Siglo XX: Plano de instalaciones

FECHA	
APROVADO	
COMPROBADO	
DIBUJADO	
ESCALA	1:200
DWG. NO.	( )



A

A − A S=1:200



NO.	FECHA	APP'D	REVISION

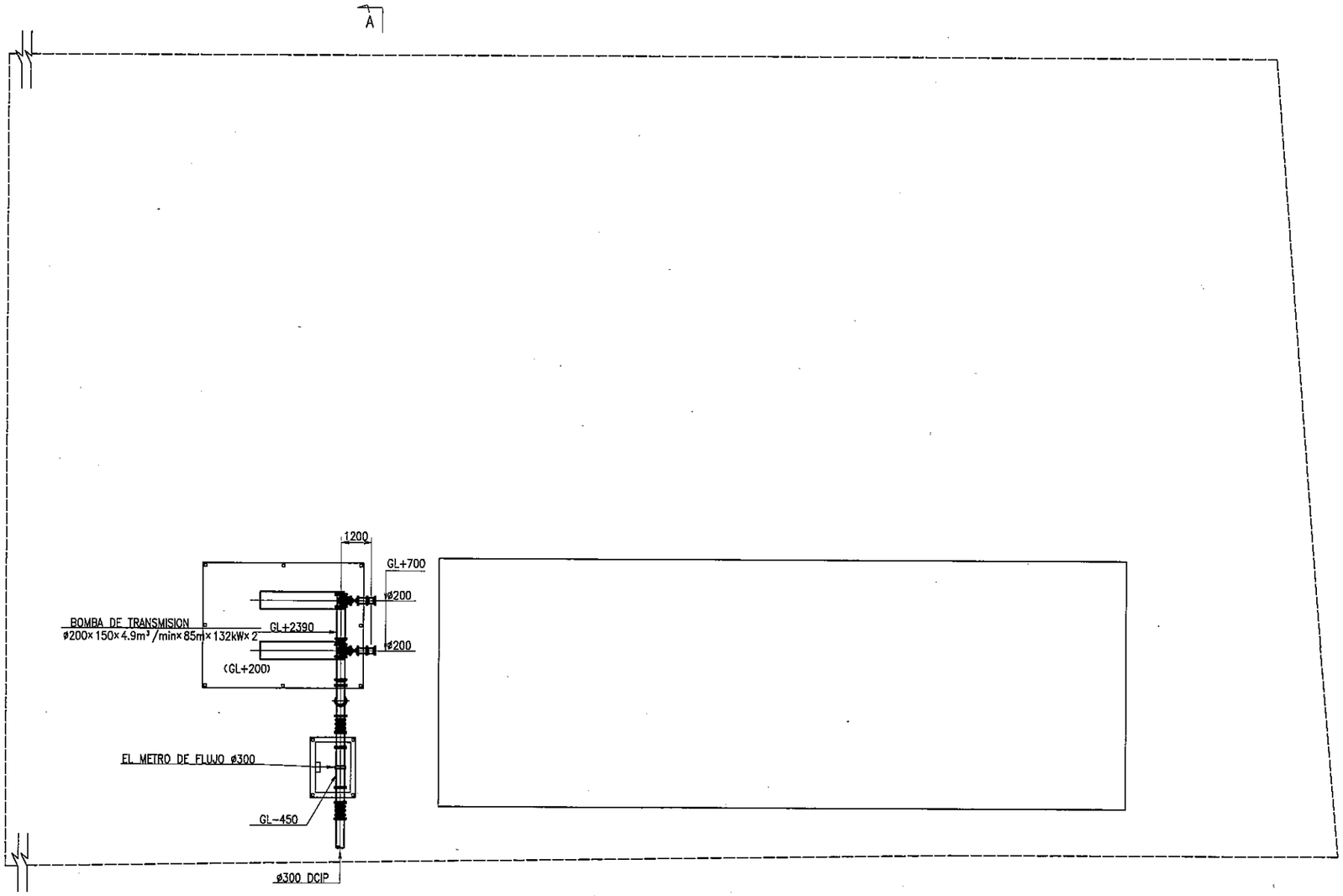
NOTA:

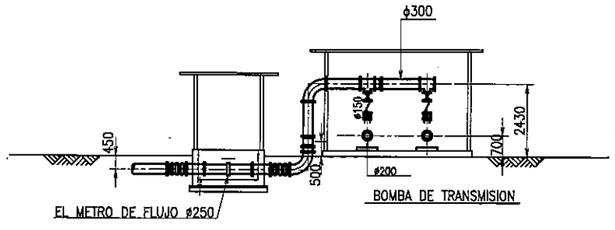
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

EL PROYECTO DE MEJORAMIENT DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZOMA SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPUBLICA DE BOLIVIA

Figura 2.14 Plano de la ruta de la línea de aducción

FECHA	
APROVADO	
COMPROBADO	
DIBUJADO	
ESCALA	1:200
DWG. NO.	( )





A – A

NO.	FECHA	APP'D	REVISION

NOTA:

JICA
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

EL PROYECTO DE MEJORAMIENT DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZOMA SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPÚBLICA DE BOLIVIA

Figura 2.15 Plano de las rutas de la red de distribución

FECHA	
APROVADO	
COMPROBADO	
DIBUJADO	
ESCALA	1:100
DWG. NO.	( )

2.2.4 Plan de Implementación

(1) Lineamientos de Implementación

La implementación del presente Proyecto está sujeta a las condiciones estipuladas en el Canje de Notas (C/N) que será concertado entre los gobiernos de Bolivia y del Japón. El organismo ejecutor boliviano del presente Proyecto es el Servicio Agua Potable y Alcantarillado de. Cochabamba (SEMAPA), quien asumirá la administración, operación y mantenimiento de las instalaciones y los equipos, después de concluido el presente Proyecto. Para su implementación, el SEMAPA contratará a una firma consultora para recibir los servicios que incluyan la preparación de los documentos de licitación, asistencia en las gestiones de la licitación, así como la supervisión de la construcción de obras y del suministro de los equipos. Por otro lado, para las obras, se contratará a un subcontratista local que pueda ejecutar las obras de construcción del Proyecto. En la Figura 2.16 se muestra la relación entre los organismos y entidades involucrados en la implementación.

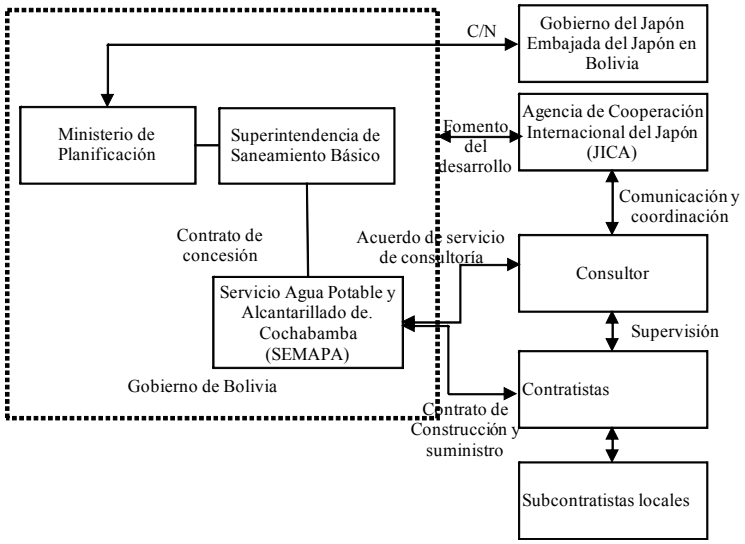


Figura 2.16 Organigrama de implementación del Proyecto

(2) Condiciones de Implementación

1) Caminos de acceso

Dado que la ruta más corta para llegar a la Planta de Tratamiento Aranjuez pasa por una zona residencial, donde no pueden transitar los camiones pesados, es necesario buscar un desvío. En este caso, va a ser necesario reparar los caminos si pasan frecuentemente los camiones volquete, etc. Estas obras corresponden a la contrapartida boliviana.

2) Obtención de los terrenos

Las tuberías de aducción y de distribución primaria serán todas instaladas bajo las vías públicas, y en cuanto al terreno para la Estación de Bombeo Siglo XX, éste ya ha sido asegurado por el SEMAPA, quedando pendiente solamente el terreno para la ampliación de la Planta de Tratamiento Aranjuez. El terreno que se contempla utilizar para dicha planta no se tiene identificado su propietario, por lo que es necesario identificar al propietario y obtener la

autorización para su uso, para el que actualmente el SEMAPA está solicitando el a poyo al INRA (Instituto Nacional de Reforma Agraria). Se considera como posibles propietarios la OTBs Andrada o la Municipalidad de Cochabamba. En el caso de que el terreno pertenezca a esta última, no habrá mayores problemas para obtener la autorización de uso.

3) Evaluación del Impacto Ambiental

Se requiere obtener la licencia ambiental para la ampliación de la Planta de Tratamiento Aranjuez y el SEMAPA actualmente está tramitando la obtención de la licencia ambiental para la categoría 3 (exoneración de la entrega del informe detallado de EIA). Ya se están preparando los documentos necesarios para la solicitud; en todo caso, la obtención del derecho de uso del terreno necesario constituye la premisa para la obtención de esta licencia.

4) Traslado de las viviendas particulares

El terreno que se contempla adquirir para la ampliación de la Planta de Tratamiento Aranjuez es un terreno desocupado, y pertenece probablemente al distrito de Andrada o a la Municipalidad. Las redes de aducción y de distribución serán básicamente instaladas debajo de las vías públicas, y no se requiere del traslado de viviendas particulares.

5) Impacto sobre el tránsito, actividades comerciales, etc.

