

República de Panamá
UCP/MINSA

**Proyecto de Mejoramiento de la
Administración de Aguas Residuales en el
Área Metropolitana de Panamá
【Proyecto de Soporte Técnica】
(Fase II (Fase de Implementación del Proyecto))**

Informe

- Anexo -

JICA LIBRARY



1232297 [0]

Noviembre de 2018

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

Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

GE
JR
18-134

**Proyecto de Mejoramiento de la
Administración de Aguas Residuales en
el Área Metropolitana de Panamá
【Asistencia Técnica en el Marco de la
Cooperación Financiera Reembolsable】
(II Fase: Fase de Actividades a Plena
Escala)**

**Propuestas de mejora institucional de UCP
y
esbozo de su plan de negocio**

Octubre de 2018

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)

Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

I Propuesta de mejora institucional de UCP

1. Organigrama de UCP

Véase en Fig. 1 la organización de UCP, que consta de Coordinación General, Sub-coordinación General, Coordinador Técnico Ejecutivo, bajo el cual funcionan 6 gerencias; a saber: legal-contratación, gestión y finanzas, socio-ambiental, ingeniería, operación y mantenimiento, y de proyectos. Además, cuenta con otras 2 gerencias, de publicidad-comunicación y de planificación, dependientes de la Coordinación General.

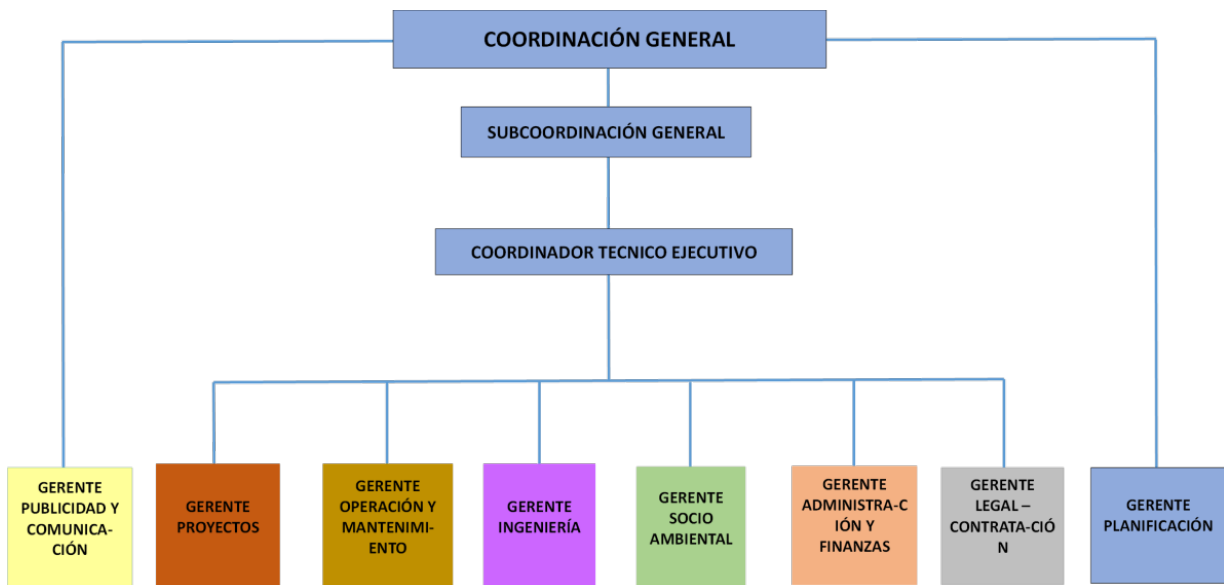


Fig. 1 Organigrama de UCP

2. Funciones de UCP

UCP tiene establecida la descripción de trabajo para todos y cada uno de cargos, y las funciones de cada gerencia, establecidas en la descripción de trabajo de cada gerente, resumidas en Anexo 1. Esta descripción corresponde a las funciones de cada gerencia.

3. Organigrama actual de UCP y plan inmediato de aumento de recursos humanos

Tabla 1 presenta la evolución de la plantilla de UCP y futuro plan de recursos humanos. La plantilla de UCP aumentó de 49 personas en agosto de 2015, al inicio del proyecto, a 82 personas en mayo de 2018, con un incremento de 33 personas. Siendo 26 personas en octubre de 2014, en el momento del Estudio de plan básico, se produjo un destacado aumento para el siguiente año. En vista de la cantidad de trabajo actual, UCP tiene planeado aumentar la plantilla hasta 121 personas. El contingente de personal requerido de ahora en adelante corresponde a la creciente cantidad de trabajo, razón por la cual es

notable el aumento de personal planeado para las gerencias de proyectos y de operación y mantenimiento. Este plan corresponde a los proyectos de provincias occidentales y a la ampliación de instalaciones a cargo de la gerencia de operación y mantenimiento bajo el sistema institucional actual, y no guarda relación con el nuevo plan de régimen de autonomía económica de UCP.

Tabla 1: Evolución del contingente de personal / gerencia de UCP, y plan futuro

Gerencia	11/2014	8/2015	6/2017	10/2017	5/2018	Plan futuro	Aumento requerido
Coordinación General	2	2	3	3	3	3	0
Planificación	2	2	2	4	4	6	2
Publicidad y Comunicación	1	3	4	4	4	6	2
Legal-Contratación	2	3	4	4	4	6	2
Administración y Finanzas	5	7	16	16	22	23	1
Socio-ambiental	3	8	8	11	12	14	2
Ingeniería	4	7	7	6	7	10	3
Operación y Mantenimiento	5	9	10	12	12	22	10
Proyectos	2	8	11	13	14	31	17
Total	26	49	65	73	82	121	39

4. Plan de organización con nuevo régimen de autonomía económica

Fig. 2 presenta un sistema institucional estudiado por UCP actualmente para el nuevo régimen de autonomía económica. Basándose en el actual sistema institucional, propone las siguientes reformas.

- ✓ Establecimiento de Junta Directiva como máximo órgano decisorio.
- ✓ Creación de nueva gerencia comercial, encargada de lo relacionado con clientes y tarifas.
- ✓ Creación de unidad de auditoría interna.

Sobre todo, es necesario potenciar eficazmente los trabajos del área comercial no existentes en la actualidad, como son: control de información de clientes, facturación, recaudación de tarifas y servicio a clientes, y contando con un futuro préstamo de CAF se tiene prevista contratación de consultoría para analizar dicha área, incluyendo las tarifas. Además, con el mismo préstamo, se planea contratar un asesor para la nueva organización, durante los 3 primeros años tras adopción de régimen de autonomía económica, con el fin de fortalecer dicha área.

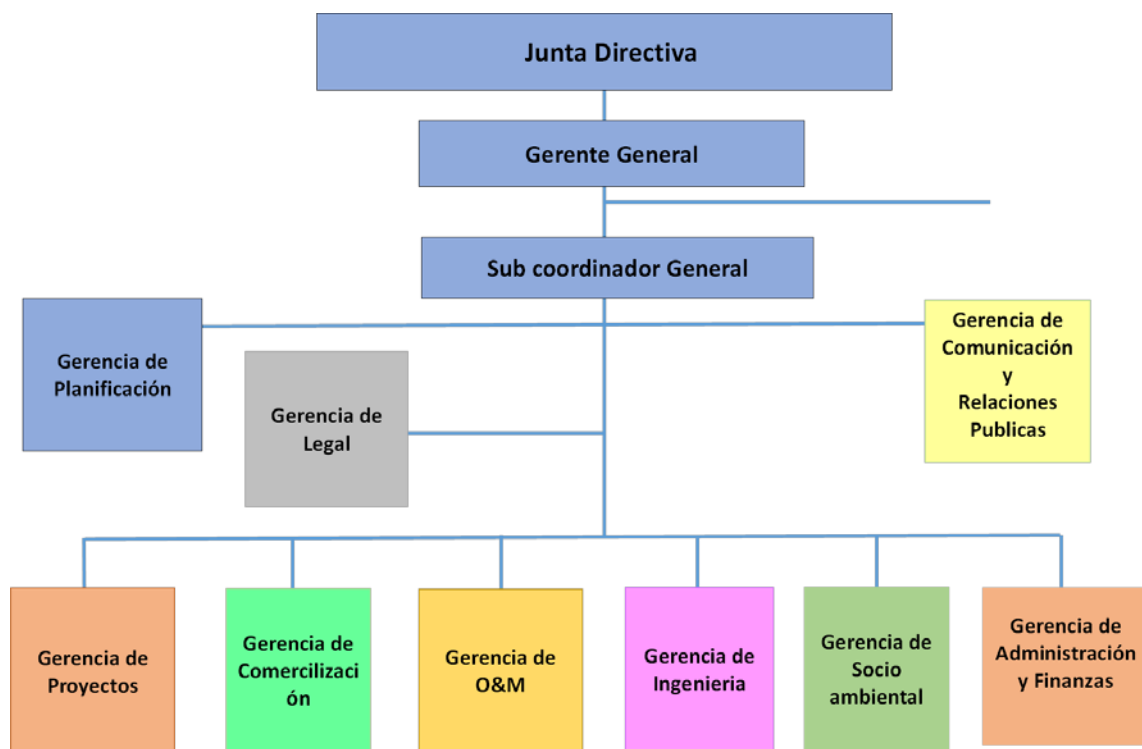


Fig. 2 Organigrama analizado para régimen de autonomía económica

5. Recomendaciones para un mayor fortalecimiento institucional

(1) Recomendaciones sobre lo esencial del fortalecimiento institucional

Fig. 3 presenta una alternativa de organigrama que modifica parte del organigrama actualmente analizado, para garantizar la calidad y eficacia de servicios a clientes tras adopción de régimen de autonomía económica. Asimismo, se dan las siguientes propuestas sobre métodos básicos de gestión.

- Designación de miembros que tomarán decisiones sobre directrices de la entidad autónoma: Gerente General, Subgerente General y Coordinador Técnico Ejecutivo serán los 3 miembros que tomarán dediciones importantes.
- Dichos 3 miembros se reunirán periódicamente, intercambiando opiniones con los gerentes correspondientes según necesidad, y finalmente el Gerente General decidirá el lineamiento.
- El Coordinador Técnico Ejecutivo dirigirá el planteamiento.
- El Subgerente General dirigirá el sector no técnico y en caso necesario, también el sector técnico.
- Según lo anterior, se fijarán con claridad las responsabilidades de los miembros directivos.

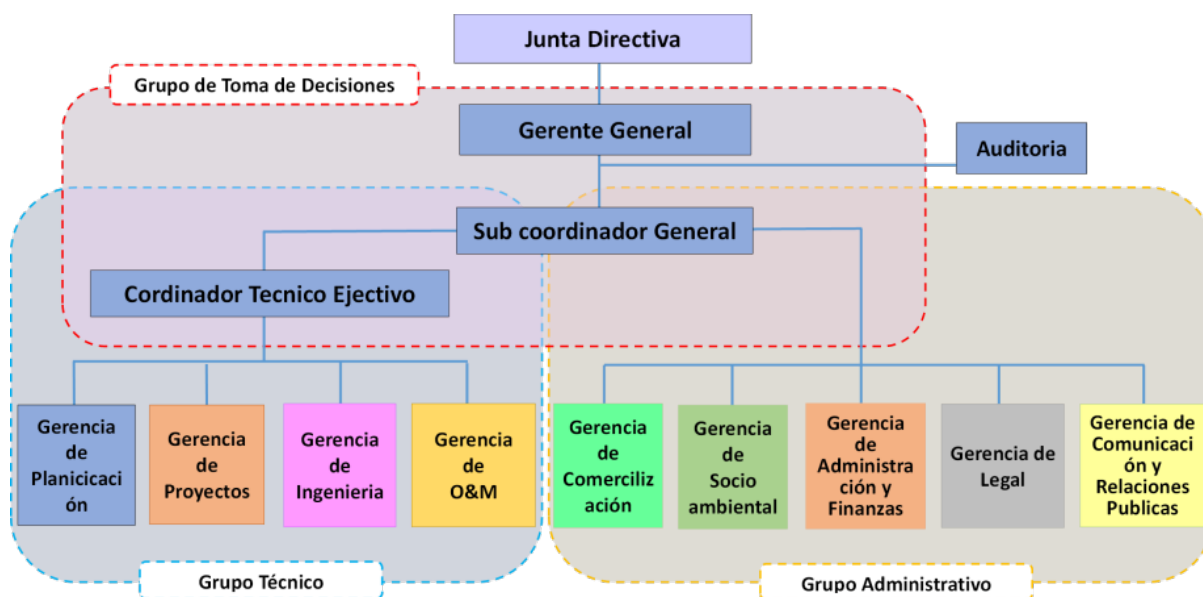


Fig. 3 Organigrama propuesto para régimen de autonomía económica

(2) Recomendaciones para crear un sistema institucional más eficiente

De cara a la autonomía económica de UCP, urge establecer nueva gerencia comercial y fortalecer el sector financiero. Además, respecto a las demás gerencias, es preciso tratar de fortalecer cada una de ellas para poder ofrecer un servicio más eficiente y de mejor nivel. A continuación, se repasa gerencia por gerencia.

a) Establecimiento de nueva gerencia comercial y coordinación con otras gerencias

Para el nuevo régimen de autonomía económica de UCP, es necesario lograr una gestión autónoma basada en el ingreso de tarifas y la gerencia comercial nuevamente establecida se encargará del trabajo relacionado con las tarifas. No obstante, si el personal se encargara de todos los trabajos, se haría necesario crear una vasta organización. Es recomendable crear una organización reducida, externalizando en lo posible la subcontratación de terceros.

Para realizar los trabajos de gestión del libro mayor de clientes, fijación de tarifas, facturación, recaudación de tarifas y toma de medidas contra morosos, será necesario establecer 3 encargados indicados en Fig. 4. Puesto que UCP no tiene actualmente ni conocimiento ni experiencia de cómo atender a este tipo de trabajo, en base a préstamo de algún donante está previsto un proyecto para asesorar a los gestores, en el que se analizarán medidas concretas.

Será necesaria una coordinación más estrecha con otras gerencias, ya que los trabajos de la gerencia comercial conllevan un ingreso en la gerencia de gestión y finanzas, y tienen relación con la atención a reclamaciones por parte de la gerencia de lo socio-ambiental.

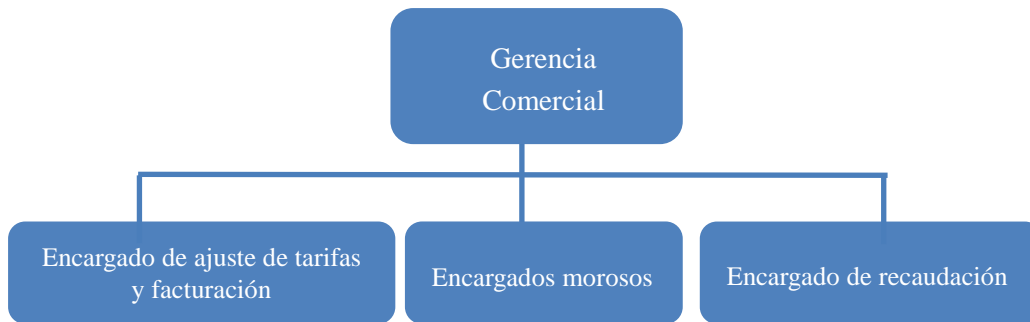


Fig. 4 Opción de estructura de la gerencia comercial

b) Fortalecimiento de la gerencia de gestión y finanzas

Actualmente las finanzas de UCP se sostienen por fondos públicos asignados por el Estado y no con las tarifas del servicio de alcantarillado. Una vez privatizada, tendrá que administrarse en principio cubriendo con las tarifas los costes de operación y mantenimiento. Para determinar las tarifas, será importante tener perspectivas sobre los gastos a medio y largo plazo. Será necesario que la gerencia de administración y finanzas logre pronosticar el ingreso y el egreso con mayor precisión que ahora, tratando de llevar una gestión del servicio autónoma y estable.

c) Fortalecimiento de la gerencia de Operación y Mantenimiento

Perseguirá una gestión que mantenga un equilibrio entre el ingreso de tarifas y los costos de operación y mantenimiento, antes mencionados. Para trabajos de operación y mantenimiento de instalaciones subcontratados a terceros, se requiere una gestión más eficaz. Será necesario seguir abordando no solamente el aumento de personal, sino también la revisión del contenido de los contratos con los proveedores, sus métodos y el mejoramiento de la capacitación de personal, lo que requerirá asistencia técnica continuada.

d) Fortalecimiento de la gerencia de lo Socio-Ambiental

Puesto que se dirige a una gestión basada en tarifas pagadas por clientes, será esencial que estos tengan la voluntad de pago. Tendrán mayor importancia la concientización y la educación ambiental dirigidas a clientes. Actualmente la gerencia atiende a reclamaciones de clientes, por lo que se requiere fortalecerla.

Las actuales tarifas del servicio de alcantarillado incluyen un sistema de reducción o exención (en base a un presupuesto de asistencia social) para hogares pobres. Será necesario designar asistente social que sancione la reducción o exención en cada caso.

e) Fortalecimiento de la gerencia de planificación y nombramiento de encargado de MIS

Para que la renovada entidad con régimen de autonomía económica adquiera lo antes posible una

gestión estable, será necesario llevar a cabo con rigor un plan estratégico y un plan de negocio. Actualmente la gerencia de planificación se encarga de impulsar SIG y recomendamos que, tras la adopción del régimen de autonomía económica, fortalezca aún más este cometido y se dedique principalmente a impulsar el plan estratégico y el plan de negocio.

UCP tiene ya adoptados varios sistemas informáticos, tales como GIS para red de tuberías de alcantarillado y el sistema de contabilidad. De ahora en adelante, se irán añadiendo varios sistemas informáticos adicionales, como sistema de información de clientes, datos de tarifas, libro mayor de instalaciones (con costos de depreciación) y control de recursos humanos. En el proyecto proponemos integrar dichos sistemas en una plataforma común, estableciendo un sistema de manejo informático que sea una herramienta eficaz para la gestión al más alto nivel, y que facilite la toma de decisiones de tipo empresarial. Recomendamos designar un encargado de MIS en la gerencia de planificación un encargado de MIS, para que se centre en estos trabajos.



Fig. 5 Propuesta para estructura de la gerencia de Planificación

f) Fortalecimiento institucional con implementación de plan de negocio

Actualmente UCP considera SIG como base de la gestión del servicio. Con la entrada en vigor de la autonomía económica, será necesario fortalecer las áreas de finanzas y gestión, por lo que proponemos elaborar un plan de negocio y dejar encaminada su implementación. En la II parte de la presente propuesta, adelantamos la elaboración de plan de negocio.

II Propuesta para elaboración de plan de negocio

Para gestionar un servicio de alcantarillado como entidad de interés público económicamente autónoma, lo importante es dotarse de un sistema de control financiero sostenible. Para lograr este objetivo de forma eficaz y estable, proponemos elaborar un plan de negocio e implementarlo.

Para un plan de negocio, lo primero es fijar los objetivos del servicio y determinar las políticas básicas. Asimismo, se establecerán planes de acción para cada una de las políticas básicas. Además de la elaboración de los planes, proponemos métodos para implementarlos con seguridad solvencia y garantías.

Aquí mencionamos ejemplos de planes de acción, con sus métodos de implementación. UCP o EPSP, teniendo en cuenta el plan estratégico a elaborar de ahora en adelante, establece por sí mismo los objetivos de gestión, las políticas básicas y planes de acción, y determina PI. También prepara un cronograma para cada plan de acción y lo lleva a cabo con rigor, con lo que logra una gestión financiera sostenible, basándose en las previsiones financieras a preparar aparte.

1. Estructura de plan de negocio

El plan de negocio consta de “objetivos de gestión”, políticas básicas” y “planes de acción”.

UCP tiene establecidos los cometidos de la organización abajo indicados, pero redefinirá los objetivos de gestión, esta vez desde el punto de vista propio de una entidad de interés público que económicamente solo depende de su propia gestión.

“Mejorar la vida de la ciudadanía, el medio ambiente y las condiciones sanitarias de Panamá de manera sostenible, introducir un sistema que permita capturar, recolectar y tratar aguas residuales, y a través del control, operación y mantenimiento de dichas instalaciones, dar tratamiento a aguas residuales aplicando tecnología adecuada y fiable, a fin de fomentar el desarrollo económico, urbano, social y turístico.”

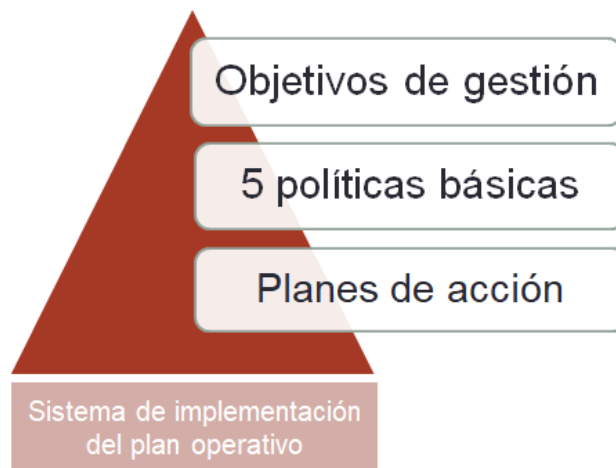


Figura 1 Estructura de plan de negocio

2. Políticas básicas del plan de negocio

Como políticas básicas del plan de negocio proponemos 5 políticas indicadas en Fig. 2. Sobre todo, “gestión financiera estable” y “mejoramiento del nivel de satisfacción de clientes a través de mejoras en la calidad del servicio” son temas ausentes en la actual UCP, por lo que es necesario impulsarlos con empeño.

- (1) Promoción de proyectos
- (2) Gestión financiera estable
- (3) Gestión, operación y mantenimiento sostenible de instalaciones
- (4) Mejoramiento del nivel de satisfacción de clientes con servicios de calidad
- (5) Consideraciones ambientales

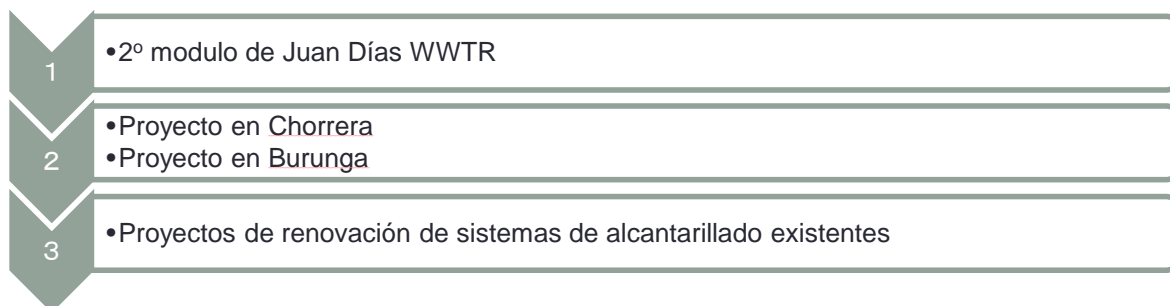


Fig. 2 5 políticas básicas

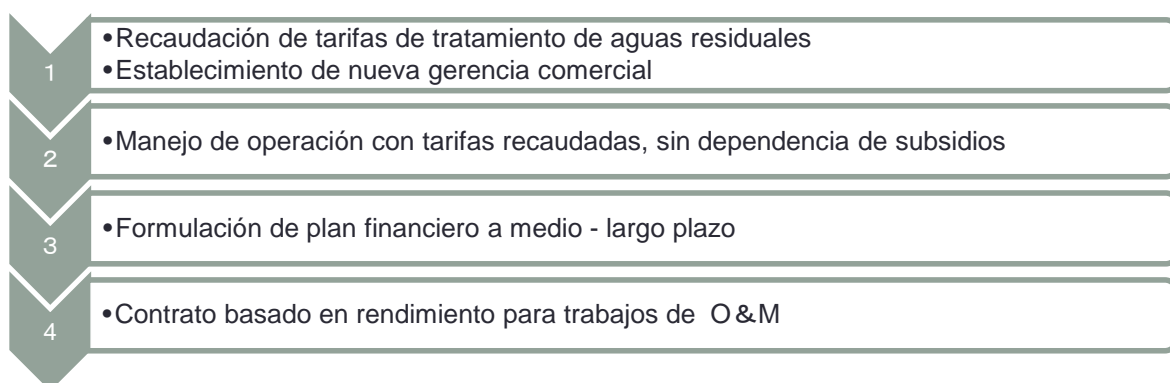
3. Ejemplos de planes de acción para cada política básica

A continuación, se indican ejemplos de plan de acción para cada una de las políticas básicas. Proponemos analizar el contenido del plan estratégico a elaborar de ahora en adelante, para añadir o suprimir elementos según necesidad.