Las rutas propuestas para la instalación de las tuberías tienen una anchura relativamente holgada, y se puede ejecutar las obras restringiendo el tránsito sólo en un carril. En todo caso, va a ser necesario tomar las debidas medidas de seguridad, incluyendo la asignación de los bandereros (guías de tránsito) por ubicarse en el área urbana. Por otro lado, tampoco es necesario tomar consideraciones especiales sobre el impacto a algunas zonas específicas, como por ejemplo zonas comerciales.

6) Interrupción del servicio de agua

Para completar las obras de la Planta de Tratamiento Aranjuez va a ser necesario interrumpir el servicio de agua en varias ocasiones para la conexión de las tuberías en las galerías en el momento de la ampliación de los tanques de filtración. Sin embargo, estas obras durarán sólo varias horas y podrán ser ejecutadas en las noches. Si se almacena previamente suficiente cantidad de agua en los tanques de regulación, no habrá necesidad de interrumpir el servicio de abastecimiento.

7) Cruces con el río

En cuanto a los cruces de la línea de aducción con el río, se propone ejecutar la excavación y la instalación de las tuberías cerrando primero la mitad del río, y posteriormente la otra mitad, para mantener el cauce. Para la evacuación del agua, se utilizará una bomba. Conviene que estas obras sean ejecutadas en la época seca, en la que baja el caudal del río.

(3) Alcance de los Trabajos

En el Cuadro 2.10 se presenta el alcance de los trabajos correspondientes a Bolivia y a Japón en el caso de implementarse el presente Proyecto.

Cuadro 2.10 Alcance de trabajos de Bolivia y Japón

Descripción		Japón	Bolivia
(1)	Obtener los terrenos para las obras provisionales y áreas de trabajo		Sí
(2)	Obtener el terreno de ampliación de la planta de tratamiento		Sí
(3)	Rehabilitar la vía de acceso a utilizarse en las obras de la planta de tratamiento		Sí
(4)	Propiciar información sobre las estructuras enterradas y asistir en la obra de perforación		Sí
(5)	Sostener discusiones necesarias con las autoridades relevantes, como por ejemplo, la policía para la restricción del tránsito		Sí
(6)	Cooperar en la obra de conexión de las tuberías existentes y nuevas (presenciar en la obra, comunicar a los usuarios la interrupción de servicio de agua, etc.)		Sí
(7)	Propiciar agua para enjuague (*flushing*) y prueba de hidrostática		Sí
(8)	Cooperar en el trabajo de desinfección con cloro		Sí
(9)	Obras de acometida eléctrica hasta las instalaciones necesarias		Sí
(10)	Sondeo de exploración (para verificar el nivel freático, presencia de las estructuras enterradas)	Sí	
(11)	Obras del Proyecto (diseño, preparación de los equipos y materiales, ejecución de obras)	Sí	
(12)	Enjuague (flushing) y prueba hidrostática	Sí	
(13)	Prueba de impermeabilidad de las instalaciones de tratamiento de agua	Sí	
(14)	Suministro de las tuberías secundarias, equipos de suministro o instrumentos de medición, y equipos de análisis de calidad de agua	Sí	
(15)	Conexión a tierra de las tuberías secundarias y de los equipos de suministro o instrumentos de medición		Sí

(4) Plan de Supervisión de Obras

El presente Proyecto será implementado en el marco de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón y la firma consultora se encargará de realizar el Diseño de Ejecución y la supervisión de los trabajos.

1) Diseño de Ejecución

- El estudio en Bolivia incluirá el reconocimiento de las rutas de diseño, estudio sobre las estructuras enterradas y expuestas que estorban las obras (postes, cables aéreos, etc.) necesarios para la ejecución del trabajo, estudio de las tuberías existentes, levantamiento y el sondeo de exploración;
- revisar el Estudio para la implementación con base en los resultados del estudio en

campo;

- comparar los diferentes método de ejecución de las rutas de diseño, planificar las estructuras, comparar las obras provisionales y revisar el plan de ejecución;
- realizar los cálculos estructurales y de las obras provisionales, etc.;
- elaborar los planos de ubicación, planta, sección longitudinal, detallado (planos en planta, sección longitudinal y transversal, etc.) y los planos estructurales;
- calcular el volumen de todas las obras y elaborar las hojas del cálculo de volúmenes;
- evaluar el diseño mediante la verificación de las condiciones básicas, análisis comparativo, relevancia del plan diseñado, congruencia entre las hojas del cálculo y los planos, estudio exhaustivo de las hojas de cálculo;
- revisar los costos estimados del Estudio para la implementación a partir de las dimensiones, cantidad, etc. de las instalaciones determinadas en el Diseño de Ejecución;
- preparar los documentos de licitación de acuerdo con la Guía de la Cooperación Financiera No Reembolsable; y,
- asistir al organismo ejecutor de Bolivia (SEMAPA) para poder realizar la licitación de acuerdo con la guía mencionada, en la selección de los contratistas.

2) Supervisión de los trabajos

- Mantener una estrecha comunicación y coordinación con los organismos e instituciones relevantes de ambos países, así como con el respectivo personal responsable, con el fin de completar exitosamente las obras de conformidad con el cronograma de ejecución;
- asesorar y capacitar oportuna y adecuadamente a las entidades involucradas en la ejecución de obras, con el fin de dar cumplimiento a los documentos de diseño;
- asesorar y capacitar adecuadamente en el uso, manejo y mantenimiento de las obras entregadas, luego de concluida su ejecución, con el fin de fomentar el uso adecuado de éstas; y,
- dado que el presente Proyecto contempla instalar las tuberías en las áreas actualmente servidas, se requiere mantener una suficiente coordinación con el SEMAPA, así como con las OTBs si es necesario, procurando minimizar el impacto de las obras a la vida de la comunidad local, incluyendo la interrupción del servicio de agua.

A continuación se presentan los principales trabajos incluidos en la supervisión.

a) Control de procesos y de calidad (aprobación de materiales, etc. a ser utilizados, inspección de los materiales entregados a la obra, inspección presenciada en cada fase de las obras);

b) análisis y elaboración de las modificaciones de diseño;

c) informe sobre el avance (informes mensuales, certificados de pago, aviso de terminación, etc.);

d) cumplimiento cabal del control de seguridad;

e) asistir al supervisor de las obras del Contratista en el cumplimiento del plan de gestiones ambientales; y,

f) realizar la inspección a la terminación de obras

Estos constituyen trabajos secuenciales necesarios que abarcan desde el inicio de las obras hasta la terminación y entrega de las mismas, y por tal razón, la supervisión debe hacerse asignando el personal residente que permanezca en las obras. El supervisor residente debe ser un experto que conozca bien los procedimientos de la supervisión general. Además, es necesario asignar en forma puntual el personal ingeniero especializado en las instalaciones de tratamiento de agua, así como equipos e instalaciones para la construcción de la planta de tratamiento y del equipamiento de la estación de bombeo, asegurando establecer un sistema a través del cual pueda, no sólo dar seguimiento a las condiciones y avances de las obras, sino también responder oportunamente a cualquier problema técnico.

(5) Plan de Control de Calidad

En cuanto a los equipos, se procurará asegurar la calidad requerida mediante la inspección presenciada en fábrica. Adicionalmente, se realizarán las siguientes inspecciones en el sitio de obras para controlar la calidad.

- Cimentación: Mediante la prueba con carga
- Compactación: Mediante ensayos de materiales y de densidad
- Hormigonado: Mediante las pruebas de dosificación, resistencia, juntas de construcción, desencofrado, etc.
- Armaduras: Mediante las pruebas de resistencia a la tensión y a la flexión, y los certificados de inspección en fábrica previo al embarque
- Tuberías: Mediante las pruebas hidrostáticas
- Otras estructuras: Mediante la inspección de avances y pruebas de impermeabilidad

Al momento de la puesta en servicio, se propone realizar la medición de la cantidad y de la

calidad de tratamiento, para poder entregar las obras una vez verificado el normal funcionamiento de la planta de tratamiento.

(6) Plan de Suministro de Equipos y Materiales

1) Mercado local de los equipos y materiales de construcción en Bolivia

La mayoría de los equipos y materiales de construcción están disponibles en el mercado común de la ciudad de Cochabamba. Además, las empresas constructoras locales tienen su propia red de distribuidores, y están ejecutando diferentes obras importando directamente (sin contratar el servicio de una casa comercial) materiales y equipos necesarios para cada proyecto. Se considera que para el caso del presente Proyecto también podrá ahorrar los costos al priorizar el uso de estos mismos materiales o los materiales de construcción fabricados en Bolivia.

En el Cuadro 2.11 se presenta el plan de adquisición de los principales materiales de construcción para el presente Proyecto.