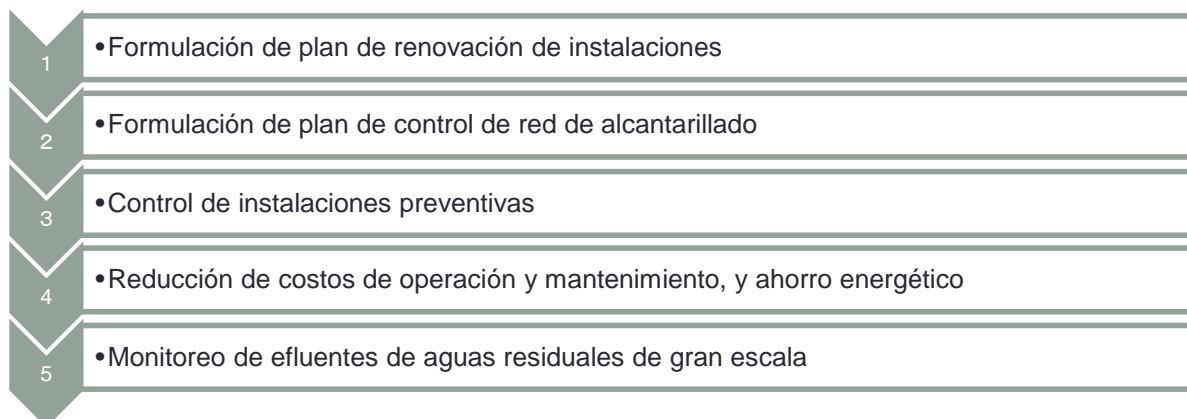
(1) Fomento del proyecto



(2) Gestión financiera estable



(3) Gestión, operación y mantenimiento sostenible de instalaciones



(4) Mejoramiento del nivel de satisfacción de clientes con servicios de calidad

- 1 •Reducción del número de percances a causa de obstrucción de tubería de alcantarillado
- 2 •Rápida respuesta a reclamaciones
- 3 •Prevención de reincidencia de quejas
- 4 •Establecimiento de buena relación con usuarios y residentes

(5) Consideraciones ambientales

- 1 •Promoción de purificación de agua de ríos urbanos y en Bahía de Panamá
- 2 •Monitoreo de medioambiente de agua
- 3 •Promoción de educación ambiental y conservación de agua
- 4 •Colaboración con otras entidades relacionadas

4. Método de aplicación de plan de negocio

(1) Motor para la aplicación de plan de negocio

Lo importante es no solo elaborar un plan de negocio sino también aplicarlo eficazmente. Por lo general, se pone en marcha un plan de acción siguiendo un cronograma y se evalúa el estado de aplicación revisando los indicadores de rendimiento (PI). Estos “PI” frecuentemente representan los resultados efecto de la implementación de algún plan de acción. Los indicadores de resultados son importantes como medio de información para interesados externos. Sin embargo, hay casos en que la implementación de un plan de acción no conlleva directamente resultados, o no se consiguen resultados antes de la conclusión total del proyecto.

En la evaluación, se considerará como parte integrante del resultado la comprobación de si el plan de acción se está ejecutando según lo programado. Este trabajo es muy importante, ya que tiene mucho que ver con la gestión institucional interna. Fig. 4 presenta los conceptos de estos 2 tipos de medición de avances.

La evaluación de resultados se hará con un ciclo PDCA basándose en los desempeños, según lo indicado en Fig. 2. Además, proponemos relacionarlos con la evaluación del trabajo de funcionarios directivos. No obstante, no se trata de rebajar la valoración, aunque no se hayan logrado los resultados perseguidos, sino de detectar problemas pendientes y evaluar los esfuerzos para solucionarlos.

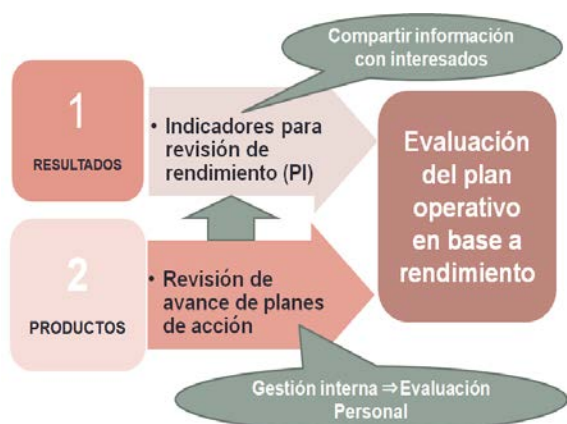


Fig. 3 Evaluación de proyectos y resultados



Fig. 4 Evaluación basada en desempeño

(2) Actividades de apoyo a la aplicación del plan de negocio



Fig. 5 Actividades de apoyo al plan de negocio

Aquí mencionamos actividades de apoyo al plan de negocio. Para la implementación del plan de negocio, proponemos hacerlo en coordinación con actividades existentes y futuras y no establecer un solo organismo encargado.

a) Continuación y desarrollo adicional de actividades de SIG

Actualmente, UCP utiliza “Integrated Management System” (SIG) (sistema de gestión integral) como base de la gestión del servicio. SIG se basa en 3 normas ISO: control de calidad, control medioambiental y control de seguridad, y proponemos llevar a cabo el plan de negocio manteniendo y desarrollando dichas actividades. Asimismo, proponemos potenciar las atribuciones del encargado de SIG en gerencia de planificación para que cubra la implementación del plan de negocio.

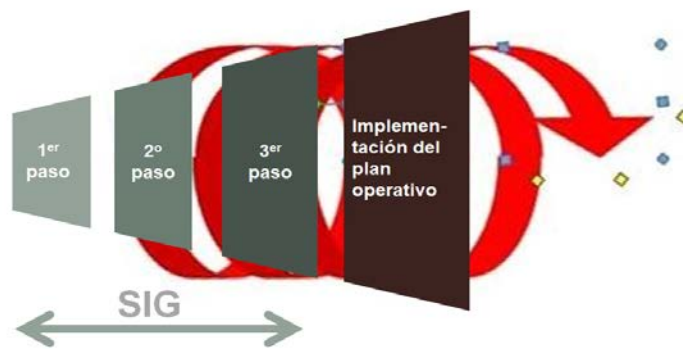


Fig. 6 Implementar el plan de negocio manteniendo y desarrollando SIG

b) Establecimiento de “Management Information System” (MIS) (Sistema de información de gestión)



Fig. 7 Estructura y concepto de MIS

Es normal en muchas empresas aprovechar MIS, para obtener la información que los ejecutivos responsables necesitan para tomar decisiones, integrando para ello en MIS el resto de sistemas informáticos existentes en sus proyectos / organizaciones.

Actualmente, UCP cuenta con varios sistemas informáticos tales como información GIS de red de tuberías de alcantarillado y sistema de contabilidad. De ahora en adelante, se añadirán varios sistemas informáticos adicionales, como clientes, tarifas, libro mayor de activos, entre otros. Proponemos establecer un sistema que integre toda la información disponible en una plataforma común, aun manteniendo la identidad de cada uno de los sistemas informáticos. (Véase Fig. 8.) Para ello, en adelante, será necesario prestar atención a la compatibilidad de datos entre esta plataforma y cada uno de los sistemas informáticos.

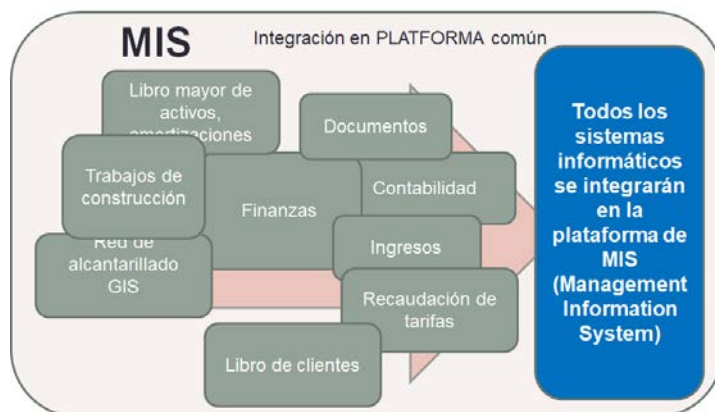


Fig. 8 MIS propuesto

c) Coordinación con desarrollo de recursos humanos

A fin de llevar adelante el plan de negocio con mayor seguridad y crear una organización más dinámica, proponemos potenciar la coordinación con la formación de recursos humanos y concretamente desglosar el plan de negocio y, sobre todo, posicionarlo como metas de trabajo anuales de funcionarios de nivel directivo para facilitar en cada caso la evaluación de su desempeño.

Lo que se presenta en Fig. 9 es un concepto en que cada funcionario anualmente establece metas de trabajo adoptando el plan de negocio desglosado, evalúa el logro de las metas y apoya el avance de los planes de acción del plan de negocio.



Fig. 9 Método para convertir las evaluaciones de desempeño en herramienta impulsora del plan de negocio

5 Determinación de “Performance Indicators” (PI) (indicadores de rendimiento)

A continuación, se indican como referencia posibles PI, que se revisarán una vez determinados los planes de acción. Es decir, será necesario aclarar en lo posible que son resultado (relación causa-efecto) del correspondiente plan de acción.

Tabla 1 Ejemplos de indicadores de rendimiento

Indicador	Unidad	Actual	A medio plazo	A largo plazo
Cobertura de alcantarillado	%			
No. de acometida				
Población servida				
Atasco / rebose de tuberías de alcantarillado	/km/yr			
Quejas sobre alcantarillado	/km/yr			
Calidad de agua no apta	%			
Eficiencia de recolección (Física)	%			
Eficiencia de recaudación (Financiera)	%			
Costo unitario/m ³	B/m ³			
Consumo de energía/m ³	B/m ³			
Consumo de químicos/m ³	B/m ³			

5 Otros factores del plan de negocio

Ante la elaboración de un plan de negocio, son necesarios, además, los siguientes trabajos.

- ✓ Elaboración de cronograma de planes de acción
- ✓ Elaboración de perspectivas financieras a medio y largo plazo

Apéndice: Descripción de Trabajo de UCP

a) Gerencia de Legal y Contrataciones

1. Apoyar en el proceso de adquisiciones del programa, que incluye; identificación de políticas y procedimientos a seguir, documentos estándar, instrumentos de gestión, sistema de registros y archivos, control y supervisión de procedimientos, estructura organizacional, etc.
2. Apoyar en la actualización y dar seguimiento al plan de adquisiciones del programa de los distintos componentes para las diferentes categorías de inversión y someter su proceso de aprobación a las instancias correspondientes.
3. Preparar y publicar anualmente, con las autorizaciones respectivas, el anuncio general de adquisiciones del programa.
4. Preparar y coordinar la elaboración de los documentos de licitación de obras, bienes, distintos a los de la consultoría y servicio de consultoría, para los diferentes componentes del programa, de conformidad con los lineamiento y procedimientos acordados para el PA en el Manual Operativo del programa y las políticas de adquisiciones publicadas por el Banco Interamericano de Desarrollo, la legislación nacional y las políticas de adquisiciones de los otros bancos financiadores del programa, según corresponda.
5. Garantizar el fiel cumplimiento, de las condiciones de elegibilidad que establecen tanto los bancos financiadores del programa, para el uso de fondos en las diferentes categorías de inversión y con los diferentes métodos de adquisición.
6. Dar seguimiento al avance de las licitaciones y/o contrataciones de bienes, obras distintas a los de consultoría y servicio de consultoría, con los coordinadores de componentes y los directores de línea de la UCP.
7. Realizar las gestiones necesarias para resolver cualquier problema generado en un proceso de adquisiciones o contratación relacionado con aclaraciones, inconformidades, solicitudes de información, conforme se haya previsto en el Manual operativo del programa.
8. Brindar asesoría en materia de compras y adquisiciones del Estado
9. Elaborar bases para compras y adquisiciones
10. Asesorar en materia laboral.
11. Redactar y revisar contratos, actas, cartas y otros documentos legales.
12. Apoyar en la identificación de requisitos legales aplicables al Programa y en la evaluación del cumplimiento legal.
13. Apoyar en el seguimiento al cumplimiento contractual de los contratos suscritos para cada uno de los componentes del Programa.
14. Apoyar en la asesoría legal y realización de los trámites legales en temas relacionados a adquisición y/o constitución de servidumbres, expropiaciones y negociaciones con propietarios privados o con el Estado
15. Efectuar un adecuado seguimiento de los procesos judiciales y procedimientos administrativo de la UCP.

16. Seleccionar en conjunto con Recursos Humanos al personal que requiere su sección, bajo decisión final del Coordinador General.
17. Otras funciones que le sean asignadas por el Coordinador General del Programa.

b) Gerencia de comunicación

1. Elaborar y actualizar periódicamente el plan de comunicación del programa, en coordinación con relaciones públicas del MINSA y la Presidencia de la Republica.
2. Implementar y dar seguimiento al Plan de Comunicación del Programa.
3. Elaborar e implementar el plan estratégico de imagen del programa.
4. Preparar y dar seguimiento a las campañas de comunicación y publicidad del programa.
5. Seleccionar y elaborar la información sobre el programa que será transmitida a los medios de comunicación, a otras instituciones y al público en general.
6. Atender, analizar, filtrar y resumir toda información producidas por los medios de comunicación y demás instituciones para facilitar a todas las secciones de la UCP.
7. Intermediar entre la UCP y los medios de comunicación, gremios, instituciones y la sociedad civil, facilitando la información puntual que se requiera, coordinando las posibles entrevistas, reportajes, presentaciones, etc.
8. Coadyuvar en el control constante del clima de opinión que existe sobre el programa, así como el problema que puedan trascender a los medios.
9. Estimar el presupuesto requerido para las actividades de comunicación y publicidad que se requieran.
10. Coadyuvar en las solicitudes de presupuesto para la sección de comunicación y publicidad.
11. Elaborar el manual de comunicación de crisis, que sirva de referencia.
12. Coordinar el seguimiento a las contrataciones que se requieran para la sección de comunicación.
13. Desarrollar el equipo de personas, con conocimiento de aquellas herramientas que le permitan una mejor gestión de los objetivos de la sección.
14. Brindar asistencia técnica al personal a su cargo, dando solución a los problemas presentados durante el desarrollo del trabajo.
15. Seleccionar en conjunto con Recursos Humanos al personal que requiere su sección, bajo decisión final del Coordinador General.
16. Brindar asistencia técnica al personal bajo su cargo, dando solución a los problemas presentados durante el desarrollo de su trabajo.
17. Cualquier otra función inherente al cargo.

c) Gerencia Socio ambiental

1. Formular los objetivos, políticas y estrategias ambientales para el programa.
2. Definir los lineamientos de educación ambiental para el desarrollo de las actividades antes, durante y después de la ejecución de las obras del programa, en armonía con la protección del

medio ambiente, la conservación de los recursos naturales y la participación ciudadana bajo el criterio de sostenibilidad.

3. Asignar las funciones y tareas a ejecutar en las diferentes áreas que conforman la sección.
4. Incentivar las buenas prácticas ambientales en la Unidad Coordinadora de programa.
5. Gestionar las capacitaciones al personal en temas ambientales, sociales, y de seguridad, higiene y salud ocupacional.
6. Dirigir, planear y ejecutar auditorías internas en temas ambientales y de seguridad e higiene.
7. Buscar e implementar indicadores adecuados que sirvan para medir el desempeño socio ambiental del programa.
8. Liderar proyectos ambientales para la generación de valor dentro de la unidad coordinadora.
9. Plantear soluciones técnicas preventivas y/o mitigables a problemas ambientales y sociales del programa.
10. Priorizar las acciones correctivas al presentarse impactos o los incumplimientos socios ambientales.
11. Prevenir la generación de nuevos impactos ambientales negativos en las obras que desarrolla el programa.
12. Informar periódicamente a la Coordinación General sobre la gestión socio ambiental realizada por las áreas técnicas.
13. Dar el seguimiento a los planes de manejo ambiental del programa establecidos en los estudios del impacto ambiental, las resoluciones ambientales aprobatorias del programa.
14. Realizar el seguimiento y coordinación con las unidades ambientales sectoriales (UAS) que participaran en el programa.
15. Realizar las coordinaciones necesarias con el Ministerio de ambiente
16. Coordinar la preparación de los informes y planes socio ambientales relacionado con el programa que son exigidos por el Ministerio de ambiente, otras instituciones estatales, el BID y las otras entidades que financian el programa(JICA, CAF, BEI)
17. Verificar y aprobar los informes de seguimiento semestral (requisitos del Ministerio de Ambiente) preparados por los supervisores (empresas consultoras) y los contratistas de las diferentes obras.
18. Revisar los informes preparados por las empresas consultora que deben ser entregados para cumplir con los requisitos de los diferentes organismos financiadores.
19. Participar en el seguimiento a la Educación ambiental del programa y coordinar con el especialista social de la UCP, el IDAAN y el MINSA los aspectos ambientales relacionados con la comunicación y las relaciones comunitarias del programa.
20. Participar en las inspecciones de campo a las obras, en coordinación con los supervisores y contratistas para verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación ambiental.
21. Participar en reuniones y realizar presentaciones con los actores involucrados en la gestión del programa(entidades del estado, supervisores, contratistas, miembros de la comunidad, medios de comunicación y asociación públicas y privadas)

22. Dar seguimiento a las consultorías y contratos de carácter ambiental que realice la UCP
23. Coordinar las acciones del área ambiental y social para la implementación de los procedimientos contenidos en los planes ambientales, sociales, acuerdos interinstitucionales, así como normas y compromisos ambientales y sociales aplicados para el programa.
24. Adecuar procedimientos de protección ambiental, salud, seguridad y relaciones comunitarias específicas según las características que se observen durante el desarrollo de las actividades del programa.
25. Coordinar y supervisar la implementación en temas de seguridad, salud, ambiente y relaciones comunitarias.
26. Validar los procedimientos básicos para establecer planes de contingencias y planes de gestión de riesgos ambientales y laborales.
27. Coordinar el desarrollo del programa de monitoreo ambiental en los ríos de las cuencas impactadas por el programa, de acuerdo a los compromisos asumidos por el programa.
28. Supervisar el cumplimiento que en materia de seguridad, higiene y salud ocupacional sea aplicable al programa de acuerdo a la normativa vigente en materia de seguridad laboral.
29. Garantizar el desarrollo de programas de seguridad para identificar los posibles riesgos y peligros durante los trabajos de construcción de las obras.
30. Coordinar las acciones de responsabilidad social del programa.
31. Otras que la Coordinación le asigne.

d) Gerencia de Planificación

1. Identificar y planificar las futuras acciones, coordinaciones, necesidades y proyectos que permitan la consolidación y puesta en marcha del plan maestro del saneamiento de la ciudad.
2. Apoyar al equipo técnico para lograr la ejecución programada de las obras y consultorías.
3. Realizar el seguimiento a los avances físicos y financieros de todas las actividades que se realizan como parte del programa.
4. Realizar la revisión y actualización periódica de los costos de las obras del programa en relación a los costos estimados en los contratos de préstamos.
5. Analizar los puntos críticos del proyecto y priorizar y coordinar las intervenciones correspondientes para asegurar los objetivos principales del proyecto.
6. Asegurar la correcta implementación y seguimiento de los procesos de calidad.
7. Establecer mecanismos e instrumentos para evaluar el impacto que tiene el programa en su área de influencia.
8. Apoyar al equipo financiero a proveer y realizar las solicitudes de recursos y presupuesto adicional para el proyecto.
9. Optimizar y monitorear el proceso de programación presupuestaria de acuerdo a los lineamientos emanados del Ministerio de Economía y Finanzas y la Contraloría General de la Republica.
10. Coadyuvar en la elaboración, actualización periódica y seguimiento del Plan de Ejecución

Plurianual del Programa.

11. Preparar con el equipo técnico los informes periódicos de progreso para las entidades financieras internacionales.
12. Dar seguimiento al marco de resultados de los programas liderados por la UCP.
13. Elaborar planes, programas y presupuestos de trabajo.
14. Mantener relacionados de coordinación estratégicas con las diferentes áreas del IDAAN, para planificar el traspaso, operación y mantenimiento de la infraestructura que se construye como parte del proyecto.
15. Coordinar la elaboración de las propuestas de cambios en la estructura organizativa de la UCP, dar seguimiento a su implementación, detectar fallas y sugerir correctivos.
16. Promover acciones encaminadas a mejorar los sistemas y procedimientos de trabajo, que eleven la eficiencia y eficacia de la gestión de la UCP.
17. Prever y planificar las futuras etapas del programa
18. Cualquier otra función inherente al cargo.

e) Gerencia de Ingeniería

1. Planificar y dar a la formulación de proyectos, sistema de información geográfico, modelo hidráulico del sistema de saneamiento.
2. Coordinar el apoyo de la sección de Ingeniería a las diversas gerencias que componen el Programa.
3. Elaborar del esquema de seguimiento y supervisión de los estudios y diseños de las diferentes obras que componen el programa.
4. Revisar y aprobar informes de inspección para garantizar los diseños.
5. Participar en el establecimiento y desarrollo de las metas del programa.
6. Coadyuvar en el manejo y coordinación de soluciones para quejas y reclamos.
7. Elaborar informes técnicos requeridos contractualmente, y para otras instituciones y organismos.
8. Desarrollar actividades de seguridad necesarias para el normal desenvolvimiento y mantener actualizada la información y el equipamiento destinado al cumplimiento de planes y programas.
9. Brindar asistencia técnica al personal a su cargo, dando solución a los problemas presentados durante el desarrollo del trabajo.
10. Seleccionar en conjunto con Recursos Humanos al personal que requiere su sección, bajo decisión final del Coordinador General.
11. Brindar asistencia técnica al personal bajo su cargo, dando solución a los problemas presentados durante el desarrollo de su trabajo.
12. Otras que el Coordinador General del Programa le asigne.

f) Gerencia de SecciónProyectos

1. Coadyuvar en la definición de las obras de saneamiento que se requieran, el esquema de financiamiento y la planificación de las mismas.
2. Apoyar en la elaboración de documentos para los financiamientos requeridos para las obras del Programa.
3. Elaborar el plan para la dirección del programa, correspondiente a las obras que se requieran y actualizarlo mensualmente.
4. Coadyuvar a la coordinación para lograr la correcta ejecución del programa en tiempo y presupuesto.
5. Asegurar la correcta ejecución en tiempo y presupuesto de las obras del Programa Saneamiento de Panamá
6. Planificar el seguimiento y el control de todas las actividades de las obras para el Programa Saneamiento de Panamá.
7. Elaborar el presupuesto para las obras del Programa Saneamiento de Panamá.
8. Seguimiento a la ejecución presupuestaria de las obras del Programa Saneamiento de Panamá e identificación de recursos adicionales necesarios.
9. Dirigir, administrar y supervisar las tareas del personal a su cargo.
10. Coordinar soluciones para situaciones críticas de las obras de Saneamiento del Programa Saneamiento de Panamá, de índole técnicas, sociales, legales o político, en conjunto con el personal.
11. Coadyuvar en la toma de decisiones de tipo contractual para las diferentes obras y consultorías del programa de Saneamiento de Panamá.
12. Participar en reuniones con representantes de las comunidades circunvecinas a las obras del saneamiento, atención a brindar la información correspondiente al desenvolvimiento de las obras y/o atender afectaciones, quejas o solicitudes relacionadas con la ejecución de las mismas.
13. Coordinar, en conjunto con la dirección de Relaciones Publicas del Ministerio, las atenciones y respuestas solicitadas por los medios de comunicación en relación a las obras del saneamiento Panamá.
14. Coordinar la preparación, revisión y aprobación de todos los términos de referencia y pliegos que se elaboran para la contratación de servicios u obras.
15. Coadyuvar en la dirección y supervisión de la organización de los procesos de licitaciones nacionales e internacionales para la contratación de estudios, bienes, servicios y obras que se requieran, tomando en cuenta las disposiciones contenidas en las leyes del país y en las políticas del organismo financiador correspondiente.
16. Coadyuvar en el seguimiento al desarrollo de las metas del programa saneamiento de Panamá.
17. Coadyuvar en la elaboración y presentación de los informes y demás información que requieran las entidades del gobierno y los entes financiadores.
18. Coordinar actividades con el IDAAN, el MEF y con cualquier otra institución relacionada con

el programa Saneamiento de Panamá y asegurar el apoyo de estas según sea necesario.