Cuadro 2.11 Mercados de compra de los principales materiales para las obras

Materiales	Descripción	Bolivia	Tercer país	Japón	Notas
		Mercado	Mercado	Mercado	
Agregados, cemento, etc.	Cemento Pórtland común	Sí			
	Armaduras	Sí			
	Agregados gruesos	Sí			
	Agregados finos	Sí			
Combustibles y lubricantes	Gasolina	Sí			
	Gasóleo	Sí			
	Lubricantes	Sí			
Materiales de acero	Mat. de acero: perfiles acero en H	Sí			
	Mat. de acero: perfiles acero en L	Sí			
	Pasamanos y herrajes	Sí			
Tuberías de agua	Tub. de agua de cloruro de vinilo	Sí			
	Tuberías dúctiles de hierro fundido		Sí		
	Válvulas	Sí			
	Válvulas de aire	Sí			
	Collares especiales (acoplamiento)	Sí			
Materiales para obras provisionales	Maderas para encofrados	Sí			
	Maderas contrachapadas para encofrados	Sí			
	Materiales para andamio	Sí			
	Materiales para entibación				
	Maderas	Sí			
	Láminas de sellado	Sí			
Equipos para la planta de tratamiento, etc.	Bombas			Si	
	Equipos eléctricos para las bombas			Sí	
	Gravas de filtración	Sí			
	Arena de filtración	Sí			
	Flujómetro ultrasónico			Sí	
	Indicador de nivel de agua (tipo flotante)			Sí	
	Tuberías para maquinarias (cloruro de vinilo)	Sí			
	Tuberías para maquinarias (hierro fundido)			Sí	
	Dosificadores			Sí	
	Escalera de mano			Sí	
Equipos a suministrarse	Materiales para la red secundaria	Sí			
	Medidores de agua	Sí			
	Cajas de medidores	Sí			
	Metales de conexión (casquillos, válvulas, etc.)	Sí			
	Equipos de análisis de calidad de agua			Sí	

2) Maquinarias y equipos para obras

Si bien es cierto que no existen en Bolivia empresas especializadas en el alquiler de los equipos de construcción, es posible alquilar de las empresas constructoras locales los equipos de construcción comunes como las retroexcavadoras, camiones volquete, etc. Por lo tanto, como regla general, se propone utilizar los equipos y maquinarias disponibles en Bolivia considerando que es más económico alquilar que importar.

(7) Plan de capacitación en la operación inicial y en el manejo de los equipos

Actualmente, el SEMAPA está operando y manteniendo la Planta de Tratamiento Cala Cala, además de la Aranjuez que está incluida en el Proyecto. Dado que las nuevas instalaciones de la Planta de Tratamiento Aranjuez son casi iguales que los de Cala Cala, se considera que el SEMAPA tiene suficiente capacidad para operar y mantener éstas.

Sin embargo, dado que una parte de las instalaciones de tratamiento estará constituida por los productos fabricados en Japón, el Contratista deberá elaborar los manuales de operación y mantenimiento de las infraestructuras, a la par de realizar la prueba de operación y ajustes necesarios durante dos meses aproximadamente después de concluidas las obras de la planta de tratamiento, para capacitar al personal en la operación inicial y en el manejo de las instalaciones en el marco de la capacitación en el trabajo (OJT).

(8) Plan de Componente No Estructural

No se contempla incluir en el presente Proyecto el componente no estructural.

(9) Cronograma de Implementación

El presente Proyecto será implementado en dos fases. En la Figura 2.17 se describe el Cronograma de Implementación del Proyecto..

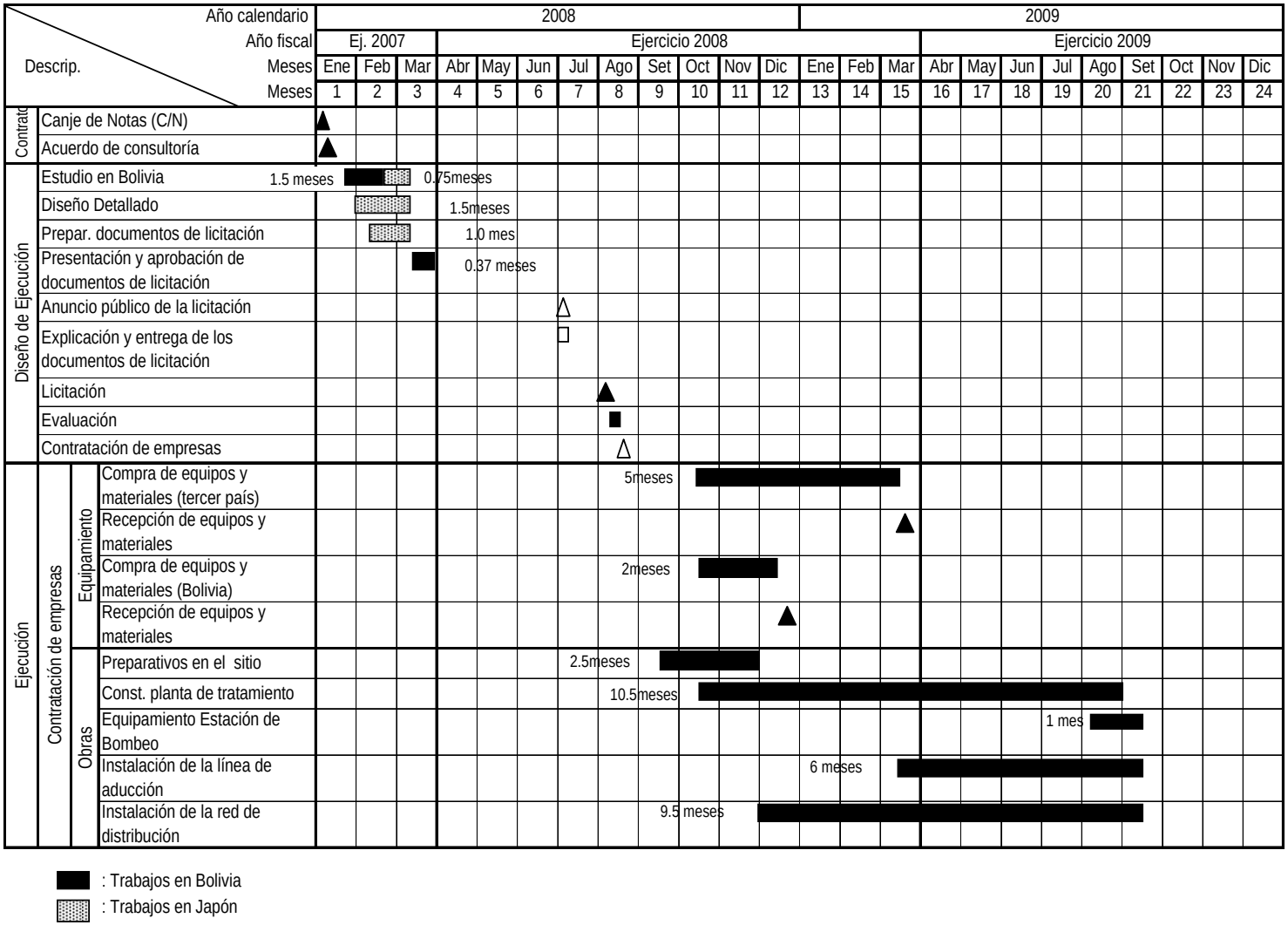


Figura 2.17 Cronograma de implementación del Proyecto

2.3 Obligaciones del País Receptor de Asistencia

2.3.1 Obligaciones Generales

Las obligaciones que la contraparte boliviana debe asumir al iniciar el presente Estudio para la Implementación, según las estipulaciones de la Minuta de Discusiones, son las siguientes.

a) Proporcionar los datos e informaciones necesarias para el Proyecto;

b) asegurar la integridad del sitio del Proyecto;

c) pago de las comisiones relacionadas con el Arreglo Bancario (A/B) y la Autorización de Pago (A/P);

d) agilizar los trámites de desembarco y despacho aduanero de los equipos y materiales a ser suministrados para el Proyecto a la entrada a Bolivia;

e) eximir del pago de impuestos y otros cargos a los bienes y servicios que los nacionales japoneses importarán a Bolivia, así como a la subcontratación relacionada con el presente Proyecto conforme los contratos verificados;

f) usar, manejar y mantener adecuadamente los equipos a ser suministrados y las instalaciones a ser construidas en el marco del presente Proyecto; y,

g) asumir otros costos que no estén incluidos en la Cooperación Financiera No Reembolsable, incluyendo la prestación sin remuneración a la contraparte japonesa de los recursos humanos (personal técnico del SEMAPA, etc.) necesarios para la implementación del presente Proyecto.

2.3.2 Obligaciones Específicas del Proyecto

Las responsabilidades que la contraparte boliviana debe asumir, según los resultados del Estudio para la Implementación son las siguientes.

a) Obtener la autorización de uso del terreno de construcción de la Planta de Tratamiento Aranjuez antes de iniciar las obras de construcción. Cabe recordar que para la obtención de dicha autorización se requiere obtener previamente la Licencia Ambiental. El presente Proyecto será implementado sólo cuando estas responsabilidades hayan sido cumplidas;

b) asegurar el espacio de trabajos contiguo al terreno de la Planta de Tratamiento Aranjuez;

c) rehabilitar y mantener el camino de acceso a la Planta de Tratamiento Aranjuez;

d) ejecutar la acometida de los cables eléctricos de la Estación de Bombeo Siglo XX antes de iniciar las obras;

e) ejecutar las obras de instalación de las tuberías secundarias y de los equipos de suministro o instrumentos de medición con los equipos y materiales suministrados a través del Proyecto, hasta antes de finalizar el mismo;

f) proporcionar información necesaria a la comunidad afectada antes de iniciar las obras de instalación de las líneas de aducción y distribución, y lograr el consenso;

g) obtener la aprobación de las instituciones relevantes, incluyendo la policía, para el uso y restricción del tránsito en las vías públicas, para ejecutar las obras de instalación de las líneas de aducción y distribución;

h) proporcionar la información pública a la comunidad afectada la interrupción del servicio de agua, cuando sea necesario, al ejecutar de cierre de agua, conexión de las tuberías, etc. para la Planta de Tratamiento Aranjuez;

i) proporcionar el agua necesaria para el enjuague, y para las pruebas de presión de agua y impermeabilidad; y,

j) ampliar la plantilla del personal operador de la planta de tratamiento, estación de bombeo y de los tanques de regulación, hasta antes de iniciar la capacitación en el trabajo (OJT) en los procedimientos de la prueba de llenado y reajustes.

2.4 Plan de Operación y Mantenimiento del Proyecto

2.4.1 Operación y Mantenimiento de las Obras

Una vez concluido el Proyecto, las nuevas instalaciones serán operadas y mantenidas por el Departamento de Operaciones de la Gerencia Operaciones del SEMAPA. El Proyecto contempla ampliar la Planta de Tratamiento Aranjuez; construir una nueva línea de aducción desde el Tanque Cala Cala Alto hasta la Estación de Bombeo Siglo XX (parcialmente, se utilizarán las tuberías existentes), equipar la Estación de Bombeo Siglo XX; construir una línea de aducción desde ésta hasta el Tanque 10 de Febrero, y construir la red de distribución en la Zona 1. Dado que el SEMAPA ya tiene experiencias acumuladas en la operación y mantenimiento de este tipo de instalaciones, no va a ser necesario adquirir nuevas técnicas para el uso, manejo y mantenimiento de las nuevas obras del Proyecto, pero sí incrementar la plantilla del personal en operación y mantenimiento para responder al incremento del número

de las instalaciones. En el Cuadro 2.12 se presenta el cambio que puede haber en cuanto a la cantidad de trabajos.

2.4.2 Sistema de Operación y Mantenimiento

Las instalaciones del Proyecto pueden dividirse en dos grandes grupos: la planta de tratamiento y el sistema de aducción y distribución.

Con el Proyecto se produce la necesidad de manejar volumen adicional de agua en la Planta de Tratamiento Aranjuez, a la par de operar adecuadamente la dosificación de químicos y el proceso de sedimentación. Si bien es cierto que se han detectado actualmente algunos problemas de operación de la Planta, estos se derivan principalmente en problemas infraestructurales, y no necesariamente problemas de operación y mantenimiento inadecuado. Por otro lado, el SEMAPA opera además de la Aranjuez, otra planta de tratamiento en Cala Cala de filtración rápida. Ésta última está integrada por dos sistemas (uno nuevo y otro viejo) de aprox. 35.000 m^3/día, y 8.600 m^3/día, respectivamente, con un total de seis operadores. Ambos sistemas están siendo operados y mantenidos adecuadamente, realizando producción de acuerdo con el caudal de agua cruda disponible. Tal como se muestra en el Cuadro 4.1, una vez concluido del Proyecto, la Planta de Tratamiento Aranjuez será operada por tres personas, complementando un miembro faltante actualmente. Es posible reasignar el personal operador de la Planta de Tratamiento Cala Cala, por lo que se considera que no existen limitaciones importantes en cuanto al sistema de operación y mantenimiento relacionado con el Proyecto.

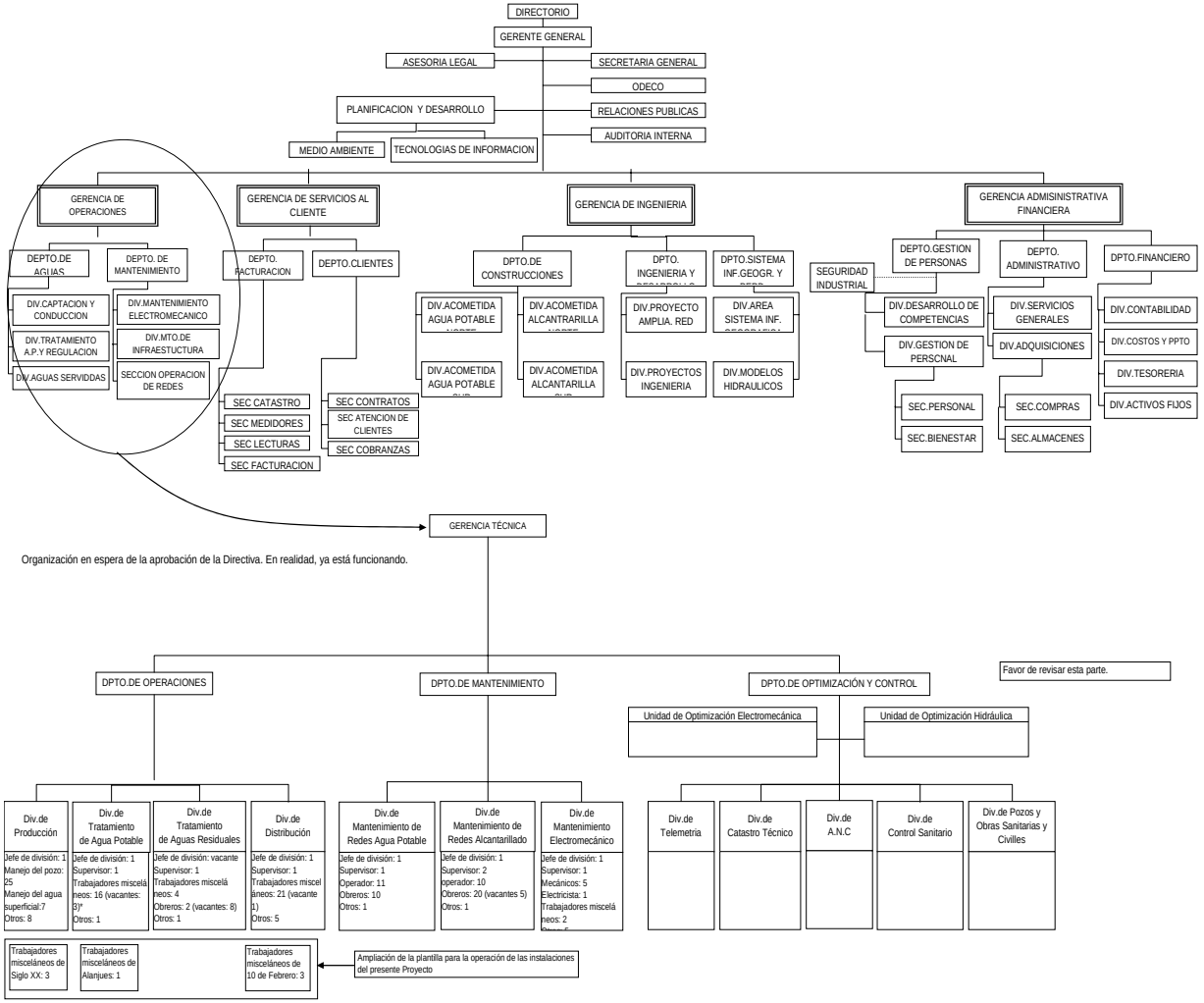
Las instalaciones de aducción y distribución serán todas nuevas. Sin embargo, el SEMAPA ya está operando y manteniendo los mismos componentes (líneas de aducción, estación de bombeo y los tanques de regulación) en las zonas de servicio existentes, no habiendo necesidad de aplicar nuevas técnicas. Por lo tanto, la operación y mantenimiento de las nuevas instalaciones del Proyecto podrán ser operadas y mantenidas, sólo asegurando suficiente número de recursos humanos.

En la Figura 2.18 se muestra el organigrama actual del SEMAPA, y el incremento del personal a cargo de operar y mantener las instalaciones del Proyecto.

Cuadro 2.12 Operación y mantenimiento después de concluidas las obras del Proyecto

Instalaciones	Sistema actual de operación y mantenimiento	Cambios previstos después de concluido el Proyecto
Planta de Tratamiento Aranjuez (ampliación)	• A cargo de la División de Tratamiento de Agua Potable • Operada por un equipo de tres miembros encabezada por el jefe de la División de Tratamiento de Agua Potable (que está en la sede central de SEMAPA). No obstante, actualmente un miembro está ausente. • Los cuatro miembros de la División antes mencionada apoya la operación en caso necesario[10]	• Operar por un equipo de tres personas, complementando el miembro faltante actualmente.
Línea de aducción Cala Cala Alto → Estación de Bombeo Siglo XX (nueva)	• Actualmente, no existen estas instalaciones	La División de Mantenimiento de Redes Agua Potable se hará cargo de operar y mantener. Esta División está integrada actualmente por 35 miembros con miras a incrementar a 44 para completar la plantilla. No se contempla incrementar más por el Proyecto.
Estación de Bombeo Siglo XX (instalación de las nuevas bombas)	• Actualmente no existen estas instalaciones	• Será operada por la División de Producción. • Se proyecta incrementar tres miembros más para la operación.
Línea de aducción entre la Estación de Bombeo Siglo XX →Tanque 10 de Febrero (nueva)	• Actualmente no existen estas instalaciones	• Será operada y mantenida por la División de Mantenimiento de Redes Agua Potable. Esta División está integrada actualmente por 35 miembros con miras a incrementar a 44 para completar la plantilla. No se contempla incrementar más por el Proyecto.
Tanque 10 de Febrero	• El tanque ya ha sido construido por el SEMAPA y entrará en servicio una vez concluido el Proyecto.	• Estará a cargo de la División de Distribución. • Se contempla incrementar tres miembros más.

[10] La plantilla de la División de Tratamiento de Agua Potable está integrada por cuatro miembros que asumen la operación (plantas de tratamiento Aranjuez, Cala Cala, Coña Coña, etc. en caso de ser necesario.



(Los renglones superiores corresponde al organigrama oficial a la fecha. El SEMAPA actualmente está tramitando la reestructuración, y dentro de este marco la Gerencia de Operaciones ya ha entrado en servicio.)

Figura 2.18 Organigrama del SEMAPA y el incremento de la plantilla del personal para la operación y mantenimiento del presente Proyecto

2.4.3 Operación y Mantenimiento del Servicio de Abastecimiento de Agua en el Área del Proyecto

El impacto del Proyecto se manifestará al suministrar el agua producida en la Planta de Tratamiento Aranjuez a la Zona 1, y al distribuir el agua a los usuarios, en parte a través de la red de distribución existente de OTBs, y en parte a través de la red de distribución secundaria construida por el SEMAPA con los materiales suministrados por el presente Proyecto. Para garantizar este impacto, es necesario satisfacer los siguientes requisitos en relación con la operación y mantenimiento.