19. Coadyuvar en la elaboración y avances del Plan de Ejecución Plurianual para el programa en su totalidad.
20. Evaluar periódicamente el desempeño del personal a su cargo y tomar las medidas que sean necesarias para asegurar su adecuado desempeño.
21. Brindar asistencia técnica al personal a su cargo, dando solución a los problemas presentados durante el desarrollo de trabajo.
22. Seleccionar en conjunto con Recursos Humanos el personal que requiere su sección, bajo decisión final del Coordinador General.
23. Otras que el Coordinador General o el Coordinador Técnico Ejecutivo del Programa le asigne.

g) Gerencia de Operación y Mantenimiento

1. Administrar y supervisar los servicios de operación y Mantenimiento contratados con terceros, vinculados a su sección, verificar el cumplimiento estricto de los contratos suscritos, dando cuenta de los incumplimientos originados, y asegurar la coordinación entre los terceros contratados velando por el logro de los objetivos.
2. Diseñar y mantener una estrategia de comunicación que permita al equipo de trabajo identificar claramente los objetivos de su área o unidad bajo su dirección.
3. Planificar, dirigir y evaluar las acciones de apoyo tecnológico a los procesos de recolección de agua residuales.
4. Administrar simultáneamente proyectos complejos, realizando controles y coordinando la información de los procesos en curso.
5. Planificar, dirigir y evaluar los resultados de los análisis bioquímicos, fisicoquímicos, microbiológicos, parasitológicos e hidrobiológicos, de los monitores del afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales.
6. Dirigir y evaluar los procesos de evaluación de calidad de las aguas residuales así como implementar las medidas preventivas y correctivas pertinentes. Asimismo, planificar la realización de investigación y proponer soluciones en caso especiales de vertimiento que pudiese afectar la salud y medio ambiente.
7. Participar en planes de acción del plan ambiental de la UCP, con la finalidad de implementar acciones que reduzcan los impactos ambientales y sirvan para mejorar el comportamiento ambiental en el ámbito de su competencia.
8. Programar, ejecutar, controlar y evaluar los trabajos de operación y mantenimiento de redes de alcantarillado, así como solucionar las emergencias que se presenten en el ámbito de la competencia.
9. Coordinar con las demás áreas operativas, municipios y personas naturales y/o jurídicas, la ejecución de obras en la vía pública y solucionar la interferencia de las mismas en el ámbito

de su competencia.

10. Programar y ejecutar las inspecciones a los establecimientos usuarios de la red de alcantarillado que se descargan aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillados.
11. Formular y ejecutar las acciones de mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas y equipos.
12. Coordinar y apoyar las acciones de mantenimiento de catastro de redes y conexiones domiciliarias de alcantarillado.
13. Evaluar permanentemente los posibles riesgos en las instalaciones de los sistemas de alcantarillado, a fin de mantener actualizado el plan anual de prevención y atención de desastres en el ámbito de su competencia.
14. Brindar asistencia técnica al personal a su cargo, dando solución a los problemas presentados durante el desarrollo de trabajo.
15. Seleccionar en conjunto con Recursos Humanos el personal que requiere su sección, bajo decisión final del Coordinador General.
16. Asistir a la UCP en la administración financiera de los contratos de operación y mantenimiento, analizando las cuentas, estados de pago, eventuales multas, aumentos de contratos, etc. Debera ejecutar los informes y adendas a los contratos que se correspondan.
17. Realizar análisis lógicos, identificar problemas, reconocer información significativa, buscar y coordinar datos relevantes.
18. Prevé la actividad esperada y despliega acciones para mejorar los resultados de su área.
19. Brindar asistencia técnica al personal a su cargo, dando solución a los problemas presentados durante el desarrollo del trabajo.
20. Seleccionar en conjunto con Recursos Humanos al personal que requiere su sección, bajo decisión final del Coordinador General.
21. Brindar asistencia técnica al personal bajo su cargo, dando solución a los problemas presentados durante el desarrollo de su trabajo.
22. Otras que el Coordinador General del Programa le asigne.

**Proyecto de Mejoramiento de la
Administración de Aguas Residuales en
el Área Metropolitana de Panamá
【Asistencia Técnica en el Marco de la
Cooperación Financiera Reembolsable】
(II Fase: Fase de Actividades a Plena
Escala)**

**Plan de formación de recursos humanos de
UCP**

Octubre de 2018

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)

Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

1. Planteamiento básico de formación de recursos humanos

El presente plan de formación de recursos humanos (borrador) resume las pautas que han de inspirar la formación de las personas que UCP necesita para alcanzar sus objetivos de servicio.

El plan de formación de recursos humanos (HRDP) contempla formar funcionarios que de forma profesional desempeñen las actividades operativas requeridas para que UPC cumpla su objetivo y funciones, capacitando a esas personas para crear cada uno el valor que de él o ella en particular se espera. A tal efecto, los siguientes 5 ítems constituyen el planteamiento básico;

- a) Elaborar un HRDP para impulsar el plan operativo
- b) Basar incentivos y evaluaciones en el rendimiento del trabajo
- c) Asignar personal preparado para cada puesto o cargo
- d) Elaborar un plan de formación de recursos humanos acompañado de un buen programa de capacitación
- e) Mejorar constantemente el desempeño y calidad del trabajo de UCP

En la siguiente sección, se describe: “lo que pretende la organización” y “lo requerido a los funcionarios”, y a continuación se resumen los 5 ítems de planteamiento básico antes mencionados.

[Plan operativo]

Para alcanzar los objetivos del servicio de UCP, se propone elaborar un “plan operativo”. El plan operativo se apoyará en la formación de recursos humanos, que será considerada como parte del plan operativo. Además, el plan operativo se elaborará aprovechando actividades del Sistema Integrado de Gestión SIG, ya disponible y funcionando en la actualidad.

[Incentivos y evaluación basados en el rendimiento del trabajo]

Como parte integrante de la formación de recursos humanos, habrá evaluaciones de personal sobre la base del rendimiento del trabajo. Los planes de acción del plan operativo son igualmente objeto de evaluación, relacionada en este caso con la evaluación de funcionarios en posición de gerentes o supervisores.

f) [Asignar personal preparado para cada puesto o cargo]

Los trabajos de cada sector requieren un amplio conocimiento del servicio de alcantarillado. Se recomienda dentro de lo posible asignación de personal suficientemente preparado para la función a desempeñar, y una rotación laboral adecuada.

[Plan de formación de recursos humanos acompañado de un buen programa de capacitación]

Se recomienda un programa de capacitación elaborado desde el punto de vista de fomentar y garantizar la mejora de la capacidad de cada funcionario.

[Mejora constante de los trabajos]

Para llevar a cabo los trabajos de manera eficaz y eficiente, se requiere una mejora constante de los trabajos. Este enfoque deberá orientar el plan de formación de recursos humanos.

El presente plan tiene el siguiente contenido que se detalla a partir de la 2ª sección.

2. Lo que pretende la organización.
3. Lo requerido a los funcionarios (necesidades de la organización)
4. Elaboración de HRDP para implementar el plan operativo.
5. Incentivos y evaluación basados en el rendimiento del trabajo
6. Asignar personal preparado para cada puesto o cargo
7. Elaboración de plan de formación de recursos humanos acompañado de un buen programa de capacitación
8. Mejora constante de trabajos de UCP

2. Lo que pretende la organización. (Cometido, visión, valor del servicio y política ambiental de UCP)

1) Cometido de UCP

UCP tiene definido su cometido como sigue:

“Mejorar de manera sostenible la vida de la ciudadanía, el medio ambiente y las condiciones sanitarias de Panamá, introducir un sistema que permita capturar, recolectar y tratar aguas residuales y a través del control, operación y mantenimiento de las instalaciones, dar tratamiento a aguas residuales aplicando tecnología apropiada y fiable, que pueda fomentar el desarrollo económico, urbano, social y turístico.”

2) Visión de UCP

UCP tiene diseñada la siguiente visión:

“En 2020 UCP será una empresa sostenible, capaz de implementar reformas necesarias en el sector de alcantarillado de Panamá y dispondrá de sistema y estructuras que integren una eficiente captación, recolección y tratamiento de aguas residuales.”

3) Valor del servicio de UCP

La UCP se apoya en las 5 siguientes palabras clave que representan el valor de su servicio.

[Responsabilidad]

Nosotros, dando por descontadas las consecuencias de las palabras, acciones, decisiones tomadas y compromisos adquiridos, trabajamos con formalidad para no perjudicar al prójimo.

[Lealtad]

Actuamos con sinceridad y buena fe y completa transparencia, y respetamos los derechos de los demás.

[Intervención]

Somos conscientes de que intervenimos en todas las actividades a ejecutar por nosotros mismos y nos responsabilizamos de ellas. Aceptamos el compromiso de realizar lo prometido mediante desafíos permanentes que cumplan los requisitos dentro y fuera de la organización.

[Solidaridad]

Tratamos de mantener solidaridad con nuestros compañeros y con todas las personas relacionadas

con el medio ambiente, sociedad regional y el proyecto.

[Respeto]

Escuchamos opiniones de compañeros y personas relacionadas con nosotros, nos esforzamos en comprenderlas y evaluarlas para lograr armonía en las relaciones humanas y de trabajo.

4) Planteamiento y enfoque de la ejecución del servicio

Para control de su gestión y operaciones, UCP se rige por las 3 normas de las que tiene certificación: control de calidad ISO 9001, control medioambiental ISO 14001, y control de seguridad ambiental OHSAS 18001, que marcan sus criterios y decisiones.

UCP viene desarrollándose con miras a crear un equipo con criterio internacional, con conocimientos técnicos de máximo nivel y alta calidad profesional y dependiendo de sus propios logros. En 2015, con el fin de alcanzar una constante y destacada mejora y atender a los futuros temas pendientes, empezó la incorporación del Sistema Integrado de Gestión SIG, para obtener certificaciones basadas en normas internacionales ISO. Aspira a asegurar un control eficaz y adecuado de la calidad del servicio, los impactos ambientales causados por las actividades, además de la salud y seguridad laboral de funcionarios y contratistas en el desempeño de sus trabajos.

3. Lo requerido a de funcionarios (necesidades de la organización)

A continuación, se enumeran las cualidades requeridas de quienes trabajan en UCP. La formación de recursos humanos que cumplan estos requisitos se logrará con el plan de formación de recursos humanos.

1) Capacidad para desempeñar los trabajos con las habilidades requeridas para los trabajos de UCP

Para los funcionarios contratados para cada tipo de trabajo, la Descripción de Trabajo tiene establecidas una mínima experiencia, títulos y habilidades requeridas. Estos funcionarios se someten a una dinámica de mejora constante de capacidades para lograr mejores resultados.

2) Capacidad y motivación para llevar adelante el servicio de UCP

En el servicio de UCP, es necesario establecer metas constantes, cumplir los trabajos diarios para lograrlas, y tener capacidad y motivación a tal efecto.

3) Capacidad para cumplir el servicio de UCP de manera eficiente y eficaz

A diferencia de lo que ocurre en una empresa privada, el servicio de UCP no persigue el beneficio propio, y no debe olvidarse que los usuarios (= ciudadanos) le tienen encomendado un servicio público. Por tanto, a beneficio de los usuarios (= ciudadanos) es necesario llevar a cabo siempre el servicio de manera eficiente y eficaz, para lo que se requiere mejora constante de la capacidad correspondiente.

4) Capacidad de juicio y fuerza mental para cumplir el servicio de UCP

Para cumplir el servicio de UCP se requiere tener no solamente conocimientos y experiencia sino también aprovecharlos para saber tomar en cada situación la decisión adecuada. Sobre todo, a los funcionarios de nivel de gerencia, se les requiere capacidad de dirigir la organización y orientarla correctamente. Asimismo, es necesario llevar a cabo los trabajos con cabal conocimiento de los objetivos de la organización y el rol que cada uno desempeña en ella. Además, se les requiere contar con la necesaria fuerza mental que apoye el correcto cumplimiento de dichos trabajos y la capacidad de juicio.

5) Cumplimiento de las leyes

Para que UCP cumpla su servicio con sentido de responsabilidad social, es necesario un cumplimiento riguroso de leyes y reglamentos, y que todos los funcionarios lleven a cabo el servicio con conocimiento y conciencia de sus obligaciones y limitaciones legales.

4. Elaboración de HRDP como sostén del plan operativo

La formación de recursos humanos es un importante factor de apoyo al plan operativo. Por otra parte, las actividades contempladas en el plan de formación de recursos humanos se incluyen en planes de acción del plan operativo. Como se muestra en Fig. 1, el plan operativo se apoya en la reforma institucional, SIG y formación de recursos humanos.

Es decir, con la sinergia del plan operativo y la formación de recursos humanos, mejorará el servicio de UCP.



Fig. 1 3 actividades que apoyan el plan operativo

5. Incentivos y evaluaciones basados en rendimiento del trabajo

1) Plan operativo basado en desempeño de cometidos y enfoque de la formación de recursos humanos

La evaluación basada en el rendimiento del trabajo constituye un planteamiento básico y tanto el avance del plan operativo como la marcha del plan de formación de recursos humanos serán evaluados según este planteamiento. (Véase Fig. 2.)

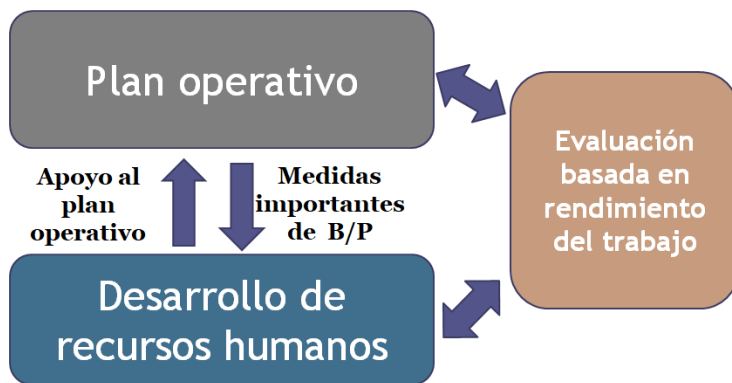


Fig. 2 Plan operativo y formación de recursos humanos evaluados según rendimiento del trabajo

2) Establecimiento de sistema de evaluación personal

Proponemos establecer un sistema de evaluación personal que evalúe anualmente a cada funcionario. A este efecto, utilizando formato pre-establecido, se evalúan los trabajos realizados en el año anterior y se determinan las metas de trabajo del año correspondiente. Al final del año fiscal, cada uno hace una autoevaluación y a continuación los evaluadores realizan su evaluación de rendimiento del trabajo de cada uno. Es preciso informar a todo el personal sobre este sistema de evaluaciones, con su finalidad y métodos, y a los evaluadores se les proporcionará capacitación sobre los métodos de evaluación.

3) Evaluación personal y formación de recursos humanos aprovechando el plan operativo

El concepto y el procedimiento de la evaluación de cada funcionario sobre la base de rendimiento del trabajo se detallan a continuación:

- ✓ Como metas de trabajo basadas en el sistema de evaluación personal, se establecen metas según los planes de acción del plan operativo.
- ✓ Considerar la implementación de planes de acción del plan operativo como trabajo propio de cada uno y llevarlos a cabo.
- ✓ Cada funcionario, al mismo tiempo que evalúa los resultados de implementación del plan operativo, evaluará el rendimiento de su propio trabajo.
- ✓ El buen rendimiento de trabajo se premiará con incentivos, incluyendo reconocimiento interno y entrega de galardones. Para desempeños claramente mejorables, no se trata simplemente de calificarlos negativamente, porque lo importante es analizar causas y factores, y tomar las medidas de mejora correspondientes.
- ✓ Fijar las metas de trabajo para el siguiente año, y cumplirlas.

Como se indica en Fig. 3, la evaluación de desempeños practicada anualmente según ciclo PDCA mejorará la motivación para la implementación de trabajo y conllevará mejoras de capacidad.



Fig. 3 Método de evaluación de rendimiento del trabajo de funcionarios con apoyo en el plan operativo

6. Asignación de personal preparado para cada posición y cargo

Se contratan los recursos humanos que cumplan los requisitos marcados en la Descripción de Trabajo. Se recomienda no mantenerlos de manera permanente en los cargos para los cuales fueron contratados, sino provocar que, dentro de lo posible, adquieran experiencia de trabajo en distintos puestos o situaciones (dentro de una misma área profesional) con rotación laboral para que mejoren su capacidad con amplio conocimiento y experiencia, que ha de redundar en la calidad y productividad de su trabajo. Además, es deseable establecer una regla que facilite la promoción a cargos más importantes conforme se va acumulando experiencia y mejoras de capacidad. Esto se describe para cada uno de los 5 ítems siguientes:

1) Contratación de nuevo personal con carreras y habilidades adecuadas a su destino

Ante todo, el personal a contratar de acuerdo con la Descripción de Trabajo, tiene que ser recursos humanos aptos para el trabajo requerido.

2) Evaluación de habilidades y aptitud de funcionarios

Es necesario evaluar las habilidades y aptitud de los funcionarios y asegurarse de que poseen las habilidades y aptitud necesarias para ejercer su función profesional. Si el nivel de habilidades no es suficiente, se preparará un programa de mejora de capacidad hasta alcanzar el nivel requerido. En caso de que se dictamine falta de aptitud, se estudiará el posible cambio a otro puesto de trabajo, tal como se describe más adelante. Para estos casos, se puede aprovechar la evaluación de desempeños de los funcionarios.

3) Averiguar las aspiraciones de mejora de capacidad y cambio de puesto asignado

En la evaluación de funcionarios, se requiere no solamente una evaluación hecha por los evaluadores sino también los trámites para averiguar las aspiraciones de funcionarios. En los comentarios sobre el trabajo actual, se anima a incluir las aspiraciones de mejora de capacidad y deseos de cambio de puesto.

4) Implementación de rotación de trabajo

Proponemos crear una regla para el cambio de puesto asignado, actualmente limitado a lo mínimo imprescindible, y fomentar, dentro de lo posible la rotación laboral.

5) Creación de una regla para el cambio de puesto asignado

Como condición previa para hacer una rotación de trabajo, proponemos crear una regla para el cambio de puesto asignado, con base en la información obtenida en la evaluación de rendimiento del trabajo y en las aspiraciones de cambio expresadas por los funcionarios.

7. Elaboración de plan de formación de recursos humanos acompañado de buen programa de capacitación

1) Elaboración de plan de formación de recursos humanos

Actualmente, UCP elabora cada año un plan de capacitación y forma recursos humanos mediante control del avance de dicho plan. Como ya se ha explicado anteriormente, la formación de recursos humanos no es simple cuestión de implementar capacitación, sino que necesita contribuir positivamente al progreso del servicio, por lo que proponemos elaborar un plan de formación de recursos humanos tomando como referencia el presente plan de formación de recursos humanos (borrador).

2) Elaboración de programa de capacitación

Un programa de capacitación suele estar compuesto por un conjunto misceláneo de cursos de formación y entrenamiento encomendado a diversos profesionales invitados de otras instituciones. Para lograr una capacitación más eficaz y exhaustiva, no es suficiente que el personal se someta pasivamente al programa diseñado por otros. Por el contrario, es necesario que los sectores donde se necesite elevar el nivel de formación de recursos humanos, se involucren directa y activamente en el diseño de programas de formación que respondan eficazmente a sus necesidades y diversos niveles de profesionalidad requeridos. A tal efecto, es necesario preparar la siguiente matriz y verificar que si la capacitación programada es suficiente.

Tabla 1 Ejemplo de la tabla de control de capacitaciones

		Objeto	No. de personas	Sector	Nivel	Nacional/ internacional
Capacitación 1	Gestión financiera de empresas de interés público	Nivel directivo	2	Finanzas	Alto	Nacional
Capacitación 2	Estudio y diagnóstico de tuberías de alcantarillado	Funcionarios en general	5	Técnica de O&M	Elemental	Nacional
Capacitación 3	Visita a empresas públicas extranjeras	Nivel directivo	3	Gestión	Alto	Internacional
Capacitación 4						

Por otra parte, es necesario hacer constar en el registro de personal de todos los funcionarios el historial de capacitaciones recibidas, y verificar si todos están recibiendo la capacitación necesaria.

UCP está contratando muchas personas nuevas. Para que los funcionarios nuevamente contratados puedan iniciar rápidamente sus trabajos, proponemos elaborar un plan de capacitación especial. Además, se pueden

aprovechar los documentos preparados con SIG.

8. Mejora constante de trabajos de UCP

Una formación de recursos humanos orientada a la mejora constante del servicio contribuye al fomento y solidez del servicio. Aquí, proponemos no solamente una mejora de la capacidad individual de los funcionarios, sino también un enfoque para mejorar el contenido del servicio mediante actividades en grupo. Este enfoque se puede plasmar en las actividades de SIG y en la gestión del plan operativo.

Proponemos la implementación de “KAIZEN” que las empresas industriales japonesas vienen abordando tradicionalmente. Porque el servicio de alcantarillado puede considerarse como una industria que purifica aguas residuales para devolverlas al medio ambiente, y se le requiere fabricar un producto de buena calidad con un costo menor. A través de KAIZEN, se evitará lo innecesario en el trabajo y se logrará un tratamiento de aguas residuales que cumpla eficientemente las normas de descarga. Esto puede aplicarse a todo el servicio y no solamente al tratamiento de aguas residuales. Concretamente se forman grupos y se fomentan actividades que siguen métodos estratégicos, de análisis de factores, y de “5S”. Es posible llevarlo a cabo ampliando actividades de SIG, y también como actividades de SIG sincronizadas con el plan operativo.

Nota : “5S”, fórmula empleada para control de calidad en la industria japonesa para designar 5 palabras clave que comparten como inicial la letra S: “seiri (arreglar), seiton (poner en orden), seisou (limpieza), seiketsu (higiene) y shitsuke (disciplina)”.

**Proyecto de Mejoramiento de la
Administración de Aguas Residuales
en el Área Metropolitana de Panamá,
República de Panamá**

**[Cooperación técnica con financiamiento
reembolsable]**

(Segunda fase: fase de actividad plena)

**Base de Datos de Grandes Fuentes de Aguas
Residuales**

Creado de diciembre de 2016

(A partir de septiembre de 2018)

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

(JICA)

Nihon Suido Consultants Co., Ltd.



INVENTARIO DE ESTABLECIMIENTOS EMISORES

Código: R-SOM05-02
Edición: 0
Vigencia:

N°	Establecimiento Emisor	Información de Contacto				Observaciones
		Nombre Completo	Cargo	Teléfono de Oficina	Teléfono Celular	
1	Aceti Oxígeno S.A.					
2	Aguas Cristalinas S.A.					
3	Alimentos Cárnicos de Panamá (Blue Ribbon)					
4	Alimentos del Istmo. S.A.					
5	Alimentos y Superconcentrados, S.A.					
6	Aluminio de Panamá, S.A.					
7	Arce Avícola		Supervisor de Gestión Ambiental	266-4473		
8	Anticorrosivos y Acabados AYA, S.A.					
9	Arcom, Inc.					
10	CONCRETOS ARGOS, S.A.					
11	Bahía Azul Int. S.A.					
12	Baltimore Spice Panamá, S.A.					
13	Barraza y Compañía, S.A.					
14	Bolsas y Cartuchos de Papel, S.A.					
15	Calx Industrial Inc.					
16	Cemex (Cemento Bayano, S.A.)					
17	Cervecería Nacional, S.A.					
18	Cervecerías Barú-Panamá, S.A.					
19	Cia. Levapan de Panamá, S.A.					
20	Coca Cola FEMSA		Asesora Ambiental	279-8273		
21	Compañía Sar, S.A.					
22	Conservas Panameñas Selectas, El Prado, S.A.					
23	Corporación Industrial S.A.					
24	Cryogas de Centroamérica, S.A.					
25	Cuadernos Escolares, S.A.					
26	Destiladora Nacional, S.A.					
28	Distribuidora Petro Hielo					
29	Embutidos y Conservas de Pollo, S.A.					
30	Empresa Panameña de Alimentos					
31	Envasadora Comercial, S.A.					
32	Fábrica de Muebles Originales, S.A. (FAMOSA)					
33	Formetal Panamá, S.A.					
34	Glaxo SmithKline Panamá					
35	Gold Mills de Panamá, S.A.		Gerente de Calidad	275-7901		
36	Grupo Bimbo		Mantenimiento	378-4400		
37	Grupo Melo, S.A. - Cocina Central		Jefe de Planta	220-5926		
38	Grupo Melo, S.A. - Planta Manuel Melo		Gerente	290-8800		
39	Grupo Melo, S.A. - REDEPROSA		Gerente de Planta	220-2098		
40	Grupo Melo, S.A. - Planta de Procesamiento Juan Díaz		Gerente de Planta	266-7866		
41	Harinas del Istmo, S.A.		Superintendente de Planta	220-2599		
42	Helados La Italiana					
43	Industria Panamá Boston, S.A.		Jefa de Seguridad y Ambiente	270-2066		
44	Industrias Correagua, S.A.					