(1) Conducir el agua producida en la Planta de Tratamiento Aranjuez prioritariamente a la Zona 1.

En la Figura 2.19 se esquematiza el sistema de aducción y distribución relacionado con la Planta de Tratamiento Aranjuez y el Tanque Cala Cala Alto.

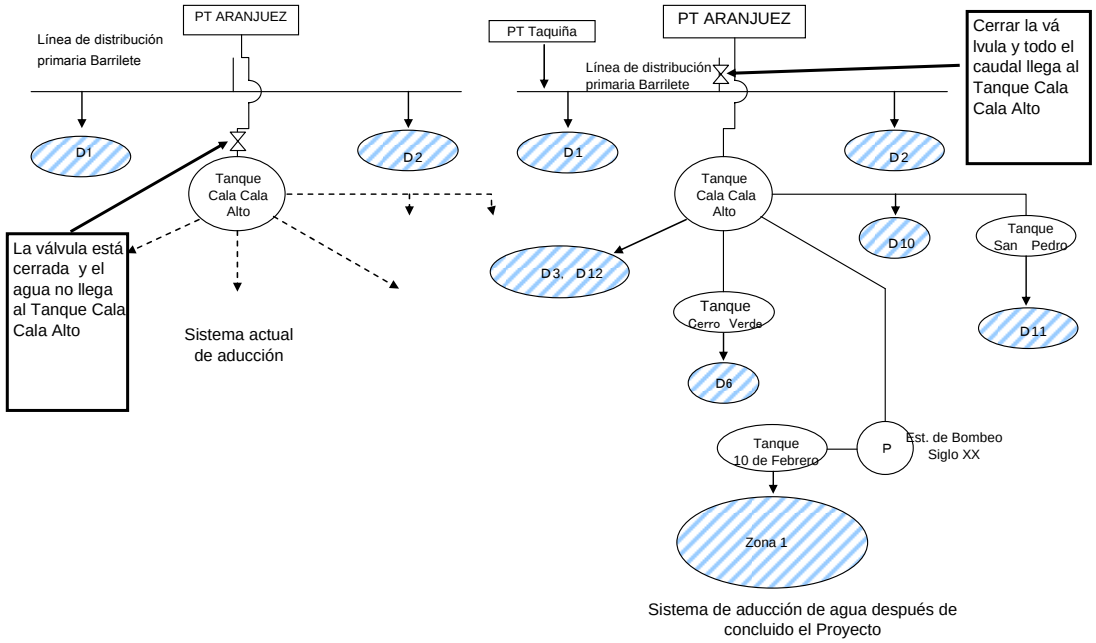


Figura 2.19 Sistema de aducción y distribución con Planta de Tratamiento Aranjuez y el Tanque Cala Cala

Actualmente, la totalidad del agua potable de la Planta de Tratamiento Aranjuez es distribuida a los D1 y D2 a través de la red de distribución primaria Barrilete, y no existe caudal conducido al Tanque Cala Cala (la válvula está cerrada). Sin embargo, una vez concluido el Proyecto Sinergia – Barrilete, se contempla alimentar a la red de distribución primaria Barrilete con el agua potable producida en la Planta de Tratamiento Taquiña (que será

construida por dicho Proyecto), por lo que va a ser posible conducir el agua potable de la Planta de Tratamiento Aranjuez al Tanque Cala Cala Alto. Por lo tanto, es necesario primero completar las obras de la Planta Taquiña, iniciar el agua potable a los D1 y D2 a través de la red Barrilete, para poder conducir la cantidad necesaria de agua de la Planta de Tratamiento Aranjuez al Tanque Cala Cala Alto. Esto constituye el requisito indispensable para la implementación del presente Proyecto.

Además, dado que actualmente el agua del Tanque Cala Cala Alto es distribuido a numerosos distritos, es necesario asegurar prioritariamente el agua hacia la Estación de Bombeo Siglo XX. Dicho tanque recibe, actualmente, una parte del agua producida en la Planta de Tratamiento Cala Cala y una parte de las aguas subterráneas. Esto quiere decir que la totalidad del agua de la Planta de Tratamiento Aranjuez conducida al Tanque Cala Cala Alto, teóricamente puede ser conducida a la Estación de Bombeo Siglo XX. Sin embargo, en realidad, tampoco se puede negar la posibilidad de que una parte sea derivada a otros distritos.

Sin embargo, considerando que es posible controlar el caudal conducido hacia la Estación de Bombeo Siglo XX mediante un flujómetro colocado a la salida de la estación, es necesario monitorear dicho caudal, y ajustar la conducción de agua a otros tanques de regulación y a otros distritos, mediante la operación de la válvula, para asegurar, como regla general, un caudal de diseño de suministro a la Zona 1 de 7.036 m^3/día. Para este reajuste, es necesario que el personal operador acumule experiencias en la operación, lo cual es factible si se considera que la demanda de agua en la Zona 1, inmediatamente después de concluido el Proyecto, es comparativamente inferior al caudal de diseño, y que es posible sistematizar la metodología de operación en el transcurso del tiempo a medida que la demanda se aproxime al valor de diseño.

(2) Asegurar la distribución de agua a través de las redes de distribución de las OTBs

Tal como se muestra en el Cuadro 2.13, un 95 % de los 8.400 usuarios de la Zona 1 recibe el agua a través de las redes de distribución de las OTBs. SEMAPA vende el agua a las redes de OTB con base en los respectivos contratos concertados entre el SEMAPA y las unidades de agua de cada OTB. Luego ésta abastece a los usuarios, cobrando una determinada tarifa, y a su vez, paga al SEMAPA. Éste, a su vez, brindará capacitación a OTBs en operación y mantenimiento del sistema, así como realizará el monitoreo periódico del sistema de distribución, facturación de las tarifas, etc.

Al considerar que hasta la fecha se ha venido ampliando las áreas de servicio del SEMAPA a través de un esquema similar, y que numerosas OTBs de la Zona 1 han tomado parte en la

presentación de la solicitud para el presente Proyecto, se considera que es factible distribuir el agua a los usuarios a través de las OTBs.

Cuadro 2.13 OTBs y número estimado de hogares servidos en la Zona 1

Distritos	OTBs	Pob estimada* (hab)	Pob. servida** (hab)	Hogares servidos*** (fam)	Red de distribución
DISTRITO 7	Villa Brasilia	734	631	105	Disponible
	La Aguada	1.367	1.176	196	Disponible
	Barrio Luz	327	281	47	Disponible
	Eucaliptus Sud	3.789	3.258	543	Disponible
	Valle Hermoso Norte	6.228	5.356	893	Disponible
	Villa Venezuela	6.549	5.629	938	Disponible
	Eucaliptus Norte	3.811	3.278	546	Disponible
	Campo Ferial	3.957	3.403	567	Disponible
	Barrio Magisterio (La Rinconada)	1.883	1.620	270	Disponible
	Villa Exaltación	3.400	2.924	487	Disponible
	La Rinconada	1.691	1.455	242	Disponible
DISTRITO 8	Nuevo Amanecer	3.912	3.365	576	Disponible
	Villa San José	2.025	1.741	278	No disponible
	Rumi Cerco	1.551	1.334	222	No disponible
	Villa San Miguel A.T.	3.568	3.069	511	Disponible
	El Salvador	3.679	3.164	527	Disponible
DISTRITO 14	SPR Nor Este	2.474	2.128	355	Disponible
	Alto de la Alianza	2.567	2.208	368	Disponible
	Tercer Grupo	2.058	1.770	295	Disponible
	2 -do Grupo	2.082	1.790	298	Disponible
	12 de Octubre	783	674	112	Disponible
Distritos a ser servidos por las redes de distribución existentes de las OTBs.		54.859	47.179	7.876	
Distritos donde se implementará la red de distribución por SEMAPA con los equipos y materiales a ser suministrados por el presente Proyecto.		3.576	3.576	500	
Total		58.435	50.254	8.376	

* : Población estimada mediante el presente Estudio con base en PEDS.
** : Se calculó aplicando una cobertura de servicio de agua de 86 % para el año 2015 según PEDS
*** : Se calculó suponiendo 6 miembros por cada hogar.

2.5 Costo Estimado del Proyecto

2.5.1 Costo Estimado de la Cooperación Solicitada al Japón

(1) Costo Correspondiente a Bolivia

Por otro lado, el costo que corre a cargo de la contraparte boliviana se muestra en el Cuadro 2.15 Las responsabilidades correspondientes a Bolivia, consisten en su mayoría, la puesta en disposición del terreno y la participación los recursos humanos del SEMAPA. Sin embargo, para la instalación de la acometida eléctrica, se requiere contratar el servicio de la empresa eléctrica, así también para la instalación de las tuberías de distribución secundaria y de los equipos de suministro o instrumentos de medición, el servicio de un tercero.

El sistema fiscal de Bolivia exonera del pago del impuesto al valor agregado (IVA) y del arancel, etc., a los equipos y materiales que sean suministrados a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable.

Cuadro 2.15 Costo total correspondiente a Bolivia

(Unidad: 1.000BOB)

Descripción	Costos	Bolivia
Asegurar el terreno para las obras provisorias en Siglo XX	-	Sin costo por ser terreno propio del SEMAPA
Asegurar el terreno para el espacio de trabajo en Aranjuez		Sin costo por ser terreno municipal
Asegurar el terreno para la ampliación de la Planta de Tratamiento Aranjuez	-	Sin costo por ser terreno municipal
Proporcionar información sobre las estructuras enterradas, y presenciar la obra de excavación	-	Presencia del personal responsable de operación y mantenimiento de las tuberías de distribución
Apoyar la conexión de las tuberías nuevas con las existentes (presenciar en la obra y comunicar al público la interrupción del servicio de agua)	-	Presencia del personal responsable de operación y mantenimiento de las tuberías de distribución
Proporcionar el agua para el enjuague y para la prueba hidrostática	-	Agua potable del SEMAPA
Apoyar en la desinfección con cloro	-	Trabajo que debe asumir el SEMAPA
Sufragar las comisiones relacionadas con la emisión de la A/P y con los pagos	75	
Obra de acometida eléctrica hasta las instalaciones requeridas	67	Contratación del servicio de la empresa eléctrica
Colocación de las tuberías secundarias	4.181	Contratación del servicio de una empresa constructora local
Instalación de los equipos suministrados (medidores de agua)	101	Contratación del servicio de una empresa constructora local
Total	4.424	

El costo correspondiente a Bolivia fue calculado de la siguiente manera.

1) Obras de acometida eléctrica

Cálculo basado en las cotizaciones entregadas por la empresa eléctrica.

2) Instalación de las tuberías de distribución secundaria

En cuanto a la colocación de las tuberías de distribución secundaria, el cálculo se basó en el costo unitario (por cada un metro) de obras de colocación de las tuberías de cloruro de vinilo (φ100 mm y φ80 mm) y del movimiento de tierra, según los datos para el cálculo del costo estimado. En el Cuadro 2.15se muestra el cálculo del costo de colocación de las tuberías de distribución secundaria.

Cuadro 2.15 Costo de instalación de las tuberías de distribución secundaria

Descripción	Cant.	Unidad	Costo unitario (BOB)	Suma (BOB)
Colocación de las tuberías de cloruro de vinilo de d100 mm	5.342	m	400	144.234
Colocación de las tuberías de cloruro de vinilo de d80 mm	2.601	m	380	65.025
Movimiento de tierra para la colocación de tuberías	7.943	m	7.500	3.971.500
Total				4.180.759

3) Instalación de los equipos de suministro o instrumentos de medición

En cuanto a los equipos de suministro o instrumentos de medición, el costo fue calculado aplicando las siguientes bases:

Unidades a ser instalados: 500 unidades

Cuadrillas de instalación: Una cuadrilla estará integrada por cinco miembros: dos para instalación de cajas (taladro del hormigón, colocación de pernos de anclaje, etc.), dos para la instalación de medidores (plomería, etc.) y un conductor

Procedimientos: La cuadrilla saldrá en equipo en un camión desde la Estación de Bombeo Siglo XX donde provisionalmente estarán depositados los materiales. Primero se instalarán los medidores, y luego las cajas.

Volumen diario de trabajo: 10 unidades por día

Con estas bases, se calculó el costo de la siguiente manera:

Gastos del personal

500 ÷ 10 = 50 cuadrillas por día

50 × 5 personas/cuadrilla = 250 personas por día

250 × 103 BOB/ persona por día = 25.750 BOB

Gastos de los vehículos

50 días×1.000 BOB/día = 50.000 BOB

Gasolina de gasolina

20 km/día ÷ 10 km/ℓ = 2 ℓ/día

3,74 BOB/ℓ ×2 ℓ/día = 7,48 BOB/día

7,48 BOB/día × 50 días = 374 BOB

Materiales (hormigón. pernos de anclaje. adhesivos)

50 BOB/unidad × 500 unidades = 25.000 BOB

Total: 101.124 BOB = 1.516.860 yenes

2.5.2 Costo de Operación y Mantenimiento

(1) Costo de Producción

El costo de producción incluye los siguientes elementos:

- Gastos del personal
- Electricidad
- Químicos
- Reparación
- Depreciación

1) Gastos del personal

La operación y mantenimiento de las instalaciones, una vez concluido el Proyecto requerirán de los siguientes recursos humanos.

- Operadores de la Planta de Tratamiento Aranjuez: 3
- Operadores de la Estación de Bombeo Siglo XX: 3
- Operadores del Tanque 10 de Febrero: 3

El costo unitario de los gastos del personal se basa en la planilla de sueldos y salarios del SEMAPA (Resolución del Directorio, No.13-2004). Se determinó el promedio del sueldo de

los operadores (Nivel 17: 2.319 BOB/mes) y de los conductores (Nivel 20: 2.195 BOB/mes), y a este valor (de 2.257 BOB/mes) se agrego el seguro social (22,5 %). De esta manera se obtuvo un costo unitario de 2.765 BOB/mes.

2.257 BOB/persona/mes × 9 personas × 12 meses = 243.756 BOB

2) Gastos de electricidad

El costo de electricidad fue determinado a partir de las horas de operación.

Los equipos que fueron tomados en cuenta son las bombas de elevación, de retorno de agua de lavado y de inyección de químicos de la planta de tratamiento, y las bombas de conducción de la Estación de Bombeo Siglo XX.

En el Cuadro 2.16se presenta la hoja de cálculo del costo de electricidad.

Cuadro 2.16 Gastos de electricidad

Instalaciones	Cargas	Tiempo de operación (hr/día)	Potencia (kw)	Unidades reales	Costo unitario de electricidad (BOB/kWh)	Costo anual de electricidad (BOB/año)
Planta de Tratamiento Aranjuez	Bomba de elevación para el lavado por contracorriente	1	18,5	1	0,62	4.187
	Bomba de retorno para el lavado por contracorriente	1	7,5	1	0,62	1.697
	Agitadores de cal apagada	24	0,4	2	0,62	4.345
	Agitadores de sulfato de aluminio	24	0,4	2	0,62	4.345
	Agitador de hipoclorito de calcio	24	0,4	1	0,62	2.172
	Bomba de inyección de cal apagada	24	0,4	1	0,62	2.172
	Bomba de inyección de sulfato de aluminio	24	0,4	1	0,62	2.172
	Bomba de inyección de cal apagada	24	0,4	1	0,62	2.172
Sub-total						23.262
Estación de Bombeo Siglo XX	Bomba	24	132	1	0,62	716.918
Sub-total						716.918
Total						740.180

3) Costo de los químicos

En el Cuadro 2.17 se presenta el costo de los químicos calculado a partir de la tasa media de dosificación de la Planta de Tratamiento Aranjuez.

Cuadro 2.17 Costo de los químicos

Químicos	Dosificación media (mg/ℓ)	Caudal tratado de diseño (m^3/día)	Consumo anual de químicos (t/año)	Precio unitario de los químicos (BOB/t)	Costo anual de los químicos (BOB/año)
Cal apagada	11,6	10.890	46	800	36.800
Sulfato de aluminio	30,0	10.890	119	441	52.479
Hipoclorito de calcio	2,0	10.890	8	188	1.504
Total					90.783

4) Costo de reparación

El costo anual de reparación se determinó en 1 % del costo total de equipos eléctricos y mecánicos (de aproximadamente 64 millones de yenes japoneses)

Costo de construcción (4.282.000 BOB) x 1 % = 43.000 BOB/año

5) Depreciación

La depreciación se determinó mediante el método de depreciación proporcional suponiendo un valor de evalúo de los bienes de 76.285.000 BOB (costo del Proyecto el costo de diseño y supervisión), con un período de depreciación de 40 años y un valor residual de 10 %.

76.285.000 BOB × 0,9 ÷ 40 = 1.716.000 BOB/año

Cabe recordar que este es un valor meramente referencial, puesto que no es necesariamente apropiado considerar el costo de un proyecto de la Cooperación Financiera No Reembolsable como el valor de evalúo de los bienes, además que el período de depreciación se difiere según el tipo de las instalaciones.

6) Costo total de producción

De lo anterior, el total del costo de producción se muestra en el Cuadro 2.18.

Cuadro 2.18 Costo de producción

(En mil BOB/año)

Gastos del personal	Electricidad	Químicos	Reparación	Depreciación	Total La cifra entre ( ) no incluyen la depreciación
243	740	91	43	1.716	2.833 (1.117)

7) Ingresos por Tarifas

De acuerdo con la información proporcionada por la Gerencia de Servicios al Cliente del SEMAPA, el 82 % de los usuarios de la zona de servicio está siendo controlado con los medidores de agua, aplicando las siguientes tarifas.

Sin embargo, en el caso específico del Área del Proyecto (Zona 1), un 95 % de los usuarios están recibiendo agua a través de las OTBs, cuya tarifa es definida por el respectivo OTB. (Sin embargo, como premisa del Proyecto, el SEMAPA ejercerá control sobre estas tarifas para que mantengan un nivel razonable y apropiado.) En todo caso, los ingresos del SEMAPA dependerán del precio de venta de agua del SEMAPA a las OTBs, más que las mismas tarifas de agua.

Dado que al momento se desconocen los precios de venta del SEMAPA, para los efectos del presente Proyecto se ha estimado el ingreso por tarifa para los siguientes tres casos.

Caso 1: Aplicar las tarifas del Cuadro 2.19 a todos los usuarios de la Zona 1

Caso 2: Aplicar las tarifas del Cuadro 5.7 a los 500 usuarios de la Zona 1 que recibirá el agua directamente del SEMAPA, mientras que para el resto aplicar las tarifas actualmente aplicadas por las OTBs.

Caso 3: Aplicar las tarifas del Cuadro 5.7 a los 500 usuarios de la Zona 1 que recibirá el agua directamente del SEMAPA, mientras que para el resto aplicar los precios de venta del SEMAPA a los camiones cisterna.