45	Industrias Lácteas, S.A. Estrella Azul					
46	Insecticidas Superiores de Panamá					
47	Laboratorios Rigar					
48	Lavery Panamá S.A.	Encargado de Seguridad Industrial	305-4500			
49	Lubricantes y Químicos, S.A.					
50	MACELLO, S.A.					
51	Master Direct Panamá, S.A.					
52	Metal Química, S.A.					
53	Metalco Panamá, S.A.					
54	Metales Panamericanos (Metalpan) S.A.					
55	Metales, S.A.					
56	Metalquímica, S.A.					
57	Nestlé Panamá S.A.					
58	Niels Pedersen, S.A.					
59	Papelera Istmeña					
60	Petitte Bottling Company Inc.					
61	Pintuco	Coordinadora de HSE				
62	Plásticos Generales, S.A.					
63	Plastifom, S.A.					
64	Plastiglas, S.A.					
65	Prodima, S.A.					
66	Productos Kiener S.A.					
67	Productos Lux, S.A.					
68	Productos Panameños S.A.					
69	Productos Ultra, S.A.					
70	Sociedad de Alimentos de Primera, S. A. (BONLAC)					
71	Tasty Food Industrie					
72	Tejidos y Confecciones, S.A. (DUREX)					
73	Tenería El Progreso					
74	Toledano Juan Díaz					
75	Toledano Crisol					
76	Toledano Pedregal					
77	Tubotec					
78	Varela Hermanos, S.A.					



INVENTARIO DE ESTABLECIMIENTOS EMISORES

Código: R-SOM05-02
Edición: 0
Vigencia: Noviembre 2015

N°	Establecimiento Emisor	Ubicación				Representante Legal	CIU	Sector Industrial	Tipo de Actividad Económica	Horario de Operación
		Distrito	Corregimiento	Dirección Física	Cuenca					
1	Aceti Oxígeno S.A.	Panamá	San Francisco	Boca La Caja, detrás del Inst. Técnico Don Bosco	Matasnillo			Productos Químicos.		
2	Aguas Cristalinas S.A	Panamá	Juan Díaz	Ave. José Agustín Arango y Ave. G Sur	Juan Díaz			Alimentos y Bebidas		
3	Alimentos Cárnicos de Panamá (Blue Ribbon, S.A.)	Panamá	Juan Díaz	Vía Domingo Díaz, frente a San Antonio	Tapia		31115	Alimentos y Bebidas		
4	Alimentos del Istmo, S.A	Panamá		Ave. Franghipani	Curundu					
5	Alimentos y Superconcentrados, S.A.	Panamá	Juan Díaz	Cl. XI Juegos	Juan Díaz					
6	Aluminio de Panamá, S.A.	Panamá		Carretera Transistmica, Milla 8						
7	Anticorrosivos y Acabados AYA, S.A.	Panamá		Albrook, Edif. 8A	Curundu					
8	Arce Avícola	Panamá	Juan Díaz	Juan Díaz, Ave. Principal	Juan Díaz	Jesús Alberto Arce		Alimentos y Bebidas	6:00 a.m. a 5:00 p.m.	
9	Arcom, Inc.	Panamá		Ave. La Pulida 67-69	Río Abajo					
10	CONCRETOS ARGOS, S.A.	Panamá	Betania	Vía Transistmica, frente a Cementerio de	Río Abajo		36921	Minerales no metálicos		
11	Bahía Azul Int. S.A.	Panamá	Río Abajo	Calle 12, casa 21	Río Abajo					
12	Baltimore Spice Panamá, S.A.	Panamá		Cl. 4ta. La Locería, Edif. Sittcon Local 3	Curundu					
13	Barraza y Compañía, S.A	San Miguelito		Transistmica	Río Abajo					
14	Bolsas y Cartuchos de Papel, S.A.	Panamá		Transistmica, Frente a Entrada de San Isidro	Río Abajo			Manufacturera		
15	Calx Industrial Inc.	Panamá		Transistmica, Milla 8	Río Abajo			Manufacturera		
16	Cemex (Cemento Bayano, S.A.)	Panamá	Betania	Entrando por Harinas del Istmo	Tapia		36921	Minerales no metálicos		
17	Cervecería Nacional, S.A.	Panamá	Betania	Vía Ricardo J. Alfaro	Curundu			Alimentos y Bebidas		
18	Cervecerías Barú-Panamá, S.A.	Panamá	Betania	Los Angeles	Matasnillo		31331	Alimentos y Bebidas		
19	Cia. Levapan de Panamá, S.A.	Panamá	La Locería	Ave. 4 La Locería, Edif. Levapan, al lado de Max Jiménez, a un costado de Papelera Istmeña	Curundu			Alimentos y Bebidas		
20	Coca Cola FEMSA	Panamá	Betania	Urb. Industrial San Cristóbal, Cl. Santa Rosa	Matasnillo		31341	Alimentos y Bebidas		
21	Compañía Sar, S.A.	Panamá		Ave. Juan Pablo II, La Locería, Edif. 14	Curundu			Manufacturera		
22	Conservas Panameñas Selectas, Del Prado, S.A.	Panamá	Pueblo Nuevo	Vía Transistmica, al lado de Estrella Azul.	Río Abajo			Alimentos y Bebidas		
23	Corporación Industrial S.A.	Panamá	Juan Díaz	Vía España Final, Urb. Nuevo Hipódromo	Juan Díaz		34112	Papel		
24	Cryogas de Centroamérica, S.A.	Panamá	Juan Díaz	Ave. José Agustín Arango con Cl. 122	Juan Díaz			Industrial		
25	Cuadernos Escolares, S.A.	Panamá		Ave. Domingo Díaz, Entrando por la parada	Juan Díaz			Industrial		
26	Destiladora Nacional, S.A.	Panamá		Vía Tocumen						
27	Distribuidora Petro Hielo	Panamá		Ave. Eloy Alfaro, Frente al Mercado de Mariscos						
28	Embutidos y Conservas de Pollo, S.A.	Panamá	Juan Díaz	Juan Díaz, Calle 1ra y D final	Juan Díaz			Alimentos y Bebidas		
29	Empresa Panameña de Alimentos	Panamá	Bella Vista	Vía José Agustín Arango, entrada de Llano	Juan Díaz			Alimentos y Bebidas		
30	Envasadora Comercial, S.A.	Panamá		Urb. Industrial Los Angeles, Cl. Harry Heno.	Curundu			Higiene		
31	Fábrica de Muebles Originales, S.A. (FAMOSAS)	Panamá	La Locería	Cl. Arturo Del Valle, Edificio BALI Blinds	Curundu			Manufacturera		
32	Formetal Panamá, S.A.	Panamá		Transistmica y calle 64 oeste, Urbanización	Matasnillo			Manufacturera		
33	Glaxo SmithKline Panamá	Panamá	Juan Díaz	Sector Industrial	Juan Díaz		35221	Industria Farmacéutica		
34	Gold Mills de Panamá, S.A.	Panamá	Betania	Cl. Harry Eno	Matasnillo	Carlos Henríquez	31160.	Alimentos y Bebidas	24 horas	
35	Grupo Bimbo	Panamá	Parque Lefevre	Carrasquilla	Matasnillo	Cuauthemoc Guevara	31170	Alimentos y Bebidas		
36	Grupo Melo, S.A. - Cocina Central	Panamá	Juan Díaz	Calle 1ra, Juan Díaz	Juan Díaz	Eduardo Chambonet		Alimentos y Bebidas	7:30 a.m. a 4:30 p.m.	
37	Grupo Melo, S.A. - Planta Manuel Melo	Panamá	Juan Díaz	Calle 1ra, Juan Díaz	Juan Díaz	Roberto Tribaldos		Alimentos y Bebidas	24 horas	
38	Grupo Melo, S.A. - REDEPROSA	Panamá	Juan Díaz	Calle 1ra, Juan Díaz	Juan Díaz	Arturo Melo	31152	Alimentos y Bebidas		
39	Grupo Melo, S.A. - Planta de Procesamiento Juan D	Panamá	Juan Díaz	Calle 2da, Juan Díaz	Juan Díaz	Augusto Valderrama	31113	Alimentos y Bebidas	24 horas	
40	Harinas del Istmo, S.A.	Panamá	Las Mañanitas	Vía Tocumen	Tapia	Marcos Fraynd	31160.	Alimentos y Bebidas	24 horas	

41	Industria Panamá Boston, S.A.	Panamá	San Francisco	Boca La Caja	Matasnillo	Juan Vincensini	31151, 35231	Elaboración de Detergentes/ Refinamiento de Aceite Vegetal	
42	Industrias Correagua, S.A.	Panamá		Transístmica, Milla 8				Manufacturera	
43	Industrias Lácteas, S.A. Estrella Azul	Panamá	Pueblo Nuevo	Transístmica	Río Abajo			Alimentos y Bebidas	
44	Insecticidas Superiores de Panamá	Panamá	Betania		Matasnillo			Productos Químicos.	
45	Laboratorios Rigar	Panamá	Calidonia	Ave. Franghipani	Curundu			Productos Químicos.	
46	Lavery Panamá S.A.	Panamá	Tocumen		Río Abajo		31121, 31211, 35232, 35282	Manufacturera	
47	Lubricantes y Químicos, S.A. (LUQUISA)	San Miguelito		La Esperanza	Río Abajo			Productos Químicos.	
48	MACELLO, S.A.	Panamá	Juan Díaz		Juan Díaz		31111	Matanza y crianza de animales.	
49	Master Direct Panamá, S.A.	Panamá	Pueblo Nuevo		Río Abajo			Productos Químicos.	
50	Metal Química, S.A.	Panamá	Juan Díaz		Juan Díaz		35111	Productos Químicos.	
51	Metalco Panamá, S.A.	Panamá	Pedregal					Manufacturera	
52	Metales Panamericanos (Metalpan) S.A.	Panamá	Pueblo Nuevo		Río Abajo			Manufacturera	
53	Metales, S.A.	San Miguelito	San Miguelito					Manufacturera	
54	Nestlé Panamá S.A.	Panamá	Tocumen		Tocumen			Alimentos y Bebidas	
55	Niels Pedersen, S.A.	Panamá	Pedregal				31141	Alimentos y Bebidas	
56	Papelera Istmeña	Panamá	Betania					Papel	
57	Petitte Bottling Company Inc.	Panamá	Río Abajo					Alimentos y Bebidas	
58	Pintuco	Panamá	Las Mañanitas	Vía Domingo Díaz	Tapia		35211	Barnices y lacas	6:00 a.m. a 5:00 p.m.
59	Plásticos Generales, S.A.	Panamá	Juan Díaz		Juan Díaz			Manufacturera	
60	Plastifom, S.A.	Panamá		Milla 8				Manufacturera	
61	Plastiglas, S.A.	Panamá		Vía Tocumen	Tapia			Manufacturera	
62	Prodima, S.A.	San Miguelito	San Miguelito					Productos Varios	
63	Productos Kiener S.A.	Panamá	Pueblo Nuevo		Matasnillo		31115	Alimentos y Bebidas	
64	Productos Lux, S.A.	Panamá	Parque Lefevre		Río Abajo		31211, 35292	Alimentos y Bebidas	
65	Productos Panameños S.A.	Panamá	Pueblo Nuevo					Papel	
66	Productos Ultra, S.A.	Panamá						Manufacturera	
67	Sociedad de Alimentos de Primera, S. A. (BONLAC)	San Miguelito	Rufina Alfaro				31121, 31122, 31123,	Alimentos y Bebidas	
68	Tasty Food Industrie	Panamá	Juan Díaz		Juan Díaz		31170	Alimentos y Bebidas	
69	Teidos y Confecciones, S.A. (DUREX)	Panamá	Parque Lefevre					Textiles	
70	Tenería El Progreso	Panamá	Juan Díaz				32311	Fabricación de Cuero	
71	Toledano Juan Díaz	Panamá	Juan Díaz				31220	Alimentos y Bebidas	
72	Toledano Crisol	San Miguelito	José D. Espinar				31115	Alimentos y Bebidas	
73	Toledano Pedregal	Panamá	Pedregal				31113	Matanza y crianza de animales.	
74	Tubotec	Panamá		Milla 8				Manufacturera	
75	Varela Hermanos, S.A.	Panamá		Vía Tocumen				Alimentos y Bebidas	

**Proyecto de Mejoramiento de la
Administración de Aguas Residuales en
el Área Metropolitana de Panamá,
República de Panamá**

**[Cooperación técnica con financiamiento
reembolsable]**

(Segunda fase: fase de actividad plena)

**Guía de Monitoreo de la Calidad del Agua
(borrador)**

diciembre de 2016

(Revisado en diciembre de 2017)

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

(JICA)

Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

GUÍA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA DE GRANDES FUENTES DE AGUAS RESIDUALES

Índice

Introducción.....	2
I. Objetivos.....	2
II. Plan de monitoreo	3
III. Inspecciones in situ	4
1. Metodología de inspección in situ:.....	4
2. Ítems de inspección.....	5
3. Instrucciones para mejorar la calidad del agua	6
4. Instrucciones posteriores a la inspección.....	8
IV. Actuación posterior a la conclusión de la inspección in situ	8
V. Documentos	9
VI. Tabla de Clasificación de Empresas para Inspecciones in situ	10
(Instalaciones que descargan al alcantarillado)	10

Introducción

Las empresas tienen la obligación de cumplir con las normas de descarga en cuanto a sus efluentes descargados en alcantarillado público y directamente a cuerpos de agua. Es decir, aunque la autoridad competente no implemente un sistema de vigilancia de las empresas, éstas deben por iniciativa propia mantener en buen estado sus instalaciones de pre tratamiento de aguas residuales, y verter sus efluentes conforme a lo que especifican las normas de descarga de aguas residuales.

Sin embargo, de no realizarse inspecciones en las empresas, la probabilidad de que se descarguen aguas residuales que no cumplan con la normativa al respecto es alta. Por lo tanto, la inspección in situ por parte de la Unidad Coordinadora de Programa Saneamiento de Panamá (UCP) se realiza para verificar que los efluentes de las empresas están de acuerdo con las normas de descarga de aguas residuales, y para asesorar sobre el mantenimiento adecuado de las instalaciones de pre tratamiento para que las normas se cumplan a cabalidad. Todos estos esfuerzos conjuntos, mejoran la calidad del agua de los ríos, quebradas y por ende, de nuestra bahía, logrando así el cumplimiento de los objetivos del programa.

I. Objetivos

Una de las funciones más importantes del servicio de alcantarillado, considerado como infraestructura urbana, es conservar una buena calidad del agua en cuerpos de agua de dominio público.

Para asumir esta responsabilidad, se deben asegurar las funciones del alcantarillado y adecuar la calidad del agua tratada, que se descarga desde las instalaciones de pre tratamiento de las empresas, al Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000 “Descarga de Efluentes Líquidos Directamente a Sistemas de Recolección de Aguas

Residuales”, aprobado en Resolución N° 350 del 26 de julio del año 2000 respectivamente, por la Autoridad Nacional del Ambiente (actualmente, Ministerio de Ambiente).

En la regulación de la calidad del agua, la inspección in situ tiene como objetivos, además de velar que se cumpla con la función propia del alcantarillado; comprobar el buen funcionamiento de las instalaciones de pretratamiento de las empresas, para que se le dé un pre tratamiento a sus aguas residuales, a fin de que los parámetros de calidad de agua cumplan con los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Panameñas (Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000 “Descarga de Efluentes Líquidos Directamente a Sistemas de Recolección de Aguas Residuales” aprobado por Resolución No.350 del 26 de julio de 2000 de la Autoridad Nacional del Ambiente) y posteriormente se descarguen en el alcantarillado.

II. Plan de monitoreo

Se monitorean las empresas con posibilidad de tener una influencia significativa al sistema de alcantarillado según el tipo de industria, volumen de aguas residuales, la materia prima / químicos usados, la calidad de aguas descargadas, etc., es decir, las empresas que tengan metales bajo regulaciones o sustancias peligrosas en sus aguas residuales, que descarguen grandes volúmenes de DBO, DQO, SS etc., los cuales que son indicadores de contaminación, o empresas que, por sus efluentes, podrían dañar las instalaciones o funciones del sistema de saneamiento serán objeto del monitoreo. Estas empresas se identifican principalmente por los informes periódicos de DGNTI-COPANIT 35 y 39 y otras informaciones varias. Se clasifican las empresas de acuerdo con la “VI Tabla de Clasificación de Empresas para la Inspección in situ” según su potencial de peligrosidad y magnitud de impacto.

El Monitoreo se hace usualmente a través de visitar la empresa, por lo tanto, el Plan de Monitoreo debe determinar las empresas a visitar y la frecuencia de las visitas. El número estándar de visitas se decide de acuerdo con la clasificación en la Tabla. En casos donde la

calidad de agua efluente no cumpla con los criterios o se descubra que es inadecuada la O&M de las instalaciones de pretratamiento, etc., se aumenta la frecuencia de Monitoreo según proceda. Este tipo de revisión de la clasificación de la empresa (y la frecuencia de visita correspondiente) se debe hacer en cualquier momento de acuerdo a la situación.

En Principio, el Plan de Monitoreo se elabora para cada año fiscal y será revisada durante su implementación de acuerdo a las situaciones encontradas.

III. Inspecciones in situ

1. Metodología de inspección in situ:

La inspección de una empresa se debe realizar básicamente por dos personas y sin previo aviso, siguiendo el procedimiento indicado a continuación.

- 1) **Explicar brevemente el propósito de la inspección:** Antes de entrar en la empresa, se deben explicar brevemente los propósitos de la inspección, y solicitar entrevista con la persona encargada del control de calidad del agua o representante de la empresa con conocimiento al respecto. Debe llevarse siempre documentación de identificación personal y profesional, que debe mostrarse siempre que la empresa lo exija.
- 2) **Requerir la presencia del encargado de control de calidad del agua o procesos de la planta:** Se debe informar al encargado de control de calidad del agua sobre la toma ya realizada de muestra del efluente, y se solicitará la presencia de dicho encargado en la inspección dentro de la planta.
- 3) **Tomar muestras de efluentes de la empresa:** El lugar de muestreo será una cámara o dispositivo especialmente habilitado para tal efecto, en donde concurren previamente mezclados todos los efluentes líquidos del establecimiento emisor

(Según sección “4.5 Lugar de Muestreo” del Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000).

Además, el inspector se reserva la facultad de tomar muestras de control en lugares diferentes de la empresa si así lo estima conveniente. El método de toma de muestra se basa en la sección 4.7 “Condiciones para la Extracción de Muestras” del Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000.

- 4) **De ser necesario, ejecutar medición de pH, sólidos sedimentables, temperatura, oxígeno disuelto (OD) etc., del efluente en campo:** Se mide la muestra tomada inmediatamente con medidor de pH y demás parámetros en sitio (Según Tabla 4.1 “Lugar de análisis, tipo de envase, preservación y tiempo límite para realizar los análisis de muestras” del Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000).

Pegar etiqueta sobre la botella de muestra y anotar datos necesarios, como nombre de la empresa, fecha y hora del muestreo, etc.

- 5) **Inspeccionar los ítems requeridos:** Se examinan de forma apropiada los ítems de inspección, seleccionados según necesidades (ver punto “Ítems de inspección” de este documento).

- 6) **Resultados de la inspección:** Al término de la inspección, se explican brevemente al encargado de control de calidad del agua los resultados obtenidos, y en caso de que haya problemas se darán instrucciones y/o recomendaciones para mejorar la calidad del agua.

2. *Ítems de inspección*

Los ítems de inspección varían según la dimensión de la descarga, y según las condiciones de mantenimiento de las instalaciones de pre tratamiento, etc. Por ello, se inspeccionan apropiadamente los ítems necesarios, seleccionados entre los indicados a continuación.

1) Estado del equipo que genera las aguas residuales y el estado de las instalaciones de pre tratamiento: Cotejar con el contenido del permiso de descarga, el número de descargas de la empresa, sistema de desagüe, etc.

En caso de detectarse discrepancias con el contenido del permiso de descarga, dar instrucciones a la planta para que presente la necesaria rectificación o actualización de dicho permiso.

Verificar la existencia o no de fugas de materia prima o químicos utilizados, debido a ruptura, corrosión, desgaste, etc., y en caso de identificarse la existencia de algún problema, se dará al personal encargado en la empresa, instrucciones que los obliguen a una inmediata reparación y a la toma de medidas preventivas.

2) Operación y mantenimiento de instalaciones de pre tratamiento:

- Revisar los valores de medidores de pH y Potencial REDOX (por sus siglas en inglés, ORP) y comprobar el estado de su control.
- Comprobar las condiciones de inyección de químicos en tanques, y el estado del almacenamiento de los tanques de químicos.
- Comprobar la naturaleza, volumen generado, estado de almacenaje y métodos de disposición de los lodos que se generan, que cumplan según el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 47-2000 (Agua. Usos y Disposición Final de Lodos).
- Revisar los registros de control, como diarios de control, libros de revisión periódica, etc.

3) Registro de resultados de medición de calidad del agua (Registro de pruebas de laboratorio), etc.: Comprobar si se realiza cotidianamente la medición de la calidad del agua tratada, según lo estipulado en el numeral 4 “Toma de Muestra” del Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000 y cómo se registran sus resultados.

3. Instrucciones para mejorar la calidad del agua

Como resultado de la inspección, se pueden identificar plantas que descargan aguas residuales fuera de norma, y/o plantas con situación dudosa o peligrosa. Se debe asesorar a los encargados de procesos en esas plantas en los siguientes ítems, para que consigan una mejora efectiva de la calidad del agua, corrijan o superen situaciones de infracción de la norma, etc., y puedan impedir la recurrencia de la situación mencionada.

- 1) **Adecuar el mantenimiento de las instalaciones de pre tratamiento, etc.:** Para cumplir con las normas de descarga de aguas residuales de forma permanente, es importante no sólo el mantenimiento de las instalaciones de pre tratamiento, sino también el control de calidad del agua desde los procesos donde se generan aguas residuales.

Es decir, se guiarán las medidas propuestas hacia la optimización del control y mantenimiento relativos a todos los procesos del agua, desde suministro hasta descarga, con el objetivo de prevenir valores inaceptables en pH y ORP, sobrepaso de normas debido a rebose, o fuga de aguas residuales en procesos de producción donde se generan las mismas. En cualquiera de estos casos, una vez detectado el problema, deberá impedirse su recurrencia.

- 2) **Mejorar los procesos de producción:** En el estudio del mejoramiento de la calidad del agua, antes de estudiar la construcción y mejoramiento de las instalaciones de pre tratamiento, primero se darán instrucciones para revisar los procesos de producción y elaboración, y la situación actual de los químicos utilizados, etc., y estudiar la factibilidad del mejoramiento de la calidad del agua por medio de la modificación de los mismos.
- 3) **Mejorar las instalaciones de pre tratamiento:** En caso de no ser posible la adecuación de efluentes a las normas de descarga simplemente por el mejoramiento de procesos y la recolección de aguas residuales, se orientará la instrucción a la

construcción y mejoramiento de las instalaciones de pre tratamiento.