Cuadro 2.19 Tarifas de SEMAPA *

Doméstico							
Categorías	12m^3/mes o menos	25m^3/mes o menos	50m^3/mes o menos	75m^3/mes o menos	100m^3/mes o menos	150m^3/mes o menos	150m^3/mes o más
R1	9,69	0,64	0,73	1,09	1,38	1,65	1,93
R2	19,32	1,03	1,15	1,72	2,08	2,41	2,75
R3	36,22	1,26	1,38	2,18	2,52	2,87	3,21
R4	60,33	1,5	1,62	2,54	2,89	3,24	3,59
No doméstico							
Categorías	12m^3/mes o menos	50m^3/mes o menos	100m^3/mes o menos	150m^3/mes o menos	250m^3/mes o menos	400m^3/mes o menos	400m^3/mes o más
Comercial (C)	72,47	3,11	3,32	3,56	3,78	4,01	4,25
Comercial (CE)	84,53	4,81	5,05	5,28	5,5	5,73	5,96
Industrial (I)	65,22	2,87	3,28	3,44	3,67	3,9	4,12
Preferencial (P)	31,82	1,26	1,38	1,72	1,94	2,18	2,41
Social (S)	53,11	2,07	2,18	2,29	2,52	2,75	2,98

*: Modificadas en junio de 2006. Las tarifas son corregidas anualmente aplicando la tasa de alza de precios. Se contempla otra alza en marzo de 2007 del orden de 5,42 %.

<Caso 1>

Para los efectos del cálculo, se ha trabajado con el supuesto de que todos los usuarios son "domésticos" debido a que no existen grandes áreas comerciales ni industriales en la Zona 1. R1 y R2 de las tarifas del SEMAPA corresponden a las categorías de usuarios domésticos según niveles de vida. El SEMAPA deduce que la mayoría de los hogares de la Zona 1 pertenece a la categoría R2 (véase el Anexo 2, apartado 2.3). Al aplicar dotaciones de agua de 100 /persona por día (véase el Anexo 2) y suponiendo que un usuario está integrado por seis miembros, el consumo mensual por hogar se calcula en:

100 /persona/día x 6 personas x 30 días = 18 m^3/mes

La tarifa máxima para la categoría R2 según el Cuadro 2.19 se define para 12 m^3/mes. Por lo tanto, la tarifa sería:

19,32 + (19-12) × 1,03 = 26,53

Al aplicar la población total de la Zona 1 de 8.376 hogares (véase el Cuadro 4.2), el ingreso por el cobro de tarifas sumaría en total:

26,53 × 8.376 = 222.215 BOB/mes, 2.666.580 BOB/año.

<Caso 2>

En el Cuadro 2.20 se presenta un ejemplo de las tarifas aplicadas por las OTBs en la Zona 1, según las entrevistas realizadas.

Cuadro 2.20 Tarifas de agua según OTBs (ejemplo)

OTBs	Descripción	Monto
Barrio Magisterio (La Rinconada)	Tarifa básica	7,00 BOB
	1 – 15 m^3/mes	2 BOB/m^3
	16 – 20 m^3/mes	4 BOB/m^3
	21 m^3/mes o más	Suspendido
Campo Ferial	Tarifa básica	10,00 BOB
	1 – 15 m^3/mes	2,5 BOB/m^3
	16 – 20 m^3/mes	10 BOB/m^3
Valle Hermoso Norte	Tarifa básica	10,00 BOB
	1 – 5 m^3/mes	2 BOB/m^3
	6 – 10 m^3/mes	2,5 BOB/m^3
	10 – 15 m^3/mes	3,0 BOB/m^3

Del cuadro anterior, se calculó el precio de agua que pagan los usuarios servidos por las OTBs, suponiendo una tarifa básica de 10 BOB, una tarifa controlada por volumen de 3 BOB/$m^3$10, el consumo de agua por hogar de 18 m^3/mes (véase el Caso 1).

10 BOB + 3 × 18 = 64 BOB

Dado que existen en total 7.876 hogares servidos por las OTBs (véase el Cuadro 4.2):

64 × 7.876 = 504.064 BOB/mes

Si a esto se agregan otros 500 hogares servidos por el SEMAPA:

504.064 BOB/mes + (26,53 × 500) BOB/mes = 517.329 BOB/mes = 6.207.948 BOB/año

<Caso 3>

De acuerdo con las entrevistas realizadas en las OTBs de la Zona 1, el precio de venta del SEMAPA a los camiones cisterna asignados está en 2 BOB/m^3.

El volumen de suministro es:

18 m^3/mes × 7.876 usuarios = 141.768 m^3/mes

La tarifa de agua es:

141.768 m^3/mes × 2 BOB/m^3 = 283.536 BOB/mes

Al tomar en cuenta la tarifa aplicada a los hogares servidos por SEMAPA de 13.265 BOB /mes, sería:

296.801 BOB /mes = 3.561.612 BOB/año

8) Balance de Ingresos y Gastos

En el siguiente Cuadro 2.21 se presenta la comparación del costo de producción y los ingresos por tarifas, según los cálculos realizados hasta aquí.

Para los efectos del estudio, se diferenciaron los ingresos recaudables cuando sea aplicado un precio de venta a las OTBs más alto que las tarifas del SEMAPA (Casos 2 y 3) y cuando sean aplicadas directamente las tarifas del SEMAPA a todos los hogares (Caso 1). Se considera necesario pensar que hacia el futuro, se aplicará el esquema correspondiente al Caso 1.

En tal caso, el ingreso va a ser aproximadamente 5 % más bajo que el costo de producción incluyendo la depreciación. Sin embargo, al considerar que con el reajuste contemplado para el año 2007[11] para adecuarse a la fluctuación de los precios, se va a incrementar las tarifas por un 5 %, se concluye que existe un equilibrio sano entre los ingresos y gastos. Adicionalmente, es muy probable que se esté cotizando un excesivo monto de depreciación[12], y se deduce que en realidad, el ingreso superar sustancialmente el costo de producción.

Cuadro 2.21 Comparación de los ingresos por tarifa y el costo de producción

Ingresos (1.000 BOB/año)		Costo de producción (1.000 BOB/año)	
Caso 1	2.666	Con depreciación	2.833
Caso 2	6.208		
Caso 3	3.562	Sin depreciación	1.117

2.6 Consideraciones a tomarse para la implementación de la cooperación solicitada al Japón

(1) Asegurar el terreno para la ampliación de la Planta de Tratamiento Aranjuez

Durante el Estudio Preliminar, el SEMAPA explicó al Equipo de Estudio que el terreno necesario para

[11] SEMAPA puede, en principio, ajustar anualmente la tarifa, de acuerdo con la fluctuación de los precios del año anterior

[12] Dado que los valores de los bienes han sido calculados con base en los costos de los proyectos de Cooperación Financiera No Reembolsable, estos valores pueden ser más altos que los valores aplicados en Bolivia.

la ampliación de la Planta de Tratamiento Aranjuez pertenecía a la Municipalidad. Sin embargo, luego, se descubrió que no pertenece a la Municipalidad, sino que no se tiene un titular específico. Se solicitó al Instituto Nacional de Reforma Agraria (INRA) especificar el titular, quien manifestó que el terreno pertenece al Distrito de Andrada. Al momento de la elaboración del presente Informe (julio de 2007), SEMAPA negoció con el representante de dicho distrito sobre el derecho de uso, obteniendo la aprobación preliminar de utilizarlo para la ampliación de la planta de tratamiento. En todo caso, es necesario obtener la aprobación oficial antes de iniciar el presente Proyecto. Estas fueron las circunstancias que rodearon al Proyecto al momento de la elaboración del Estudio para la implementación pero posteriormente, con la aprobación del plano de medición del IGM (Instituto Geográfico Militar) por parte de la autoridad municipal y el reconocimiento oficial de la Minuta que aprueba el uso del terreno para la ampliacion de la Planta de Tratamiento ubicada en el Distrito de Andrada, finalmente se llegó a registrar la propiedad en la Oficina de Derechos Reales culminando de esta manera el proceso para la obtención del derecho de uso del terreno. (ver documento ajunto 2).

(2) Terminación de las obras de la represa Wara Wara

El caudal explotable actual de la represa Wara Wara que es la fuente de agua de la Planta de Tratamiento Aranjuez es de 90 ℓ/seg. El SEMAPA proyecta implementar el Proyecto Chojna Khota-Jonkho (desarrollo de fuente de agua) para obtener un caudal adicional de 35 ℓ/seg y así atender a la ampliación de la Planta de Tratamiento Aranjuez. Al mes de julio de 2007, se está seleccionando a la firma consultora para el Diseño Detallado, y se contempla concluir las obras antes de finalizar 2007. Considerando que sin estas obras, la planta de tratamiento ampliada no manifestará ningún impacto aunque fuese ampliada, es necesario asegurar la conclusión de dichas obras antes de iniciar la operación de las obras del presente Proyecto. Posteriormente, el SEMAPA seleccionó en el mes de enero de 2008 la firma consultora que tendrá a su cargo la elaboración del Diseño Detallado y presentó el cronograma de la obra en el que se contempla concluir la obra en el mes de septiembre de 2009, determinándose de esta manera que la fuente de agua será asegurada antes del término del presente Proyecto. Al mes de marzo de 2008 se halla en proceso la elaboración del Diseño Detallado. (ver documento adjunto 2)

(3) Terminación de la red de distribución primaria de Barrilete

Actualmente el agua tratada en la Planta de Aranjuez es suministrada al D1 y D2. Una vez concluidas las obras de la Planta Taquiña (actualmente en construcción, con miras a concluir

antes de finalizar 2007), se contempla distribuir el agua tratada en esta planta a los distritos mencionados a través del sistema Barrilete (actualmente en construcción), y de esta manera, destinar la totalidad del agua tratada en la Planta Aranjuez a las Zonas 1 y 2.