- 4) **Establecer un sistema de control de calidad del agua:** En las plantas es importante controlar y mantener todas las secciones relacionadas con el agua. Se instruirá la organización de un sistema de control para este propósito y se publicará el organigrama de personas responsables. Al mismo tiempo se debe aclarar las personas encargadas del control de calidad del agua y sus suplentes.

4. *Instrucciones posteriores a la inspección*

En caso de dar instrucciones a las plantas, en temas como mejoramiento de la calidad del agua de acuerdo con el resultado de la inspección, en principio se dan instrucciones en el acto por escrito (Nota de instrucciones). No obstante, en caso de que lo instruido se considerase de contenido leve (Por ejemplo, algo que se puede implementar o corregir en el acto sin gran dificultad, etc.), bastará con instrucciones orales. Respecto a las instrucciones en casos de hallazgos serios, se exigirá a la empresa presentación del correspondiente informe de respuesta y confirmación en un plazo determinado.

IV. Actuación posterior a la conclusión de la inspección in situ

1. *Solicitud de análisis de la calidad del agua*

En cuanto a la solicitud de análisis del agua de una muestra tomada, se anotan en el “*Formulario de Solicitud de Examen de la Calidad del Agua*”, el nombre de la planta, su número de código, fecha y la hora de la toma, y los ítems o parámetros objeto de examen del agua.

2. *Registro de resultados de inspección*

Los resultados de una inspección in situ deberán registrarse sin falta en el “Registro de

Inspecciones”, incluyendo las instrucciones emitidas y medidas adoptadas, con detalles en base a la inspección correspondiente.

3. Disposición administrativa, etc.

En cuanto a plantas fuera de norma en descarga de aguas residuales, se clasifican como objeto de disposición administrativa u objeto de directriz administrativa, según sean las infracciones y el volumen de efluente fuera de norma. Se aplica el Artículo 50 de la Ley 8 del 25 de marzo de 2015.

V. Documentos

1. Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000.
2. Ley 8 del 25 de marzo de 2015 “Que crea el Ministerio de Ambiente, modifica disposiciones de la ARAP y dicta otras disposiciones”.

**VI. Tabla de Clasificación de Empresas para Inspecciones in situ
(Instalaciones que descargan al alcantarillado)**

Clasificación	Definición	Criterio de clasificación de empresas		Frecuencia anual de inspecciones
A	Empresas con uso de sustancias tóxicas	①	<ul style="list-style-type: none"> • Empresas que necesitan mejorar sus plantas de pre tratamiento. • Empresas que continuamente infringen la norma. • Empresas con problemas que causan quejas de la comunidad, etc. • Empresas que han recibido advertencias o multas durante el último año. 	Más de 5 veces
		②	• Empresas en proceso de mejora de su calidad de agua.	4
		③	• Empresas con calidad de agua relativamente estable.	3
		④	Otras	2
B	Empresas con gran volumen de descarga de aguas residuales.	①	<ul style="list-style-type: none"> • Empresas que necesitan mejorar sus plantas de pre tratamiento. • Empresas que continuamente infringen la norma. • Empresas con problemas que causan quejas de la comunidad, etc. • Empresas que han recibido advertencias o multas durante el último año. 	Más de 4 veces
		②	• Empresas en proceso de mejora de su calidad de agua.	3
		③	• Empresas con calidad de agua relativamente estable.	2
		④	Otras	1
C	Otras	①	<ul style="list-style-type: none"> • Empresas que necesitan mejorar sus plantas de pre tratamiento. • Empresas que continuamente infringen la norma. • Empresas con problemas que causan quejas de la comunidad, etc. • Empresas que han recibido advertencias o multas durante el último año. 	Más de 3 veces
		②	• Empresas en proceso de mejora de su calidad de agua.	2
		③	• Empresas con calidad de agua relativamente estable.	1
		④	Otras	Cuantas requiera

**Proyecto de Mejoramiento de la
Administración de Aguas Residuales
en el Área Metropolitana de Panamá,
República de Panamá**

**[Cooperación técnica con financiamiento
reembolsable]**

(Segunda fase: fase de actividad plena)

**Plan de Monitoreo de Calidad de Agua
(borrador)**

diciembre de 2017

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

(JICA)

Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

Plan de Monitoreo de Calidad de Agua de Grandes Fuentes de Aguas Residuales

Tabla de Contenido

1. Introducción
2. Selección de las empresas objeto de monitoreo y frecuencia de visitas
3. Evaluación de la calidad de agua efluente
4. Puntos importantes y la forma de ejecución
5. Consideraciones futuras

1. Introducción

Con el fin de proteger las instalaciones y funciones del sistema de saneamiento, es importante conocer la cantidad y calidad de las aguas residuales provenientes de las empresas. Básicamente, el sistema reglamentario de la calidad de aguas residuales vertidas en el sistema de alcantarillado sanitario está estipulado por el DGNTI-COPANIT 39-2000 en Panamá. Sin embargo, este sistema no está funcionando efectivamente. El requerimiento de hacer informes periódicos es prácticamente inefectivo y la autoridad competente, así como sus responsabilidades no son claras.

Bajo estas circunstancias, la Unidad Coordinadora del Programa de Saneamiento de Panamá (UCP) con el fin de proteger efectivamente las instalaciones de saneamiento y sus funciones de tratamiento, considera necesario llevar a cabo el monitoreo de aguas residuales de las empresas que descargan al alcantarillado sanitario, basado en la cooperación y diálogo hasta que se establezca el marco institucional para dicho monitoreo.

Una vez que se establezca definitivamente la empresa pública ejecutora del sector de saneamiento para el área metropolitana de Panamá y Panamá oeste, dicha organización definirá los reglamentos para el uso del sistema de alcantarillado sanitario, y los asuntos relacionados con los efluentes comerciales y su monitoreo deben incluirse en estos reglamentos. Luego, el monitoreo de las aguas residuales comerciales será ejecutado basado en los reglamentos de dicha empresa pública.

Actualmente, el monitoreo de empresas conectadas al sistema sanitario se tiene que ejecutar con la cooperación de las mismas.

Este Plan de Monitoreo define el procedimiento para ejecutar el monitoreo inmediatamente desde el año 2018, así como los asuntos que se deben incluir en los reglamentos de la empresa pública de saneamiento.

2. Selección de las empresas objeto de monitoreo y la frecuencia de visitas

La UCP preparó la base de datos de grandes fuentes de aguas residuales en el área de influencia de la PTAR de Juan Díaz, basado en la información recolectada del Plan Maestro Actualizado, informes periódicos de MiAmbiente relacionados con la DGNTI-COPANIT 35 y 39, y datos del consumo de agua potable. También se ha elaborado ya la “Guía de Monitoreo de Calidad de Agua (borrador)” basada en la DGNIT-COPANIT 39.

Como se mencionó en “1. Introducción”, debido a que no es clara la empresa ejecutora del sector de saneamiento, se complica la implementación de monitoreo regular bajo las provisiones de COPANIT 39 o bajo los reglamentos de la empresa pública. Por lo tanto, el monitoreo se tiene que ejecutar con la cooperación de las empresas objeto.

Las empresas que serán monitoreadas se seleccionan basado en la información de la base de datos y las visitas realizadas. En las empresas que dan su consentimiento, se toma una muestra de aguas residuales descargadas al sistema de alcantarillado o del efluente del sistema de pretratamiento y se analizan para conocer la calidad del agua. Al mismo tiempo, se pregunta a las empresas sobre el estado de operación de sus instalaciones y sistema de pretratamiento, y los datos de análisis de calidad de agua realizado por ellas mismas, etc. conforme a la Guía de Monitoreo.

Basado en los resultados de estos monitoreos, se actualiza la información de la base de datos, y posteriormente a esto, el monitoreo será ejecutado según cualquier cambio que haya de la categoría de la empresa basado en la información actualizada.

La frecuencia de visitas estándar de cada empresa se determina según la “Tabla VI” en la Guía. Al inicio, todas las empresas en las clasificaciones (A, B, C) se categorizarán en el nivel de “Empresas con calidad de agua relativamente estable” y luego se ajusta su frecuencia de visitas según los resultados del monitoreo.

Además de las empresas que ya están conectadas al sistema de la PTAR de Juan Díaz, se monitorearán las empresas en el área que serán conectadas al sistema en futuro próximo para estimar la carga de sus aguas residuales, con el consentimiento de las mismas.

3. Evaluación de la calidad de agua efluente

Muchos de los efluentes comerciales del área de influencia de la PTAR de Juan Díaz son de la industria de alimentos y bebidas y sus contaminantes generales pueden ser tratados biológicamente. Entonces su calidad de agua puede ser evaluada básicamente por la DQO y a veces se requieren datos secundarios de nitrógeno y fósforo totales. Estos parámetros pueden ser analizados por el instrumento en la UCP.

Por lo tanto, en este Plan de Monitoreo, la calidad de agua de efluente se evalúa con DQO y otros parámetros medidos principalmente por la UCP. Si se requiere medir otros asuntos que no se puede hacer por la UCP, dichas mediciones serán pedidas a un laboratorio certificado externo.

4. Puntos importantes de recordar y la forma de ejecución

El Monitoreo se debe ejecutar, básicamente, de acuerdo con la Guía. Sin embargo, como todavía no se ha desarrollado completamente el marco institucional que debe ser la base del Monitoreo, se hace necesario obtener el consenso de las empresas para su implementación. Por lo tanto, para mantener una relación cooperativa con las empresas objeto, es importante ejecutar el Monitoreo con el propósito de mejorar la calidad de agua de efluentes desde la perspectiva de apoyar a las empresas objeto y no para sancionar por violaciones.

Los resultados del Monitoreo serán retroalimentados a la empresa objeto, que será solicitada tomar medidas correctivas dirigidas al mejoramiento de su calidad de agua.

5. Consideraciones futuras

Los reglamentos de la empresa de saneamiento deben incluir clausuras como las indicadas a continuación:

1) Cumplimiento con los reglamentos

“Todos los usuarios de las instalaciones de saneamiento deben cumplir con los reglamentos establecidos por *la empresa de saneamiento*. Las aguas residuales vertidas al sistema de alcantarillado cumplirán con los criterios fijados por *dicha empresa* y la DGNTI-COPANIT 39. ”

2) Pretratamiento para cumplir con los criterios

“Si las aguas residuales no cumplen con las normas, será necesario instalar un sistema de pretratamiento para tratarlas hasta un nivel que cumpla con los criterios, por responsabilidad del usuario del alcantarillado sanitario, antes de su descarga al mismo.

Además, si el usuario descarga aguas residuales al alcantarillado sanitario sin cumplir la norma, *la empresa de saneamiento* puede ordenar al usuario instalar un sistema de pretratamiento y mantener sus aguas residuales en cumplimiento con los criterios.”

3) Prohibición de descargar sustancias inflamables, tóxicas o desechos sólidos al sistema sanitario para la protección de personas y del sistema.

4) Prohibición de descargar a ríos, cuerpos de agua y subsuelo.

- 5) Notificación del volumen y calidad de aguas residuales y la fecha de conexión, etc.
“*La empresa de saneamiento* puede solicitar al usuario de las instalaciones sanitarias presentar información detallada de cualesquier datos relacionados con las aguas residuales descargadas al sistema sanitario, antes y después de comenzar a usarlo, y el usuario debe cumplir con esta solicitud.
La información suministrada por el usuario debe incluir la calidad y volumen de aguas residuales generadas, un resumen de las instalaciones de pretratamiento, la calidad y volumen del efluente, el caudal máximo de aguas residuales, etc.”
- 6) Permiso para entrar al sitio para tomar muestra del efluente y la divulgación pública de los resultados
“*La empresa de saneamiento* está otorgada a entrar en las instalaciones de saneamiento del usuario descargando aguas residuales comerciales al sistema de alcantarillado para la toma de muestra del efluente con el propósito de analizarlo y divulgar los resultados.”
- 7) Presentación de informes
“*La empresa de saneamiento* puede exigir a los usuarios descargando aguas residuales al sistema de alcantarillado sanitario hacer informe del estado de su operación, la situación de las instalaciones de pretratamiento, calidad de agua del efluente, etc.”
- 8) Acuerdo para cumplir con las ordenes, el pago de gastos incurridos y/o con los artículos anteriores seleccionados.
“*La empresa de saneamiento* puede exigir a los usuarios descargando aguas residuales en el sistema de alcantarillado celebrar un acuerdo para cumplir con las instrucciones de dicha empresa y pagar los gastos adicionales incurridos por el tratamiento de las aguas residuales de incumplimiento del usuario.”
- 9) Exención de empresas con poca influencia en la calidad de aguas residuales del sistema de alcantarillado, del monitoreo de calidad de agua y otras regulaciones de la DGNTI-COPANIT 39.

**Proyecto de Mejoramiento de la Gestión
de Aguas Residuales en el Área
Metropolitana de Panamá
【Asistencia Técnica en el marco de
Cooperación Financiera Reembolsable】
(Etapa II: Fase de actividades a escala completa)**

**Registro de gestión del proyecto piloto
(Obra de instalación de Johkasou)**

Octubre 2018

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

(JICA)

Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

Informe del Proyecto piloto (Obra de instalación de Johkasou)

Contenido

1	Resumen del proyecto.....	1
1.1	Proyecto de Mejoramiento de la Gestión de Aguas Residuales en el Área Metropolitana de Panamá.....	1
1.2	Posicionamiento del proyecto	1
1.3	Selección de tecnología aplicable	2
2	Implementación del Proyecto	4
2.1	Flujo de implementación.....	4
2.2	Estudio preliminar.....	4
2.2.1	Determinación de ubicaciones de instalación	4
2.2.2	Medición de la calidad de agua objeto de tratamiento	5
2.2.3	Hipótesis de volumen de agua objeto de tratamiento.....	5
2.3	Adquisición de Johkasou	6
2.3.1	Determinación de especificaciones de Johkasou	6
2.3.2	Resultados de la licitación.....	7
2.4	Obra de instalación de Johkasou	9
2.4.1	Estudio geológico.....	9
2.4.2	Evaluación de impacto ambiental	11
2.4.3	Resumen de la obra de instalación e implementación de la licitación	12
2.4.4	Retraso en el procedimiento y toma de medidas.....	14
2.4.5	Trabajos previstos y control de seguridad desde el inicio de la obra de instalación hasta el final	15
2.5	Puesta en marcha de operación	16
2.5.1	Periodo del inicio de la operación y trabajo correspondiente	16
2.5.2	Problemas en la gestión de la operación y soluciones adoptadas.....	17
3	Lecciones aprendidas	22
3.1	Estudio preliminar y obra de instalación.....	22
3.2	Gestión de la operación.....	22

1 Resumen del proyecto

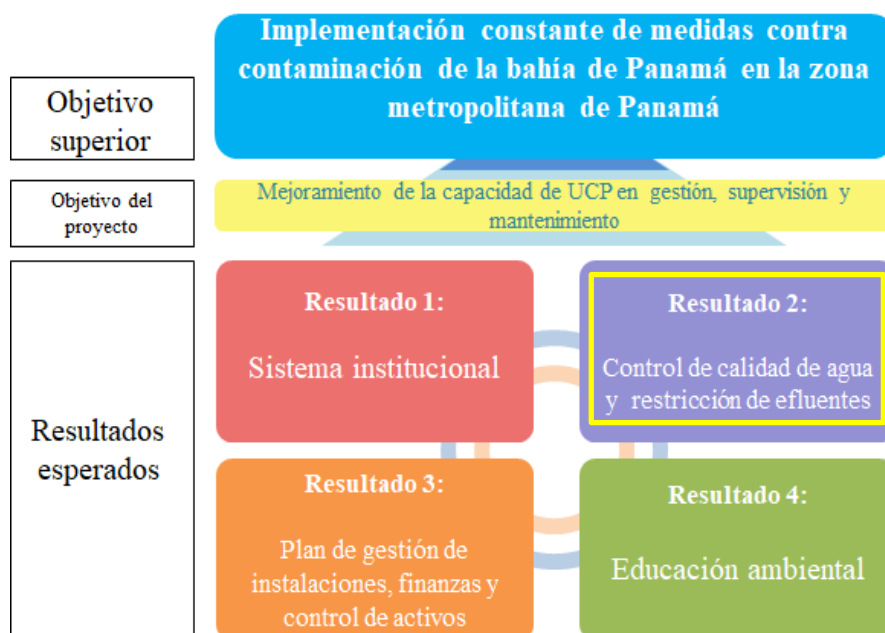
1.1 Proyecto de Mejoramiento de la Gestión de Aguas Residuales en el Área Metropolitana de Panamá

Se resume a continuación el Proyecto de Mejoramiento de la Gestión de Aguas Residuales en el Área Metropolitana de Panamá (en adelante llamado “proyecto de cooperación técnica”) que es el proyecto básico del presente proyecto piloto (en adelante llamado el Proyecto).

- 1) Nombre del proyecto: Proyecto de Mejoramiento de la Gestión de Aguas Residuales en el Área Metropolitana de Panamá **【Cooperación financiera reembolsable】**
- 2) Periodo del proyecto:
 - Etapa I (Fase de elaboración de plan detallado) de junio a noviembre de 2015
 - Etapa II (Fase de actividades a escala completa) de febrero de 2016 a noviembre de 2018
- 3) Área objeto: Área metropolitana de Panamá y provincias occidentales de Panamá
- 4) Entidad ejecutora: UCP/MINSA

1.2 Posicionamiento del proyecto

El proyecto de cooperación técnica arriba mencionado tiene indicados 4 resultados esperados para lograr los objetivos básicos y los del proyecto (véase Tabla abajo). El presente Proyecto corresponde a “Resultado 2”.



Resultados	Contenido
Resultado 1	Definir los roles de las instituciones relacionadas con la purificación de la bahía de Panamá y proponer un procedimiento para establecer sistema de implementación.
Resultado 2	Iniciar un monitoreo periódico de la calidad de agua en los orígenes de efluentes que entran en plantas de tratamiento de aguas residuales.
Resultado 3	Mejorar la capacidad de UCP en gestión de instalaciones de alcantarillado.
Resultado 4	Fortalecer la capacidad de UCP para concientizar a residentes sobre ahorro de agua y apropiadas especificaciones de alcantarillado.

Figura 1.1 Posicionamiento del Proyecto

Se describen a continuación detalles de trasfondo.

Actualmente en Panamá, incluso fuera de áreas con conexión a red de alcantarillado, hay muchas actividades de urbanización y desarrollo de instalaciones comerciales. En el pasado las áreas de urbanización contaban con tanques sépticos o pequeñas plantas como instalaciones de tratamiento de aguas residuales, pero ahora, además de que ya no está autorizada la instalación de nuevos tanques sépticos, muchas de las pequeñas plantas no tienen mantenimiento adecuado. Como consecuencia se ha observado una situación en que el ambiente de agua se ha deteriorado a causa de la descarga no controlada de aguas residuales de dichas instalaciones a canales y ríos de los alrededores.

Como parte del Resultado 2, el objetivo del Proyecto es aplicar tecnología de tratamiento de aguas residuales propia de Japón, verificar su utilidad, y aprovechar el caso como ejemplo práctico para el futuro control de aguas residuales.

1.3 Selección de tecnología aplicable

Teniendo en cuenta la situación aquí mencionada, se ha elegido el Johkasou como tecnología aplicable. Las razones de la elección son las siguientes.

- Permite un tratamiento más avanzado que el tanque séptico.
- El mantenimiento y administración es más sencillo que el de una planta pequeña y no requiere técnicas especiales.
- Es posible producirlo en varios tamaños en una fábrica, lo que permite ejecución rápida.

De lo anterior, se sugieren las posibilidades del uso de Johkasou como alternativa de tratamiento de aguas residuales fuera de las áreas del servicio de red de alcantarillado.

En Japón, sobre el tratamiento de aguas residuales en áreas despobladas, se reconoce una ventaja económica del Johkasou con respecto al servicio de alcantarillado, mientras en Panamá, como alno

existir fabricantes con bases de producción en países vecinos, habrá que adquirir materiales en Japón y no se puede decir que esa opción sea ventajosa en el costo. Será necesario analizar este tema en el futuro teniendo en cuenta los resultados del Proyecto.

2 Implementación del Proyecto

2.1 Flujo de implementación

El Proyecto fue implementado según el flujo abajo consignado. No obstante, el periodo de la obra indicado en Fig. 2.1 es una previsión inicial y el proceso real tuvo atrasos por varias causas según circunstancias mencionadas más tarde (la obra terminó en abril de 2017).

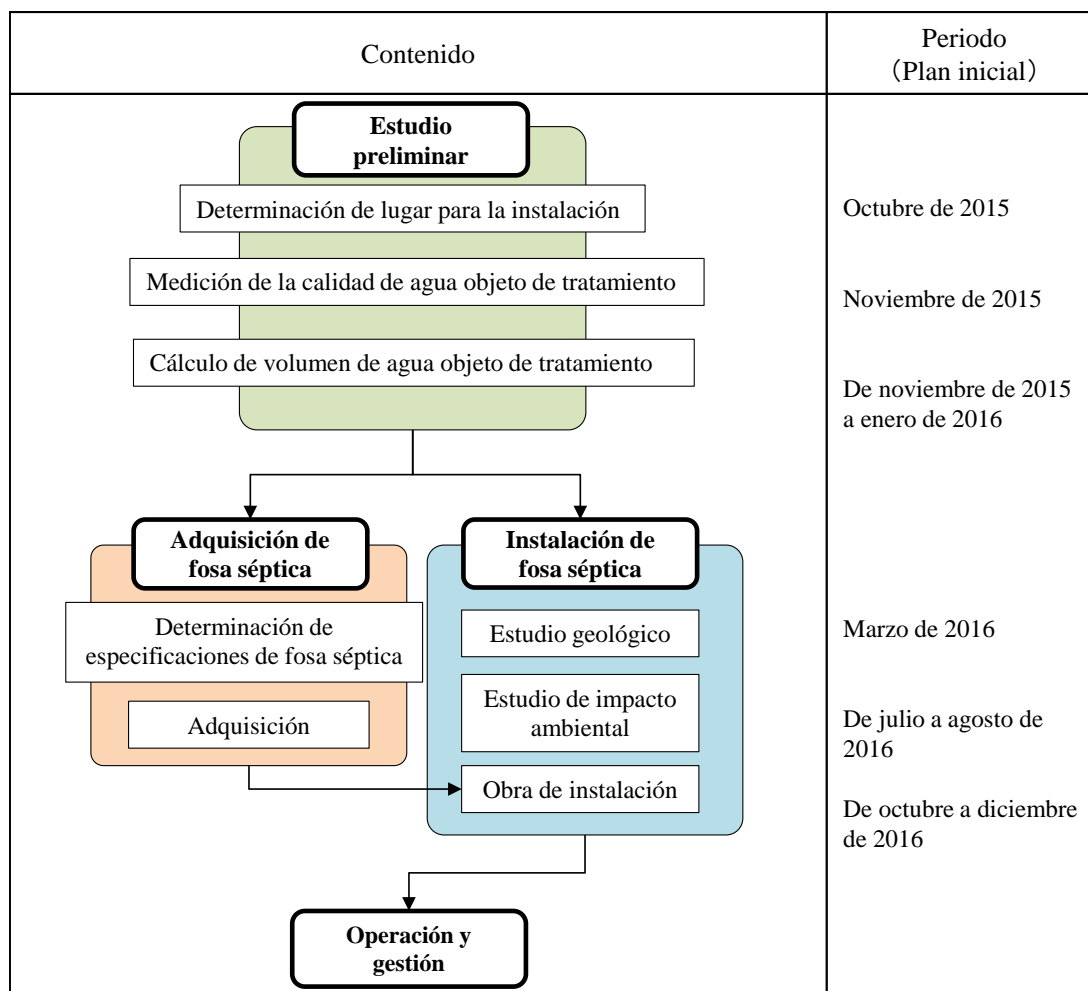


Figure 2.1 Flujo de la implementación del Proyecto

2.2 Estudio preliminar

2.2.1 Determinación de ubicaciones de instalación

Las condiciones para sitios candidatos a instalación (instalaciones) son: “que se encuentren fuera del alcance de la red de alcantarillado en servicio, y no cuenten con tratamiento adecuado de aguas residuales”, “que tengan buena accesibilidad” y “que tengan cierto nivel o cantidad de aguas residuales producidas (para tomar medidas contra grandes fuentes de contaminación)”.

Teniendo en cuenta estas condiciones, se eligió el Hospital Nicolás A. Solano, ubicado en el

distrito La Chorrera de la Provincia de Panamá Oeste. Es un hospital público bajo competencia de MINSA, por lo que tiene cierta relación con MINSA/UCP, nuestra contraparte, lo que facilita la comunicación entre las partes.

Aunque en el hospital hay tanque séptico, por falta de capacidad de tratamiento y no contar con mantenimiento adecuado, está rebosando.

2.2.2 Medición de la calidad de agua objeto de tratamiento

Primero, es necesario analizar las posibilidades de tratar aguas residuales del hospital en Johkasou. En caso de que las aguas residuales contengan medicamentos especiales, es posible que el tratamiento biológico en el Johkasou quede impedido.

Según resultados de entrevistas con personas relacionadas con el hospital, este hospital es un hospital general, pero en caso de requerirse un tratamiento médico más avanzado, el paciente es referido a otros hospitales de la ciudad de Panamá, y en cuanto a aguas residuales, no contienen efluentes de contenido problemático como los de hemodiálisis. Según análisis de calidad de muestras de aguas residuales locales con método de examen sencillo (pack test), está comprobada una calidad de agua similar a la de aguas residuales domésticas. Tabla 2-1 presenta los resultados de medición de calidad de aguas residuales.

Table 2.1 Resultados de medición de calidad de aguas residuales (08/10/2015: muestra tomada en un punto de confluencia de aguas residuales)

Parámetro	PH (mg/L)	Electro conductividad (μ S/cm)	Temperatura (°C)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	COD(Mn) (mg/L)
Resultados	6.84	431	29.1	21	180

2.2.3 Hipótesis de volumen de agua objeto de tratamiento

Para determinar la capacidad adecuada del Johkasou a instalar, hay que partir de la base de un volumen calculado de aguas residuales objeto de tratamiento. Analizamos instalar un medidor en el punto de partida de la tubería de conducción de suministro de agua en el hospital para medir el consumo de agua y adoptarlo como alternativa del volumen de aguas residuales producidas. El periodo de la medición fue 47 días; del 19 de noviembre de 2015 al 4 de enero de 2016. Véanse los resultados de la medición en Fig. 2.1

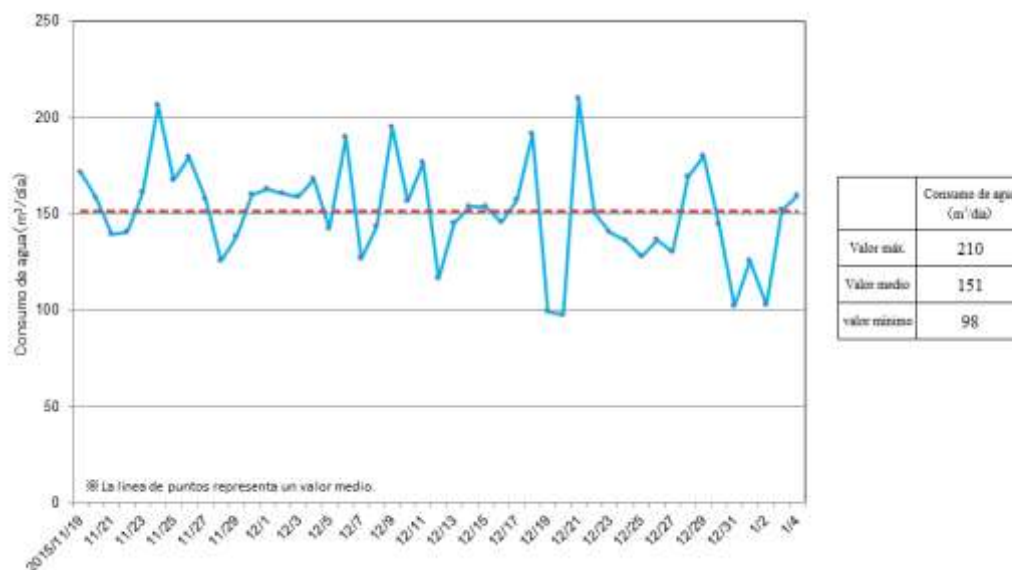


Figure 2.2 Consumo de agua en el hospital (11/2015~01/2016)

Como puede verse en este gráfico, el consumo medio de agua según lectura del medidor es del orden de $150\text{m}^3/\text{día}$. Sin embargo, en visita al hospital, se pudo observar diversas instancias de derrame prolongado de agua de grifos averiados en el recinto, por lo que creemos que el volumen real de aguas residuales será inferior a los valores indicados en el medidor. Además, en el hospital se observaron retretes averiados que descargaban agua sin cesar.

Suponiendo que el derroche diario de agua sea de $20\text{m}^3/\text{día}$ (*1), el volumen real de aguas residuales será de 78 a $190\text{m}^3/\text{día}$, con volumen medio de $131\text{m}^3/\text{día}$.

2.3 Adquisición de Johkasou

2.3.1 Determinación de especificaciones de Johkasou

Teniendo en cuenta los resultados del cálculo del volumen de aguas residuales del hospital, arriba mencionados, se ha establecido $150\text{m}^3/\text{día}$ como capacidad de tratamiento de Johkasou. El fundamento del cálculo es el siguiente.

El máximo volumen de aguas residuales supuesto con la medición del volumen de agua suministrada es $190\text{m}^3/\text{día}$ y según experimentos de un fabricante de Johkasou, se dan resultados de que es posible dar un correcto tratamiento a un volumen de agua hasta 1.3 veces mayor de la capacidad de tratamiento ordinaria(*2). Es decir, en caso de una capacidad de $150\text{m}^3/\text{día}$, es posible tratar hasta $150 \times 1.3 = 195\text{m}^3/\text{día}$.

De acuerdo con los valores medidos, el número de días con un caudal de alrededor de $190\text{m}^3/\text{día}$, es apenas 5 días dentro de todo el periodo de la medición, por lo que juzgamos que una capacidad de tratamiento de $150\text{m}^3/\text{día}$ no debería presentar problemas. En caso de tener que proporcionar una

capacidad de tratamiento superior a 200m³/día, deberá aumentar el número de tanques, con lo que los costes de transporte se disparan. Tratándose de un proyecto piloto, determinamos la capacidad de tratamiento teniendo en cuenta también este factor económico.

Ante la elaboración de especificaciones de equipos, los puntos a considerar son los siguientes.

- Considerando la conveniencia de gestión, operación y mantenimiento una vez instalada, el Johkasou se construirá en situación subterránea.
- En la temporada de lluvias de Panamá (de mayo a diciembre), son frecuentes las lluvias con acompañamiento eléctrico de rayos y truenos. Para prevenir posibles daños en el sistema eléctrico de la instalación a causa de caída de rayos, en el proyecto incluimos pararrayos.
- Las tapas de registro de alcantarillado se cerrarán con llave, para prevenir robos de equipos instalados en el Johkasou.

2.3.2 Resultados de la licitación

La Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) se encargó de realizar una licitación para la adquisición de Johkasou y su transporte hasta Panamá. El costo de la adquisición incluyendo el transporte fue 32.409.546 yenes (cantidad no inclusiva de impuesto).

Las especificaciones de Johkasou son las siguientes.

Table 2.2 Especificaciones de Johkasou

Fabricante	KUBOTA
Modelo	K-HC-R
Capacidad de tratamiento	150m ³ /día
Calidad de agua descargada	DBO menos de 20mg/L
Método de tratamiento	Filtración circulatoria con materiales filtrantes flotantes tipo caudal ajustable

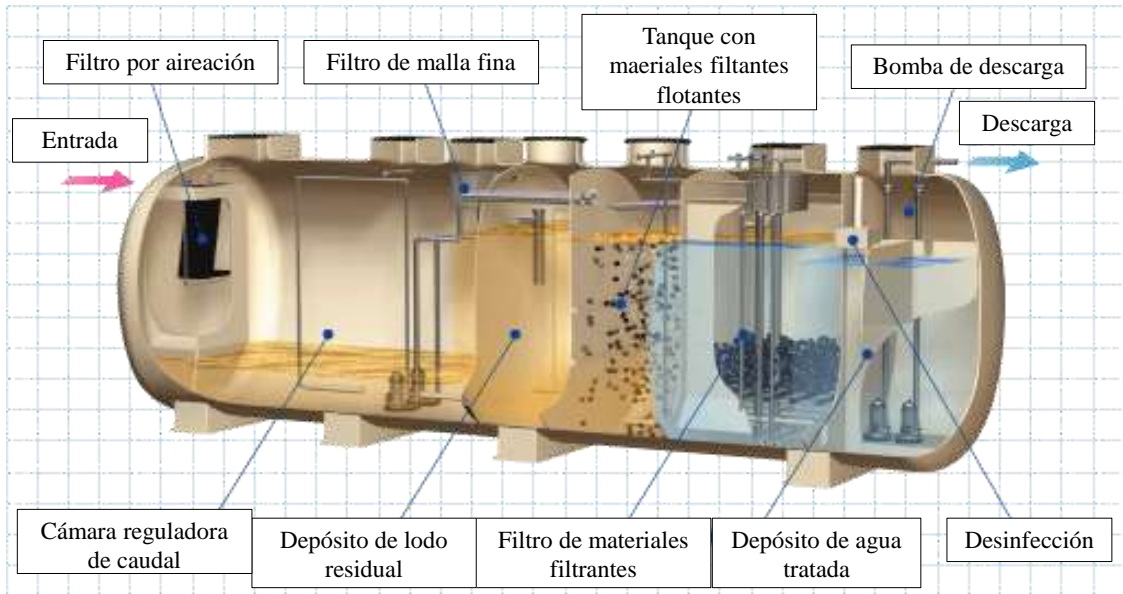


Figure 2.3 Resumen del método de tratamiento con modelo K-HC-R[※]

※Johkasou a instalar en el presente proyecto tiene 6 cámaras y cada una tiene repartidas estas funciones.

2.4 Obra de instalación de Johkasou

2.4.1 Estudio geológico

(1) Resumen del estudio

Con anterioridad a instalación de Johkasou, es preciso evaluar la capacidad portante del suelo para analizar las necesidades de cimentación con pilotes. Se contrató una local de estudio geológico, la cual realizó su estudio según normas ASTM. Tabla 2.3 resume el resultado de dicho estudio, que midió los valores N de cada punto con un método equivalente a la prueba estándar de penetración.

Tabla 2.1 Resumen del estudio geológico

Fecha del estudio	03/03/2016
Método del estudio	DPSH (Dynamic Probing Super Heavy) (Penetración dinámica de conos superpesados)
No. de sitios estudiados	3 sitios (Profundidad de 5m/sitio)
Monto contratado	1.050 \$ USA (sin impuesto)
Contratista	Sugasti



Figure 2.4 Sitios estudiados y situación del estudio

(2) Resultados del estudio

Los resultados del estudio se presentan en la エラー! 参照元が見つかりません。 . El sitio previsto para la construcción tiene un suelo de limo arenoso muy duro con valores N entre 20 y 50.



Figure 2.5 Resultados del estudio geológico (valores N)

2.4.2 Evaluación de impacto ambiental

(1) Resumen del estudio

La evaluación de impacto ambiental en Panamá está clasificada en 3 categorías según la intensidad del impacto ambiental de proyecto objeto de la evaluación (Tabla 2.2). La ejecución del estudio se autoriza solo a compañías registradas en MiAmbiente (Ministerio de Medio Ambiente), y para iniciar un proyecto es necesario obtener aprobación de MiAmbiente de los resultados del estudio. El presente proyecto corresponde a la categoría I.

Tabla 2.2 Clasificación en categorías de la evaluación de impacto ambiental en Panamá (※)

Categoría	Descripción
I	Aplicable a proyectos cuyo impacto ambiental no sea muy grave.
II	Aplicable a proyectos con posibilidad de provocar algún impacto ambiental parcialmente grave, remediable o mitigable con técnicas convencionales o medidas sencillas.
III	Aplicable a proyectos con posibilidad de provocar impactos ambientales graves, tanto cualitativa como cuantitativamente, que requieran estudios más detallados para tomar medidas correspondientes.

※Orden ministerial No.123 del Ministerio de Economía y Finanzas de Panamá (14 de agosto de 2009)

A continuación, se presenta el resumen del contrato para la evaluación de impacto ambiental. Al principio consideramos este estudio conjuntamente con la obra de instalación de Johkasou, pero dado que la aprobación de MiAmbiente requiere cierto tiempo, lo adelantamos como contrato aparte.

Tabla 2.3 Resumen del contrato para evaluación de impacto ambiental

Fecha del contrato	15/07/2016
Monto contratado	2.763,81 \$ USA (sin impuesto)
Contratista	Consigna Solutions, S.A.

(2) Resultados del estudio y su proceso

Tomando como referencia el informe del estudio elaborado, en la figura de abajo se presenta el proceso hasta la aprobación.

2.4.3 Resumen de la obra de instalación e implementación de la licitación

(1) Resumen de la obra

El contenido de la obra del presente proyecto es: trámites de despacho aduanero, transporte, custodia e instalación del Johkasou, instalación de bombas de registro de alcantarillado y reparación de tubería en el hospital. El objetivo de la reparación de tubería en el hospital es reducir la entrada innecesaria de aguas residuales en el Johkasou reparando fugas que tengan posibilidad de dirigir agua no usada al sistema de tratamiento de aguas residuales. El nuevo sistema consiste en instalar nuevo ramal desde un registro de alcantarillado existente donde entran aguas residuales del hospital y conducir el agua a la Johkasou (Fig. エラー! 参照元が見つかりません。) y debido a que las aguas residuales aumentan su nivel antes de llegar a la Johkasou, hará falta instalar bomba para conducir el agua al Johkasou. A tal efecto, se instalará un nuevo registro de alcantarillado antes de la entrada del Johkasou y se instalará una bomba en el registro.

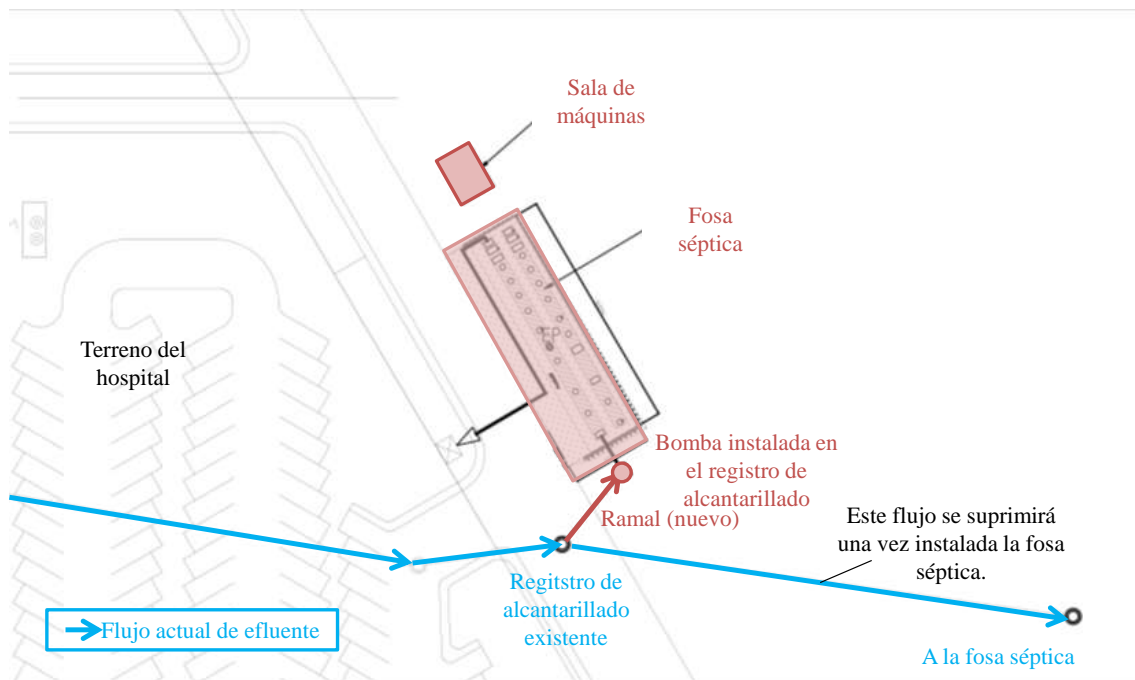


Figure 2.6 Imagen del tratamiento de aguas residuales, antes y después de la instalación del Johkasou

(2) Ejecución de licitación

La obra de instalación de Johkasou, que debe servir para entrenamiento en el trabajo del presente proyecto de cooperación técnica, deberá culminarse dentro de un año fiscal. Además, teniendo en cuenta el supuesto monto contratado (20 millones de yenes en el momento del presupuesto), se trata de una magnitud de proyecto suficientemente considerable como para concertar contrato discrecional con contratista opcional, por lo que a fin de apoyarnos en contratistas de cierta confianza y recurrir a criterios de competitividad, decidimos implementar una licitación con 3 empresas pre-seleccionadas. Estas 3 empresas fueron escogidas de entre contratistas con experiencia previa de contratación de obras de UCP y suficiente nivel en ingeniería civil y maquinaria.

Con estas empresas mantuvimos proceso de licitación según el calendario abajo indicado.



Figure 2.7 Programa de licitación para obra de instalación de Johkasou (los días coloridos corresponden al periodo de asignación de expertos)

El resultado de la licitación fue el siguiente.

Tabla 2.4 Resultado de licitación para obra de instalación de Johkasou

Adjudicatario	Imarsol, S.A.
Monto adjudicado	214.666,63 \$ USA

2.4.4 Retraso en el procedimiento y toma de medidas

Como se ha descrito arriba, hasta el proceso de la licitación todo marchó bien, sin embargo, la subsiguiente demora fue provocada por la tardanza en obtenerse aprobación de los resultados del estudio de evaluación de impacto ambiental. Los factores del retraso son los siguientes.

- Retraso en la atención del Ministerio de Salud

Una vez elaborados los documentos del estudio por consultor especializado, en el momento de la entrega de los mismos a MiAmbiente, se requiere la firma del representante del proyecto (en este caso, el Ministro de Salud). Sin embargo, justo en ese momento se produjo postergación en la ejecución del presupuestario de UCP (paralización del avance de un proyecto relacionado con UCP) por circunstancias políticas, lo que retrasó la firma del Ministro. La firma se consiguió con 2 meses de retraso desde lo programado inicialmente tras repetidas deliberaciones con UCP y respaldo de la oficina de JICA en Panamá.

- Comunicación con MiAmbiente (Extensión Panamá Oeste-Chorrera)

Teniendo en cuenta el retraso de la firma del Ministro de Salud, antes mencionado, empezamos las deliberaciones con MiAmbiente en una fase temprana para que agilizará el proceso de aprobación después de entregados los documentos. Aunque MiAmbiente se mostró siempre muy cooperativo, debido a dimisión y sustitución del gerente en medio de las deliberaciones, no todas las cosas marcharon debidamente.

Consecuencia de lo anterior fue que la aprobación de EIA, prevista inicialmente para septiembre de 2016, sufrió un marcado retraso hasta enero de 2017.

2.4.5 Trabajos previstos y control de seguridad desde el inicio de la obra de instalación hasta el final

(1) Perforación (10/02 – 17/02/2017)

Obtenida la aprobación de EIA, se tardó 2 semanas para obtener de la municipalidad de La Chorrera el correspondiente permiso de construcción, y el 10 de febrero de 2017 comenzó la perforación.

En medio de la perforación, se descubrió la existencia de tubos de cloruro de vinilo de cañerías de agua potable en el área prevista para la instalación de Johkasou, lo que requirió tomar medidas. Nos pusimos en contacto con personal del Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN) y tras verificar la existencia y uso de los tubos, llevamos a cabo una obra de desviación. Incluyendo dicho trabajo y la compactación del fondo, la perforación terminó a la semana del inicio de la obra.

Desde el punto de vista del control de seguridad, antes de la perforación confirmamos, sobre todo, que se mantenía un correcto gradiente conforme al estudio geológico y que se habían tomado las medidas preventivas contra caídas de obreros.

(2) Cimentación (22/02 – 11/03/2017)

Después de la perforación venía la instalación de piedras trituradas y hormigón de nivelado, pero dado que la obra coincidió con el periodo del carnaval (en este periodo casi todos los trabajos en el país quedan paralizados), se demoró la entrega de piedras trituradas y materiales de hormigón, lo que retrasó 5 días más el periodo de la obra con respecto a la fecha prevista en ese momento.

En esta obra, para atender a este tipo de retraso, hicimos el montaje de varillas de acero para armazón en otro lugar y una vez instalado el hormigón de nivelado, instalamos las varillas de acero montadas utilizando una retroexcavadora. Durante ese trabajo, comprobamos que se habían tomado debidamente medidas contra caídas y que se había contratado a vigilantes.

(3) Instalación de Johkasou

El trabajo consiste en levantar con grúa un tanque cuyas dimensiones y peso aparecen en Tabla abajo, e instalarla sobre el cimiento de hormigón. Si se cayera los tanques en medio del trabajo, el desastre provocado sería gravísimo, por lo que se asumió como el mayor de los riesgos imaginables en este proyecto, y a ello se adaptaron las medidas de control de seguridad adoptadas en la obra.

Se hizo hincapié en comprobar que la ropa de trabajo sirviera para distinguir perfectamente a quienes imparten órdenes de los encargados de llevar a cabo la manipulación, así como que antes del trabajo quedara claro para todos el orden y dirección con que se iba a proceder para cada operación, vigilar que nadie se acercara indebida o imprudentemente al escenario de operaciones, y que en todo momento se mantuviera cuidadosamente el debido equilibrio en la manipulación, levantamiento y depósito de la fosa, y de esta forma se completó la instalación sin mayores problemas.

(4) Obra de recubrimiento

Instalada los tanques, se hace el recubrimiento, compactando con agua. En comparación con los trabajos realizados hasta la fecha, son menos los puntos de serias precauciones de seguridad, pero siempre se estuvo al tanto de la seguridad de los obreros en el trabajo de transporte de tierra y piedras, entre otros.

(5) Instalación y acabado de la cámara de maquinaria

Al igual que la fosa, la cámara de maquinaria requiere un trabajo parejo de levantamiento con grúa e instalación, y se verificaron los puntos de precaución y cuidado para la seguridad con el mismo procedimiento.

Tras el procedimiento arriba mencionado, en abril de 2017 se dio por terminada la obra. No obstante, en ese momento la instalación no estaba conectada con la fuente de alimentación eléctrica del lado primario, y la obra, incluyendo la conexión eléctrica, se completó al final de junio de 2017.

Fig. 2.2 abajo indica la diferencia entre el procedimiento inicialmente previsto y el real.

2.5 Puesta en marcha de operación

2.5.1 Periodo del inicio de la operación y trabajo correspondiente

Terminada sin problema la prueba de operación después de finalizada la obra, a principios de julio de 2017 comenzó la operación del Johkasou. Sobre el tratamiento biológico en el Johkasou, lo normal sería que con el tiempo se fuera adaptando a las aguas residuales que van entrando, pero debido al limitado tiempo disponible en el proyecto, se introdujo una parte de lodo-semilla (utilizando lodo excedente de la planta de tratamiento de aguas residuales de Juan Díaz).

2.5.2 Problemas en la gestión de la operación y soluciones adoptadas

El Johkasou inicialmente estuvo funcionando con regularidad, sin embargo, hubo que paralizar su operación en dos ocasiones, por irregularidades encontradas por condiciones locales que impidían su correcto funcionamiento. Los principales factores, clasificados a grandes rasgos, fueron: “voltaje de la fuente de alimentación eléctrica” y “residuos sólidos”. Se detallan a continuación.

(1) Daños causados en el sistema de control por la variación del voltaje de la fuente de alimentación.

El primer problema consistió en daños del sistema de control (contactor), ocurrió en agosto de 2017, al mes de la puesta en marcha. Las causas del problema y sus consecuencias se presentan en Fig. 2.3 abajo.