Las obras civiles de la Planta de Tratamiento Taquiña han sido ejecutadas en un 80 % al mes de febrero de 2007, con miras a completarse antes de la terminación de la ampliación de la Planta de Tratamiento Aranjuez a través del presente Proyecto. En cuanto al sistema Barrilete, las obras han sido concluidas en un 90 %, pero existe un tramo de 110 m de la línea de aducción y de 600 m de las líneas de distribución que no se ha cumplido el cronograma debido a la oposición de la población local. Al mes de julio de 2007, se espera que estos problemas sean solucionados antes de finalizar este año. En todo caso, es importante garantizar la terminación de la totalidad de estas obras, para que el agua potable de la Planta de Tratamiento Taquiña sea destinada al D1 y D2.

Posteriormente, se llegó a lograr un acuerdo con los pobladores locales y el municipio de Tiquipaya que se oponían a la construcción del acueducto y la línea de aducción (ver documento adjunto 2) lo que permitió el reinicio de la obra. Al mes de febrero de 2008 solo resta terminar unos 100 metros a lo largo del río Kora y la conexión del Cruce Taquiña debido a que la obra fue interrumpida a causa de la inundación la cual será culminada tan pronto retroceda la inundación.

(4) Instalación de las tuberías de distribución secundaria

En el presente Proyecto, Japón cubrirá la construcción de la red de distribución primaria, y el suministro de las tuberías de distribución secundaria que conectan la red primaria con los usuarios. Estas tuberías secundarias deberán ser instaladas por el SEMAPA. Es decir, la manifestación del impacto del Proyecto (beneficiar a la población de la Zona 1 con el agua suministrada por SEMAPA) está condicionada a la instalación de las tuberías secundarias por el SEMAPA. Es necesario, por lo tanto, ejecutar las obras de instalación de estas tuberías, paralelamente con las obras del Japón, para que una vez concluido el Proyecto se pueda iniciar la distribución de agua a los usuarios de la Zona 1.

(5) Conexión a los sistemas de agua potable de las OTBs

El Área del Proyecto incluye algunas zonas donde existe el sistema de distribución de agua (consistentes en los pozos y redes de distribución) operadas por las OTBs. En estas zonas, se propone continuar utilizando las redes existentes operadas por estos OTBs, aún después de terminado el presente Proyecto, y al mismo tiempo, se proyecta rehabilitar las obras ya sea por

el SEMAPA o por las OTBs, en congruencia con el presente Proyecto. Por lo tanto, es necesario que el SEMAPA coordine con los respectivos OTBs, previo a la terminación de las obras del presente Proyecto, los métodos y los puntos de conexión, así como los métodos de suministro de los materiales necesarios para la conexión.

3. Evaluación de la Relevancia del Proyecto

3. Evaluación de la Relevancia del Proyecto

3.1 Impactos del Proyecto

En el siguiente cuadro se resumen la situación actual, problemas presentes y los impactos directos e indirectos del presente Proyecto.

Cuadro 3.1 Impactos y el grado de mejoramiento esperado por la implementación del Proyecto

Situación actual y problemas presentes		Medidas contempladas en el presente Proyecto (de cooperación japonesa)	Impactos y el grado de mejoramiento esperado del Proyecto
Impactos directos			
1.	• Actualmente, el servicio de agua potable del SEMAPA no cubre la parte sudeste de Cochabamba. • Por lo tanto, la población depende del agua vendida por el comité de agua o por los camiones cisterna del sector privado. • El servicio del comité de agua no es suficiente cuantitativa ni cualitativamente. Es decir, no se suministra la cantidad necesaria de agua, y tampoco está asegurada su calidad puesto que el agua no es potabilizada o desinfectada, ni existe un control de calidad. • La población se ve obligada a pagar un precio alto por el agua, puesto que la tarifa establecida por el comité es dos ó tres veces más cara que la tarifa del SEMAPA. • En cuanto al agua vendida por los camiones cisterna, se desconoce su fuente y tampoco está garantizada la calidad de agua sana. • El agua de las cisternas es suministrada en bidones u otros contenedores colocados a lo largo de los caminos, y los usuarios transportan el agua hasta su vivienda con cubetas, etc. Por lo tanto, el agua disponible es limitado y ocupa mano de obra y tiempo. • El precio del agua de las cisternas es aún más alto que el agua del comité.	• Incrementar la capacidad de la Planta de Tratamiento Aranjuez. • Instalar la red de distribución desde la Planta de Tratamiento Aranjuez hasta la Estación de Bombeo Siglo XX. • Instalar la bomba y las tuberías de distribución desde la Estación de Bombeo Siglo XX hasta el Tanque 10 de Febrero. • Instalar la red de distribución primaria desde el Tanque 10 de Febrero. • Suministrar las tuberías de distribución secundaria. • Suministrar los medidores de agua.	• La ampliación de la planta de tratamiento permitirá suministrar a la Zona 1 la cantidad necesaria de agua potabilizada y sana. • La instalación de las bombas y de las tuberías de aducción permitirá conducir el agua potabilizada a la zona de servicio. • La instalación de la red de distribución primaria y el suministro de las tuberías secundarias (las cuales serán instaladas por el SEMAPA), permitirá suministrar a cada hogar el agua potable a la Zona 1. • La instalación de los medidores en todos los establecimientos de los usuarios, permitirá cobrar el costo de acuerdo con la cantidad de agua utilizada e incrementar los ingresos del SEMAPA.
Impactos indirectos			
1.	• Existe un alto riesgo de proliferación de las enfermedades digestivas por el consumo del agua contaminada bacteriológicamente.	• Suministro estable de agua sana.	• Se reducirá el riesgo de las enfermedades.
2.	• La cantidad de agua suministrada no es suficiente.	• Suministro de suficiente cantidad de agua.	• Se mejorará la accesibilidad al agua.
3.	• La tarifa de agua es alta.	• Se aplicará una tarifa más cómoda.	• Se reducirá la carga económica para los usuarios.

3.2 Desafíos y recomendaciones

A continuación se plantean las acciones que el SEMAPA debe tomar a iniciativa propia para que el sistema de agua a ser construido por el presente Proyecto manifieste los impactos esperados, y que estas obras sean operadas y mantenidas de manera adecuada y sostenible, después de concluido el Proyecto, y así garantizar la operación sostenible de agua del SEMAPA.

(1) Suministro de agua potable desde la Planta de Tratamiento Aranjuez a la Zona 1

Para el éxito del presente Proyecto, se exige el cumplimiento de dos requisitos siguientes: (1) asegurar un caudal de agua cruda de 120 ℓ/seg en la Planta de Tratamiento Aranjuez mediante la construcción de la represa Chojna Khota-Jonkho; y (2) suministrar el agua potable de la Planta de Tratamiento Taquiña a los D1 y D2, que actualmente son servidos con el agua potable de la Planta de Tratamiento Aranjuez, después de concluido del Proyecto Sinergia Barrilete. Sin embargo, aún después de concluidos estos proyectos, se prevé que ocurrirá con cierta frecuencia la falta de agua, puesto que el caudal de desarrollo de las fuentes ha sido diseñada con sequías con período de retorno de dos años, debiendo atender esta situación con el racionamiento de agua a todas las zonas servidas. Se recomienda al SEMAPA optimizar la operación del sistema de distribución para que el agua llegue hasta el último extremo de las zonas servidas, particularmente de la Zona 1 que presenta desventajas topográficas por ubicarse en la parte más baja de las zonas servidas.

(2) Instalación de las tuberías de distribución secundaria

El presente Proyecto cubre hasta la conexión al sistema de agua de las OTBs, donde existen estos, y hasta la conexión a cada domicilio en las zonas donde no existen las OTBs, mediante las tuberías secundarias que serán suministradas por el presente Proyecto y que serán instaladas por el SEMAPA. Por lo tanto, el agua llegaría a los usuarios y se manifestaría el impacto positivo del Proyecto si y sólo si el SEMAPA termine de instalar las tuberías secundarias. Es necesario que estas obras sean ejecutadas paralelamente con las obras ejecutadas por Japón, para que una vez concluido el Proyecto se pueda iniciar la distribución de agua a todos los usuarios.

(3) Control de las OTBs

El SEMAPA contempla vender el agua a las OTBs en las zonas donde existen estos, encargándoles la distribución domiciliaria y el cobro de los costos. Se considera racional este esquema en el sentido de aprovechar las instalaciones y las organizaciones existentes para el suministro domiciliario del agua. Sin embargo, es necesario que el agua sana llegue hasta el

último usuario en cantidades suficientes y a bajo costo, para que se manifiesten los impactos positivos del presente Proyecto, lo cual plantea la necesidad de que el SEMAPA dé seguimiento a la calidad de agua, condiciones de suministro y las tarifas que sean aplicados por las OTBs, ejerciendo control cuando sea necesario, y de esta manera garantizar la manifestación del impacto positivo del Proyecto.

(4) Instalación de los equipos de suministro (instrumentos de medición)

La tarifa actual del SEMAPA básicamente es controlado por volumen, y la tasa de instalación de los medidores es también alta. Por lo tanto, es necesario instalar en mayor brevedad los nuevos medidores que sean suministrados por el Proyecto y aplicar la tarifa también controlado por volumen.

(5) Abastecimiento de agua a la Zona 2

El desarrollo de la Zona 2 fue excluido del presente Proyecto considerando que es todavía prematuro implementar. No obstante, considerando que a esta zona se suminsitrará el agua en un futuro a través de la Estación de Bombeo Siglo XX que será construida en el presente Proyecto, se ha analizado y comprobado la viabilidad de llevar el agua a la Zona 2.

Se espera de SEMAPA planificar, a sus propias expensas la conducción y distribución efectiva a la Zona 2 en un futuro, y servir a la población de dicha zona ya sea con recursos propios o con financiamiento externo.