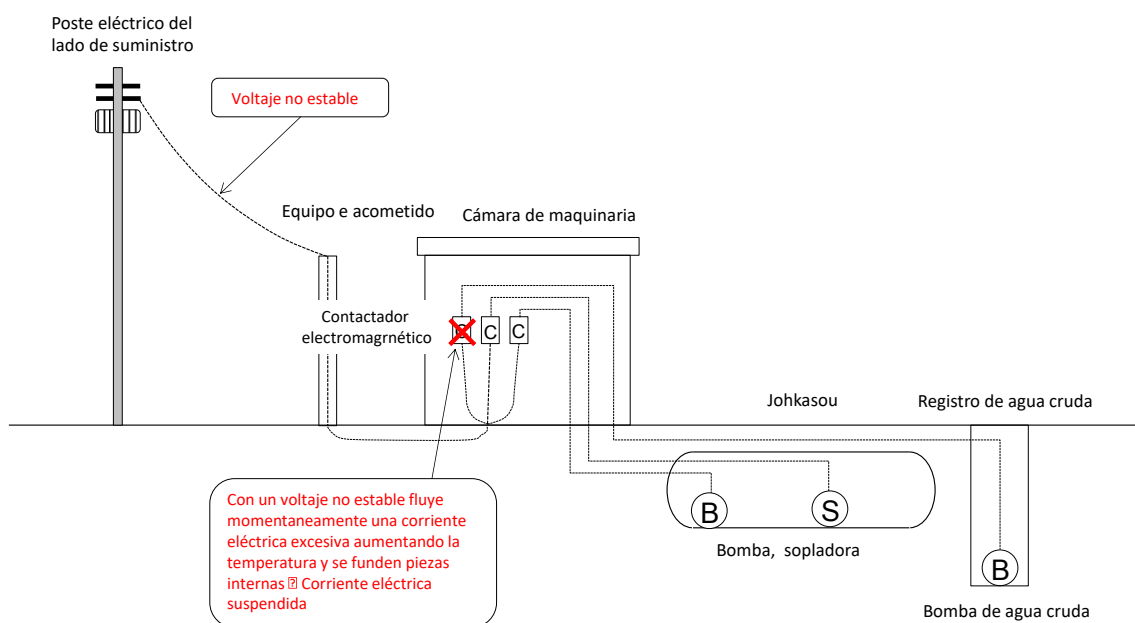


Figure 2.8 Causas de los daños del equipo (imagen)

Ante este problema, se estudiaron las medidas indicadas en Fig. 2.4 abajo.

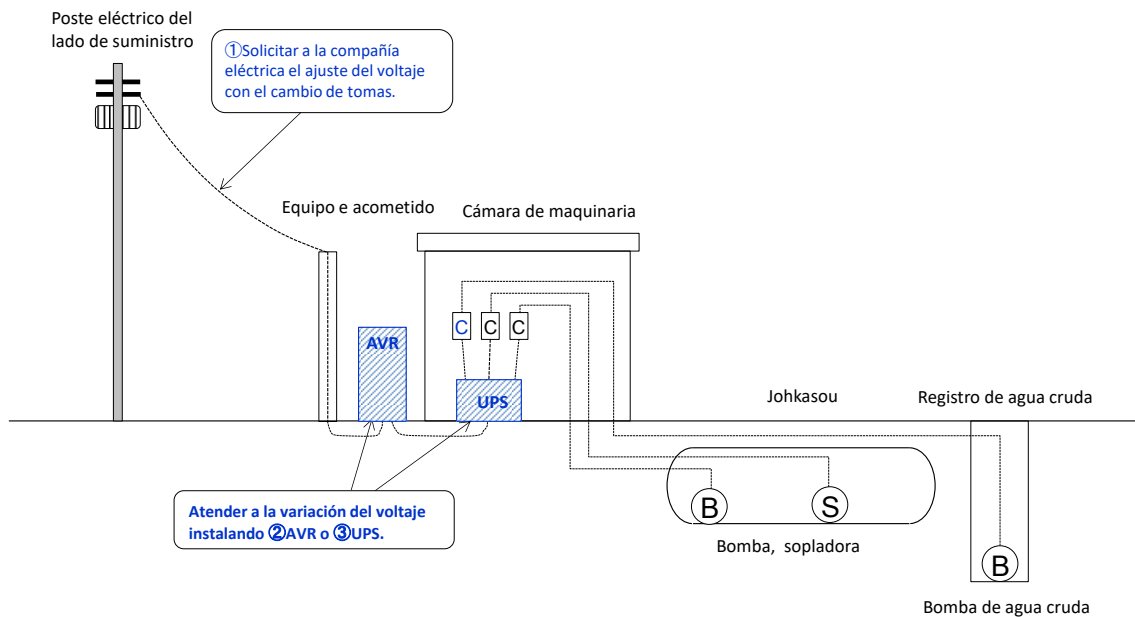


Figure 2.9 Medidas tentativas

Como consecuencia del análisis comparativo de las medidas, teniendo en cuenta la economía, se optó por: ① ajuste de tomas de transformador, y ③ instalación de UPS, presentados en Tabla 2.5 abajo.

Tabla 2.6 Comparación de medidas frente al problema de fuente eléctrica

Medida	Supuesto coste	Adopción
① Ajuste de tomas de transformador	No necesario	✓
② AVR	Producto japonés de 30kVA: 2 millones de yenes	
③ UPS	Producto japonés de 1kVA: 500.000 yenes	✓

Aplicadas estas medidas, se logró un entorno de funcionamiento regular y estable, sin perjuicio para los equipos. Posteriormente, en noviembre de 2017, se reanudó la operación.

(2) Suspensión de operación de la bomba, a causa de residuos sólidos del hospital

Mientras se atendía a la suspensión causada por la variación del voltaje de la fuente eléctrica, antes mencionada, se comprobó que residuos sólidos muy variados se mezclan con el contingente líquido

vertido en el sistema de descarga de aguas residuales del hospital, y estos entran en el sistema del Johkasou. Para este problema, incluso en el momento de finalizar el proyecto, todavía no se ha tomado una solución radical.

Sobre el problema de residuos, se han observado, a grandes rasgos, dos etapas.

① Etapa inicial del funcionamiento (en el momento del estudio hecho durante la suspensión a causa del problema de voltaje en la fuente de alimentación eléctrica)

En esta etapa, entraban muy variados residuos, por ejemplo;

- Envolturas de alimentos
- Guantes quirúrgicos
- Trapos
- Papeles
- Jeringas
- Bolígrafos
- Pañales

En las fotos pueden observarse ejemplo de objetos llegados al Johkasou.



Figure 2.10 Basuras solidos en un pozo de entrada

Ante tal circunstancia, se juzgó que permanecía la posibilidad de provocar problemas en el sistema tras puesta en marcha post-parada de emergencia, ay se adoptaron las siguientes medidas.

- ✓ Instalación de filtro en el punto de confluencia (curso arriba del sistema del Johkasou) de efluentes del hospital
- ✓ Actividades de sensibilización dirigidas al personal sanitario del hospital (Organización de seminarios)
- ✓



Figure 2.11 Malla instalada en la camara de inspección



Figure 2.12 Seminario sobre el uso adecuado de Johkasou

② Después de la reanudación de la operación

Tomadas las medidas sobre el voltaje de la fuente eléctrica, se reanudó la operación del Johkasou. Pasados dos meses, una de las dos bombas de entrada quedó paralizada. Concretamente, fluía la corriente eléctrica pero el rodete no giraba y no bombeaba el agua. Posteriormente, durante cierto tiempo funcionó la bomba restante, pero esta también quedó paralizada (※). Ante tal situación, se averiguó el estado del registro de alcantarillado donde estaba instalada la bomba, y pudo observarse gran cantidad de residuos tales como papeles y trapos alargados (Foto). Luego, a través de un estudio hecho por un contratista local, se ha determinado que estos residuos provocaron la obstrucción de la bomba. Según la entrevista al hospital, se parecen a materiales no textiles utilizados para la limpieza de camas de enfermos.



Figure 2.13 Basuras solidos despues de realizar las medidas

El filtro instalado en ese momento cumplía su utilidad para eliminar residuos con cierta anchura, pero dejaba pasar residuos alargados. Sobre la bomba de entrada instalada en el registro de alcantarillado, se había adoptado un modelo con mecanismo de molinillo suponiendo la mezcla de cierta cantidad de residuos, pero el molinillo tampoco pudo triturar los objetos alargados, y no evitaba, antes bien provocaba, la obstrucción.

※ Esto ocurrió en un periodo sin presencia de expertos asignados, por lo que fue difícil intercambiar información por correo electrónico y tomar medidas a tiempo.

Para atender a los residuos arriba mencionados, lo fundamental es el control en las fuentes de producción, pero a tal efecto, es necesario reformar la conciencia hasta de los últimos usuarios y se suponía que eso consumiría mucho tiempo.

Por consiguiente, considerando que el hospital continuará bajo su iniciativa las actividades de sensibilización al personal sanitario y visitantes del hospital y suponiendo que los residuos seguirán entrando por el momento, se analizó la instalación de una trituradora en la entrada del registro de alcantarillado. Para ese entonces, el Johkasou fue entregada a MINSA y el hospital fue el sujeto responsable de la gestión, por lo que UCP se encargó de tomar las medidas para apoyarlo, incluyendo asunción del costo.

3 Lecciones aprendidas

Las lecciones aprendidas en esta obra son las siguientes.

3.1 Estudio preliminar y obra de instalación

En el procedimiento entre el estudio preliminar y la obra de instalación, lo más difícil de prever con antelación fue el proceso de la evaluación del impacto ambiental (EIA) y el tiempo requerido al respecto. Contratamos un consultor especializado en julio de 2016 y se preveía que la aprobación llegaría a más tardar en septiembre del mismo año, sin embargo, por las razones políticas antes mencionadas, hubo que aceptar un gran retraso.

Además, debido a que en la implementación del estudio de EIA antes de la obra, no se pudo obtener del consultor especializado y de la contraparte información previa sobre “estudio de seguimiento” tras puesta en marcha, se tuvo escaso conocimiento de la necesidad de tal estudio.

Como lecciones aprendidas para el futuro;

- ✓ Poner en orden los procesos necesarios (sobre todo, lo relacionado con las autorizaciones) para implementar una obra. A tal efecto, no depender demasiado de los comentarios de la contraparte y contratistas, sino analizar todos los procesos, que tienden a presumirse en base a ejemplos de Japón y otros países.
- ✓ Extraer en lo posible los elementos afectados por dichos procesos y evaluar los riesgos.
- ✓ Preparar contrato con contratista con especificación de contenido y periodo, considerando suficientemente un retraso de estas características (regular de asignación de costo en caso de producirse retraso por causa ajena a ambas partes, etc.)

3.2 Gestión de la operación

En la etapa de gestión de la operación, “fuente de alimentación eléctrica” y “residuos” constituyeron grandes problemas. Para prevenirlos o mitigarlos, es necesario tener presente los puntos aquí mencionados.

- ✓ A diferencia de Japón, no siempre se suministra la corriente eléctrica con un voltaje estable, por tanto, se hará un estudio preliminar no sólo para asegurar “el suministro eléctrico”, sino también “la estabilidad del voltaje”.
- ✓ Desde la etapa de planificación del proyecto, suponiendo un caso de falta de voltaje estable, se incluirán los trabajos, equipos, tiempo y costo necesarios para tomar las medidas correspondientes.
- ✓ Respecto a los efluentes objeto, deberá estudiarse previamente no sólo la calidad de agua sino también el estado de entrada de residuos sólidos.
- ✓ Presupuestar los trabajos, equipos, tiempo y costo necesarios para tomar las medidas contra residuos, e incluirlos desde la etapa de planificación.

**Proyecto de Mejoramiento de la
Administración de Aguas Residuales en el
Área Metropolitana de Panamá, República
de Panamá**

[Cooperación técnica con financiamiento reembolsable]

(Segunda fase: fase de actividad plena)

**Propuestas de medidas a tomar
contra grandes fuentes de efluente**

agosto de 2018

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

(JICA)

Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

Prefacio

Venimos proponiendo medidas contra efluentes de entidades basándonos en el conocimiento de la situación de Panamá obtenido en las presentaciones y deliberaciones con la contraparte aprovechando los semanarios organizados en el Proyecto y también en la experiencia tenida en Japón. Este documento es un resumen de las medidas especialmente efectivas y necesarias para la actualidad de Panamá, dentro de dichas propuestas.

Sobre el control de efluente de las entidades que lo descargan al alcantarillado en el área objeto del proyecto, al principio suponíamos que se llevaría a cabo mediante un convenio de MINSA-IDAAN y el decreto ejecutivo al respecto. Luego, teniendo en cuenta el comienzo de los preparativos para la creación de la Empresa Pública de Saneamiento de Panamá (EPSP: nombre provisional) y con el supuesto de que se haría el control de efluente de entidades finalmente conforme a la formación de EPSP, decidimos analizar también medidas de atención a la actualidad.

Además de los ítems aquí descritos, en el Proyecto estudiamos las solicitudes de la municipalidad y las medidas contra efluente de restaurantes para prevenir la obstrucción a causa de grasa en los distritos piloto.

En cuanto a la coordinación con municipalidades, ya que éstas pretenden atender a los daños causados por el mal olor y la contaminación de agua de canales en el área correspondiente, será difícil mantener una coordinación directa para el control de descarga al alcantarillado. No obstante, en caso de recomendar la conexión de las entidades que pueden conectarse al servicio de alcantarillado en el área del servicio de alcantarillado, creemos lograr una coordinación efectiva con municipalidades.

El asesoramiento a restaurantes como medida contra descarga de grasa, puede ser una medida muy efectiva según la zona. La práctica de esta medida en el distrito piloto constituye un plan de acciones de la capacitación temática en que participó el personal de contraparte en Japón, por tanto, se espera que pueda ser resumida aparte.

Contenido

1. Fortalecimiento de la coordinación con las instituciones relacionadas para tomar medidas contra grandes fuentes de efluente
2. Actividades para lograr conexiones de entidades en el área donde está previsto un nuevo desarrollo del servicio
3. Atención a las entidades cuya descarga al alcantarillado no cumpla con las normas de calidad de agua
4. Actividades para aprovechar mejor los datos de entidades
5. Fortalecimiento del sistema de implementación de monitoreo de calidad de agua

1. Fortalecimiento de la coordinación con las instituciones relacionadas para tomar medidas contra grandes fuentes de efluente

En el Proyecto estamos trabajando para realizar un monitoreo periódico a entidades con el fin de asegurar la toma de medidas contra grandes fuentes de efluente que descargan al alcantarillado.

Ante la implementación del monitoreo, hay que prestar suficiente atención a dos temas. Uno es asegurar una imparcialidad a las entidades objeto y el otro es demostrar los efectos del servicio de alcantarillado de manera eficiente para lograr el mejoramiento de la calidad de agua de ríos y canales públicos, que es el objetivo del proyecto de alcantarillado.

Sobre el primer punto, la norma de efluente en Panamá en caso de descarga al área de agua pública está restringido con DGNTI-COPNIT 35, y la descarga al alcantarillado con DGNTI=COPNIT 39. Existe alguna diferencia entre las dos, por ejemplo, en caso de CODcr, para el área de agua pública es 100 mg/L, y para el alcantarillado, 700 mg/L. Pero teniendo en cuenta que en el servicio de alcantarillado está asegurado un tratamiento biológico en las plantas de tratamiento de aguas residuales, esto puede considerarse imparcial. No obstante, si entre ambas partes resulta notablemente distinta la atención ante el cumplimiento de los valores de la norma, sería falta de imparcialidad a las entidades correspondientes, cosa que hay que evitar.

Además, en las atenciones a las entidades ubicadas en las áreas cubiertas por la UCP y a las ubicadas en las áreas cubiertas por otras entidades del servicio de alcantarillado, no hay razones específicas para distinguir ambas, lo que requiere claramente una imparcialidad. Así, será necesario realizar monitoreo intercambiando suficiente información con el Ministerio de Medio Ambiente (MiAMBIENTE) que se encarga del área de agua pública y los operadores de áreas del servicio de alcantarillado diferentes a las áreas manejadas por UCP (IDAAN y MINSA), para asegurar la imparcialidad y dar un monitoreo eficiente.

Sobre el segundo punto, si no hay suficiente emprendimiento para optimizar la descarga de aguas residuales al área de agua pública con el propósito de mejorar la calidad de agua fluvial, no se dará una motivación a la conexión al servicio de alcantarillado que requiere el pago de tarifas y obra de transición, lo que puede impedir el despliegue eficiente de los efectos del servicio. Actualmente en Panamá, se observan algunos casos en que se suponen efectos de efluente de entidades como factor evidente de la contaminación de calidad de agua fluvial. En tales casos, es importante que la institución competente del control de descarga de efluente al área de agua pública intervenga en las entidades objeto para mejorar la calidad de agua, sincronizando con el avance del desarrollo del servicio de alcantarillado en el área que incluye las entidades en cuestión, y dirigiéndolas a que conecten al servicio de alcantarillado para aliviar la carga de tratamiento de efluente hecho por las mismas. Promoviendo la conexión al servicio de alcantarillado de las entidades ubicadas en el área de servicio de alcantarillado mediante esta coordinación, se podrá demostrar eficazmente los efectos del servicio de alcantarillado y lograr el mejoramiento de la calidad de agua de ríos en la ciudad.

De lo anterior, es muy importante el fortalecimiento de la coordinación de las instituciones relacionadas con el monitoreo de efluente de entidades.

2. Actividades para lograr conexiones de entidades en el área donde está previsto un nuevo desarrollo del servicio

Respecto al segundo punto antes mencionado, el mejoramiento de la calidad de agua de ríos en la ciudad y la zona costera es uno de los objetivos más importantes del desarrollo de alcantarillado y sus resultados tienen fuerza para apelar directamente a los ciudadanos de los efectos del desarrollo de alcantarillado, por tanto, es un medio útil para ganar la aprobación de ellos del proyecto. Al contrario, si no se mejora la calidad de agua de ríos y zona costera aun después de desarrollado el alcantarillado, los ciudadanos no podrán darse cuenta cabal de los efectos del proyecto y no apoyarán el proyecto, lo que podrá impedir el futuro avance del proyecto.

En la situación actual de Panamá, donde se observan algunos casos en que se suponen efectos de efluente de entidades como factor evidente de la contaminación de calidad de agua fluvial, si se adopta el principio de autorizar la conexión una vez mejorado, en caso de que el agua tratada actualmente no cumpla las normas de la descarga al alcantarillado, será muy probable que el mejoramiento de la calidad de agua se retrase por un largo tiempo. Para evitar tal situación y demostrar pronto los efectos del proyecto de alcantarillado, se requiere un enfoque de recomendar fuertemente la conexión mediante diálogos con los operadores en el área donde sea posible una nueva conexión al alcantarillado, así como dar asesoramiento para el mejoramiento a los operadores una vez conectadas,, mitigando la carga de contaminantes descargados al área de agua pública, dando prioridad a una pronta conexión.

A este efecto, ante la elaboración de un plan de instalación de tubería, basándose en el aseguramiento de una capacidad con supuesta conexión de drenaje de las entidades, será importante elaborarlo suponiendo que el efluente de todas las entidades esté conectado, excepto aquellos casos en que se considere claramente innecesaria la conexión analizando los impactos de aguas residuales de una entidad sobre ríos y zona costera en el área correspondiente.

Además, a las entidades sin conexión al alcantarillado en las áreas cubiertas, será necesario recomendar activamente la conexión. Sobre todo, a las entidades que con el caudal y calidad de aguas residuales que descargan afectan claramente la calidad de agua del destino de la descarga, en coordinación con las instituciones competentes del control de efluente al área de agua pública, se requiere presionarlas fuertemente para mejorar la calidad de agua y recomendarles insistentemente la conexión al alcantarillado que aliviará la carga del tratamiento de aguas residuales.

3. Atención a las entidades cuya descarga al alcantarillado no cumpla con las normas de calidad de agua

En el monitoreo de calidad de agua de las entidades ya conectadas, y por supuesto, de las nuevas entidades conectadas que no cumplen las normas de calidad de agua mencionadas en el párrafo anterior, se puede suponer que ocurra en cierta medida, casos en el que se determine que no cumple las normas de calidad de agua.

Para atender a estos casos, viendo desde el punto de vista del mejoramiento de la calidad de agua fluvial, que es el objetivo del servicio de alcantarillado, en principio, no se debe rechazar la conexión al alcantarillado como un castigo, excepto las infracciones a causa de materiales nocivos que perjudiquen las funciones de tratamiento de aguas residuales, la calidad de agua descargada de las plantas de tratamiento y el manejo de las instalaciones de alcantarillado. En caso de suspender la conexión al alcantarillado, es muy probable que se descargue al área de agua pública, por lo que hay que mantener una estrecha coordinación con las instituciones reguladoras competentes para que atiendan rápida y adecuadamente al tomar tal medida.

Cuando no se trate de infracciones a causa de materiales nocivos que perjudiquen las funciones de tratamiento de aguas residuales, la calidad de agua descargada de las plantas de tratamiento y el manejo de las instalaciones de alcantarillado, es recomendable dirigir a las entidades correspondientes para que tomen acciones para mejorar la calidad de aguas residuales a descargar al alcantarillado y apoyarlas en sus actividades para tal efecto.

Como método para conducir el mejoramiento de la calidad de agua para estos casos, incluso en el sentido de recargo, es eficaz recaudar de las entidades cuyo efluente hayan sobrepasado las normas, tarifas adicionales equivalentes al costo de tratamiento complementario necesario por esa calidad del efluente. Una constante imposición de un costo adicional puede motivar a las entidades a mejorar la calidad de aguas residuales a descargar al alcantarillado. Aunque esto puede tomar cierto tiempo, suelen tomar medidas para el mejoramiento. Hasta que se logre el mejoramiento, una planta de tratamiento de aguas residuales ejecuta el tratamiento en lugar de dichas entidades de manera onerosa.

Este sistema será factible si una entidad de servicio de alcantarillado en su reglamento establece un sistema tarifario en función de la calidad y caudal de agua, y que puede obligar a los usuarios de alcantarillado a cubrir las pérdidas en caso de que éstos ocasionen daños con su efluente al servicio de alcantarillado. A tal efecto, será más comprensible para las personas interesadas establecer las tarifas adicionales dentro de un alcance del propio costo requerido para el tratamiento, o agregándole un pequeño recargo.

Por otra parte, como medidas de apoyo a las entidades, se puede considerar primeramente la presentación de conocimiento y técnicas sobre la construcción y mantenimiento de instalaciones de tratamiento de aguas residuales, como también, las buenas compañías de tratamiento de aguas residuales. Por eso, al visitar entidades por motivo de monitoreo de calidad de agua, los encargados deben recopilar información. Cuando hay muchas entidades que necesiten construir nuevas instalaciones de tratamiento de aguas residuales, en coordinación con las instituciones competentes del control de aguas residuales en el área de agua pública, será objeto de análisis la creación de un sistema de préstamo público para la construcción de instalaciones.

4. Actividades para aprovechar mejor los datos de entidades

Para aprovechar eficientemente los datos de entidades, es necesario ante todo que los datos estén actualizados periódicamente y que la base de datos cuente con una correcta y última información. En el Proyecto hicimos la determinación de las entidades que inicialmente deberían ser objeto del monitoreo de calidad de agua, la recopilación de información y la creación de base de datos. Para mantenerlos, es necesario junto con un monitoreo periódico de calidad de agua de cada entidad, confirmar y actualizar la información y recopilar información de nuevas entidades.

Para llevar a cabo este importante trabajo eficientemente, se requiere un respaldo sistemático que obligue a las entidades a colaborar en la recopilación de información. Cuando la UCP se convierta en entidad del servicio de alcantarillado, tendrá que establecer un reglamento que facilite la recopilación de información necesaria obligando a las entidades del servicio de alcantarillado, que cumplan ciertas normas de caudal y calidad de agua y de tipo de operación, a proporcionar determinada información que afecte el caudal y calidad de aguas residuales, y a informar de los datos solicitados de la entidad del servicio de alcantarillado en caso de producirse anomalías en la descarga. En ese caso, si puede limitarse el objeto al igual que lo establecido en COPANIT-39, el trabajo de monitoreo de calidad de agua será llevado de manera eficaz y eficiente, por lo que se recomienda analizarlo.

Para un uso eficiente de la base de datos, un código asignado a cada entidad puede ser aprovechado para varios usos. Por ejemplo, en caso de tener reuniones periódicas con órganos administrativos o requerirse datos estadísticos de cada división administrativa, será útil tener asignados códigos correspondientes a la división administrativa (juntas comunales, corregimientos, etc.). En caso de detectarse anomalías en la calidad de agua en tubería, u ocurrir descarga accidental de aguas residuales de alta concentración en entidades, si se tienen disponibles códigos asignados al sistema recolector conectado y tipo de entidades, será muy útil para la búsqueda de causas de la descarga de mala calidad, la estimación del alcance del impacto de accidente y el análisis de las medidas.

Por ejemplo, con una estructura de “□□○○△Δ×××”, se puede representar la división administrativa (□□), el sistema recolector (○○), tipo de entidad (△△) y número propio (×××). Sincronizando con GIS y el número de registro de la cámara de inspección del plano de tubería, se puede lograr un uso más práctico.

Un emprendimiento como este, si se considera suficientemente los objetivos y las posibilidades de la ampliación en un análisis inicial, cuando se extienda en el futuro una entidad objeto, habrá casos en que se logren grandes efectos con un pequeño esfuerzo, por lo que se recomienda analizarlo.

5. Fortalecimiento del sistema de implementación de monitoreo de calidad de agua

Actualmente, la UCP cuenta con un solo encargado de monitoreo de calidad de agua, perteneciente a la gerencia de operación y mantenimiento.

El monitoreo de calidad de agua consiste en estudios de campo en entidades y trabajos a realizar en la oficina o laboratorio tales como los preparativos, análisis, registro, entre otros. De los cuales, los trabajos de campo tienen que ser atendidos por varios funcionarios por la necesidad de garantizar la seguridad de trabajo y tener diálogos con entidades. Además, el encargado actual es el único funcionario con conocimiento real del monitoreo de calidad de agua, por tanto, para la sucesión del conocimiento técnico es necesario que varios funcionarios intervengan en la práctica del trabajo.

A este efecto, será necesario asignar un encargado más para una buena marcha del trabajo de ahora en adelante.

Por otra parte, actualmente hay menos de 100 entidades objeto del monitoreo de calidad de agua y suponiendo que se haga una visita a cada entidad más de 1 vez/año, esto no será tanto trabajo como para asignar dos encargados exclusivos. Por lo que, será más eficiente una combinación de 1 encargado principal y más de 1 sub-encargado que dedique a otros trabajos también.

En vista del vínculo y similitud del trabajo, será idóneo que un funcionario encargado de la calidad de agua de la planta de tratamiento, perteneciente a la gerencia de operación y mantenimiento, desempeñe al mismo tiempo dicho trabajo.

**Proyecto de Mejoramiento de la
Administración de Aguas Residuales
en el Área Metropolitana de Panamá,
República de Panamá**

**[Cooperación técnica con financiamiento
reembolsable]**

(Segunda fase: fase de actividad plena)

Registro de monitoreo de la calidad del agua

septiembre de 2018

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

(JICA)

Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

Ítem	Nombre EE/Comercio	Tipo / Clasificación	CIIU (Si aplica)	Ubicación /Sector PSP	Incidencia / Motivo de Visita	Tipo de Acción/Obs
1	P.H Villa Carrasquilla	P.H Residencial		Pueblo Nuevo, Carrasquilla	Desborde de C.I, obstrucción por aparente grasa en tubería	
2	Consultorios América	Hospitalario				
3	Restaurante Don Lee (Consultorios América)	Restaurante	63100			
4	Grupo Bimbo	Industria Alimentos				
5	Hospital San Fernando	Hospitalario				
6	P.H. Plaza Valencia	P.H Residencial				
7	Restaurante El Novillo	Restaurante	63100			
8	Restaurante Mc Donalds	Restaurante	63100			
9	P.H. Mediterráneo Loft	P.H Residencial		Bella Vista, Vía Argentina	Descarga de AR directo a vía principal	
10	Rest. Rincón Habanero	Restaurante	63100			
11	Rest. Los Venezolanos	Restaurante	63100			
12	Glaxo Smith Kline (GSK)	Industria Medicamentos		Juan Díaz, Sector Industrial	Solicitud voluntaria de EE	
13	Hospital Del Niño	Hospitalario		Interceptor Costero	Obstrucción de EB3	
14	Hospital Santo Tomás	Hospitalario				
15	Tasty Choice	Industria Alimentos		Juan Díaz, Sector Industrial	Base de Datos, descargas de EE	
16	GSK (same as No. 12)	Industria Medicamentos				
17	Compañía Panameña de Licores Varela Hermanos	Industria Licores				
18	Empresa Panameña de Alimentos (EPA, Pascual)	Industria Alimentos		Betania, Sector Industrial	Base de Datos, descargas de EE	
19	Coca Cola FEMSA	Industria Bebidas				
20	Cerv. Barú	Industria Bebidas				
21	Club Unión	Restaurante	63100	Paitilla	Desborde de C.I, obstrucción por aparente grasa en tubería	
22	Gold Mills Panamá	Industria Alimentos		Betania, Sector Industrial	Base de Datos, descargas de EE	
23	Qda. Santa Elena	Cuerpo de agua	-	Parque Lefevre, Santa Elena	Coloración inusual en quebrada	

24	Cerv. Nacional	Industria Licores	Ave. Ricardo J. Alfaro	Base de Datos, descargas de EE	
25	Panama Boston	Industria Manufactura	Boca La Caja	Derrame de colorante en bahía de Panamá / Base de Datos, descargas de EE	
26	Melo (Planta de Procesamiento)	Industria Aves	Juan Díaz, Sector Industrial	Base de Datos, descargas de EE	
27	CEMEX	Industria de cemento		Base de Datos, descargas de EE	
28	Estrella Azul	Industria Alimentos		Base de Datos, descargas de EE	
29	Terrazas de Marbella	Restaurante	Marbella	Obstrucción	
30	Plaza Marbella	Restaurante	Marbella	Obstrucción	
31	Lavery	Industria Alimentos		Base de Datos, descargas de EE	
32	Harinas del Istmo	Industria Alimentos		Base de Datos, descargas de EE	
33	Pintuco	Industria Manufactura		Base de Datos, descargas de EE	
34	Proluxsa	Industria Alimentos		Base de Datos, descargas de EE	
35	Kiener	Industria Alimentos		Base de Datos, descargas de EE	
36	Argos	Industria de cemento		Base de Datos, descargas de EE	
37	Metalpan	Industria Manufactura		Base de Datos, descargas de EE	
38	Arce Avícola	Industria Aves		Base de Datos, descargas de EE	
39	Productos La Doña	Industria Alimentos		Base de Datos, descargas de EE	

**Proyecto de Mejoramiento de la
Administración de Aguas Residuales en
el Área Metropolitana de Panamá,
República de Panamá
[Cooperación técnica con financiamiento
reembolsable]
(Segunda fase: fase de actividad plena)**

**La Obra de Mantenimiento Integral de
Las Instalaciones de Alcantarillados
Sanitarios de la Ciudad de ○○**

ESPECIFICACIONES REQUERIDAS

Noviembre de 2016

**Agencia de Cooperación Internacional
del Japón (JICA)
Nihon Suido Consultants Co., Ltd.**

**LA OBRA DE MANTENIMIENTO INTEGRAL DE LAS INSTALACIONES DE
ALCANTARILLADOS SANITARIOS DE LA CIUDAD DE ○○**

ESPECIFICACIONES REQUERIDAS

Noviembre de 2016

UCP

Estas Especificaciones Requeridas son de la Obra de Mantenimiento Integral de las Instalaciones de Alcantarillados Sanitarios de la Ciudad de ○○ (en adelante se denominará “La Obra”) que ejecutará la Unidad Coordinadora del Programa (en adelante se denominará “la UCP”) a través de contratar a una empresa privada (de aquí en adelante “El Contratista”). Las mismas establecen los requerimientos de la obra y el contenido de los trabajos mínimos que El Contratista tiene que ejecutar basado en las condiciones de estipuladas en la Guía de Licitación y el contenido de la propuesta de El Contratista.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo 1: Provisiones Generales.....	1
1. Objetivo	1
2. Alcance de aplicación	1
3. Período de contrato	1
4. Definición de términos	1
5. Responsabilidad de gastos	2
6. Confidencialidad, etc.	2
7. Cumplimiento de leyes, etc.	2
8. Compromiso de neutralidad	2
9. Responsabilidad por el bien público.....	2
10. Prohibición de conducta de mala fe	2
11. Presentación de documentos	3
12. Trámites a las entidades públicas	3
13. Sistema de ejecución del trabajo.....	3
14. Notificación de subcontratistas.....	4
15. Colaboración con la población local.....	4
16. Responsabilidad de colaboración.....	4
17. Compensación por daños e indemnización	4
18. Programa de construcción.....	5
19. Preparación de equipo y materiales.....	5
20. Reuniones y minutas	5
21. Prestado de documentos y bienes	5

22. Documentos de referencia	6
23. Emisión de certificados.....	6
Capítulo 2: Control de seguridad	6
1. Información general.....	6
2. Educación de seguridad	6
3. Prevención de accidentes laborales.....	6
4. Prevención de accidentes de terceros	7
5. Control de seguridad de diluvio local	7
6. Otros	8
Capítulo 3: Contenido de La Obra	9
Sección 1: Comunes.....	9
Sección 2: Elaborar Plan de trabajo y Plan de mantenimiento mensual	10
1 Plan de trabajo	10
2 Plan de mantenimiento mensual.....	10
Sección 3: Trabajo de mantenimiento de alcantarillado	10
Sección 3.1: Trabajo de mantenimiento planificado	10
1 Inspección y estudio.....	10
2 Limpieza	13
Sección 3.2: Elaboración de Plan de mantenimiento a corto plazo.....	13
1 Recolectar y ordenar información sobre las instalaciones	14
2 Establecer un objetivo del manejo de instalaciones.....	14
3 Análisis de riesgos	15
4 Elaborar Plan de Inspección y estudio a corto plazo.....	16
5 Elaborar Plan de reparación a corto plazo	17
6 Preparar material de explicación para las instituciones relacionadas.....	17
7 Preparar informes.....	17
8 Revisar	17
Sección 3.3: Trabajo de mantenimiento diario, etc.	18
1 Atención a ciudadanos y a accidentes	18
2 Inspección de sumideros y tubos de acoples atascados y su liberación	19
3 Atención a casos de emergencia y desastres	20
4 Trabajo basado en propuesta de plan	20
5 Terminación de trabajo	20
6 Período de transición del trabajo y el traspaso del trabajo	20
7 Indicadores del trabajo (PI)	20
8 Otros.....	21
1 Operación y mantenimiento.....	21
2 Mantenimiento, inspección y reparación	21
3 Gestión de adquisición de repuestos	22
4 Mejoramiento y medición ambiental	22
5 Terminación de trabajo	23
6 Período de transición del trabajo y el traspaso del trabajo	23
7 Indicadores de trabajo (PI)	23
8 Otros.....	23
Sección 5: Instalaciones de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).....	23
1 Asuntos básicos.....	23
2 Operación y mantenimiento.....	24
3 Mantenimiento, inspección y reparación	24
4 Gestión de adquisición de repuestos	25

5	Mejoramiento y medición ambiental	25
6	Terminación de trabajo	25
7	Período de transición del trabajo y el traspaso del trabajo	25
8	Indicadores de trabajo (PI)	26
9	Otros.....	26

Capítulo 1: Provisiones Generales

1. Objetivo

El objetivo de La Obra es promover el ingenio de El Contratista en la elaboración de cada tipo de trabajo y plan para dar un mantenimiento efectivo a las instalaciones de alcantarillados sanitarios de la UCP, y a través de un contrato integral con duración de varios años y el esfuerzo coordinado entre la UCP y El Contratista, se aspira fortalecer la capacidad técnica de operación de las instalaciones, hacer efectivos los trabajos de mantenimiento de la función de las mismas y mejorar el nivel del servicio.

Además, se quiere cambiar el esquema de mantenimiento de alcantarillado de La Ciudad desde el tipo de “responder a eventos” a tipo de “mantenimiento preventivo” que garantice la estabilidad y sostenibilidad de la función de los sistemas de alcantarillado.

2. Alcance de aplicación

- (1) Estas Especificaciones Requeridas aplican a La Obra que contrate la UCP. El Contratista tiene que ejecutar la obra de acuerdo con estas Especificaciones Requeridas con buena fe y seguridad. Se presenta el resumen de la obra en el **“Adjunto 1: Resumen del trabajo”**.
- (2) Estas Especificaciones Requeridas establecen las especificaciones requeridas de los trabajos que se exigen a El Contratista, así como el contenido de los trabajos mínimos que El Contratista tiene que ejecutar con relación a La Obra contratada por la UCP.
- (3) Cuando surjan dudas sobre estas Especificaciones Requeridas y el adjunto, se resolverán a través de la deliberación entre la UCP y El Contratista.

3. Período de contrato

El período de contrato de La Obra es el siguiente:

Desde el día siguiente de la fecha de firma de contrato hasta el 31 de marzo de 2021.

Sin embargo, desde el día siguiente de la fecha de firma de contrato hasta el 31 de marzo de 2016 será el período de sucesión con el contratista anterior. Además, los gatos en que se incurre durante el período de sucesión será a cuenta de El Contratista.

4. Definición de términos

En estas Especificaciones Requeridas, los términos en las siguientes numeraciones tendrán las definiciones indicadas.

- (1) “Instrucción” significa cuando la UCP, por su propia iniciativa, pide ejecutar a El Contratista, las directrices, normas y planes relacionados con los asuntos bajo la competencia la UCP.
- (2) “Aprobación” significa cuando El Contratista, por su propia iniciativa, reporta a la UCP y esta lo acepta.
- (3) “Deliberación” significa cuando la UCP y El Contratista, en posiciones de igualdad, conversan para llegar a un consenso.

5. Responsabilidad de gastos

Los gastos relacionados con las investigaciones, etc. para La Obra, aunque no estén incluidos en las Especificaciones Requeridas, en principio, serán la responsabilidad de El Contratista.

6. Confidencialidad, etc.

- (1) El Contratista no debe revelar a terceros los asuntos que conocerán a través de la ejecución de los trabajos.
- (2) Los materiales y resultados que se obtendrán por la ejecución de los trabajos pertenecerán a la UCP y El Contratista no debe hacer público los mismos sin la autorización la UCP.

7. Cumplimiento de leyes, etc.

- (1) En la ejecución de La Obra, El Contratista debe cumplir, además de las leyes indicadas en el “**Adjunto 2: Leyes y reglamentos pertinentes**”, las leyes, ordenanzas y reglamentos relacionados, así como los convenios que la UCP haya firmado con otras empresas.
- (2) La aplicación y ejecución de todas las leyes relacionadas con todo el personal empleado por El Contratista será por cargo y responsabilidad de El Contratista.
- (3) Sobre la base de la ordenanza municipal para la Exclusión de Pandillas y según lo establecido en las directrices para la Exclusión de Pandillas Relacionadas con Contratos la UCP de ○○, como medida para excluir las pandillas de las obras públicas, en la contratación de una obra pública, el contratado por la UCP de ○○ (contratista principal) y los subcontratistas tienen que presentar un “Juramento Escrito” indicando que no son miembros de pandillas ni tienen relación estrecha con las mismas.

8. Compromiso de neutralidad

El Contratista siempre debe esforzarse para mantener la posición de neutralidad.

9. Responsabilidad por el bien público

El Contratista, en la ejecución de La Obra, debe esforzarse para proteger el bien público y no dañar el ambiente y demás bien público.

10. Prohibición de conducta de mala fe

- (1) El Contratista debe mantener el civismo y el orden cuidando de sus palabras, actos y apariencia, además en la recepción de personas debe responder con celeridad mostrando amabilidad y cortesía.
- (2) En caso de confirmar actos ilícitos o conductas de mala fe como de no obedecer la instrucción la UCP, El Contratista debe presentar un plan de mejoramiento basado

en la instrucción de mejoramiento recibida la UCP para rápidamente mejorar la situación.

11. Presentación de documentos

- (1) El Contratista, después de la firma del contrato, presentará con prontitud a la UCP, los documentos indicados en el “**Adjunto 3: Documentos a presentar en el período del trabajo**” y luego de recibir su aprobación y emisión del certificado de identificación puede iniciar La Obra. Los formularios de cada documento seguirán las instrucciones la UCP.
- (2) En caso de surgir la necesidad de cambiar el contenido de los documentos presentados, debe presentar con prontitud la notificación de cambio (versión de documento enmendada) a la UCP.
- (3) El Contratista, después del día de inicio de trabajo y en el período de ejecución de La Obra, debe presentar a la UCP los documentos indicados en el “**Adjunto 4: Documentos a presentar en el período de la ejecución del trabajo**”. Los formularios de cada documento seguirán las instrucciones la UCP.
- (4) El Contratista, después de terminar La Obra, presentará con prontitud a la UCP, los documentos indicados en el “**Adjunto 5: Documento a presentar al término del trabajo**”. Además, entre dichos documentos los informes mensuales deben incluir los resultados de cada trabajo y recomendaciones para hacer más eficiente el mantenimiento ejecutado por la UCP.
- (5) El Contratista, además de los documentos a presentar indicados en las numeraciones anteriores, debe presentar los documentos solicitados por la UCP antes de la fecha que se indique.

12. Trámites a las entidades públicas

- (1) El Contratista, durante la ejecución de La Obra, debe mantener comunicación con las entidades públicas relacionadas y las demás organizaciones relacionadas.
- (2) El Contratista, al ejecutar La Obra, debe efectuar las notificaciones que se requiere hacer a las entidades públicas relacionadas y a las organizaciones relacionadas, por la responsabilidad y a cargo de El Contratista, y de acuerdo con las leyes correspondientes. Además, antes de hacer las notificaciones, debe informarle a la UCP el contenido de las mismas.
- (3) El Contratista, cuando requiera la deliberación con las entidades públicas relacionadas o cuando le pide deliberación, debe realizarla con buena fe y reportarla sin demora (a la UCP).

13. Sistema de ejecución del trabajo

El Contratista debe establecer el sistema indicado en el “**Adjunto 6: Sistema de implementación del trabajo**”.

14. Notificación de subcontratistas

- (1) El Contratista, en caso de subcontratar una parte de La Obra y previo al inicio de La Obra, debe informarle (a la UCP), a través de una notificación de subcontratistas, el nombre y tipo del trabajo subcontratado y el monto, período y alcance del subcontrato.
- (2) La UCP puede, en la ejecución de La Obra, ordenar el cambio de un subcontratista que considere notablemente inadecuado. En tal caso, El Contratista tiene que tomar inmediatamente las medidas necesarias.

15. Colaboración con la población local

- (1) El Contratista, en la ejecución de La Obra, debe informar del contenido de la obra a los residentes locales para obtener su comprensión y colaboración y esforzarse para evitar conflictos.
- (2) El Contratista, en caso de recibir quejas o solicitudes de la población local, debe informarle a la UCP sin demora, y al recibir su instrucción, responder con buena fe a la población e informar con prontitud a la UCP sobre los resultados.
- (3) El Contratista, bajo ninguna circunstancia puede recibir de la población local remuneración o cobrarle comisiones. También debe instruir y supervisar a los subcontratistas y al personal, la prohibición de dichas conductas.
- (4) Referente al párrafo anterior, no se aplica a los contratos apropiados con residentes locales para los trabajos de instalaciones de aguas residuales.
- (5) En caso de que un subcontratista o personal tome la conducta indicada en el párrafo anterior, El Contratista será responsable de la misma.

16. Responsabilidad de colaboración

- (1) El Contratista debe colaborar mutuamente con los contratistas de las obras relacionadas para ejecutar La Obra. Además, aun cuando las demás empresas ejecuten las obras relacionadas al mismo tiempo que La Obra, El Contratista debe colaborar con dichas empresas relacionadas.
- (2) El Contratista, por la instrucción la UCP, debe colaborar con los estudios o pruebas realizadas por la misma UCP o por terceros indicados por la UCP.

17. Compensación por daños e indemnización

- (1) El Contratista, en caso de causar daño a las instalaciones de alcantarillado sanitario, debe informarlo a la UCP inmediatamente, recibir su instrucción y restaurar la condición original con prontitud. En este caso también, los gastos requeridos para restaurar la condición original serán a cargo de El Contratista.

- (2) Si El Contratista, en la ejecución de La Obra, por alguna razón, falla en cumplir con sus deberes y causa daño a terceros, tomará toda la responsabilidad para su restauración e indemnización.

18. Programa de construcción

- (1) El Contratista debe ejecutar adecuadamente el programa de construcción basado en el Plan de trabajo presentado previamente.
- (2) En caso de ocurrir diferencia entre el plan de trabajo y los resultados, El Contratista debe tomar las medidas necesarias para lograr el avance armonioso de la obra.
- (3) El Contratista informará a la UCP sobre los avances de la obra a través de informes mensuales presentados al final de cada mes.

19. Preparación de equipo y materiales

El equipo y materiales necesarios para la ejecución de La Obra deben ser preparados bajo la responsabilidad y a cargo de El Contratista. La disposición de vehículos y los demás material y equipo deben ser preparados por El Contratista siguiendo el estándar del **“Adjunto 7: Equipos a preparar”** para poder responder adecuadamente.

20. Reuniones y minutas

- (1) El Contratista, con el fin de lograr una ejecución adecuada y armoniosa de La Obra, mantendrá una comunicación estrecha con la UCP y celebrará reuniones en los momentos necesarios, elaborando, cada vez, un registro de instrucciones de trabajo, y debe presentarlo a la UCP para su aprobación.
- (2) El líder responsable debe presentarse sin falta en las reuniones importantes.
- (3) El Contratista debe informar con prontitud del contenido del trabajo ejecutado a la UCP mediante el informe diario de trabajo.
- (4) El Contratista, para el caso de tomar vacaciones de verano, feriados del fin y los primeros del año y días de festivos seguidos, debe nombrar un responsable de comunicación emergente, establecer un sistema correspondiente, elaborar una tabla de comunicación emergente e informarlo previamente a la UCP.

21. Prestado de documentos y bienes

La UCP puede prestar al Contratista los productos de proyectos del pasado cada vez que haga falta para la ejecución de La Obra y a su vez, El Contratista, para recibir dicho prestado, debe presentar previamente una solicitud de prestado de documentos y bienes para su aprobación. El periodo y las condiciones del prestado serán deliberados cada vez.

22. Documentos de referencia

Los documentos de referencia para la ejecución de La Obra serán los indicados en el “**Adjunto 8 Bibliografía**”. En caso de tomar otros documentos como referencia, debe obtener una aprobación previa la UCP.

23. Emisión de certificados

Los certificados y solicitudes necesarios serán emitidos a solicitud del Contratista.

Capítulo 2: Control de seguridad

1. Información general

- (1) El Contratista debe esforzarse para prevenir los accidentes de terceros, accidentes laborales y daños en instalaciones y tomar las medidas suficientes para su prevención siguiendo lo establecido en la ley de seguridad y sanidad laboral, el reglamento de prevención de anoxia, las directrices de medidas de prevención de accidentes de terceros en las obras de construcción, etc.
- (2) Durante el trabajo, debe prestar suficiente atención a la información meteorológica y estar preparado para suspender el trabajo inmediatamente en caso de recibir el pronóstico de lluvias. Asimismo, debe tener las medidas tomadas para poder atender rápidamente en caso de terremotos.
- (3) Para prevenir los accidentes, debe constar las medidas del manejo de seguridad en el plan de trabajo y las lleva a cabo bajo la responsabilidad del Contratista.

2. Educación de seguridad

- (1) El Contratista debe dar periódicamente al personal que se dedique a La Obra una educación de seguridad sobre La Obra para mejorar el nivel de conciencia de seguridad del mismo.
- (2) El Contratista debe dar una educación especial sobre el trabajo con peligro de anoxia, estipulado en el decreto del Ministerio del Trabajo.

3. Prevención de accidentes laborales

- (1) El Contratista debe mantener en buen estado el ambiente laboral en La Obra e inspeccionar constantemente las maquinarias y equipos para garantizar la seguridad del personal que se dedique al trabajo.
- (2) En caso de trabajar entrando y saliendo de registros de alcantarillado y tuberías, o dentro de los mismos, debe verificar la presencia del aire con oxígeno deficiente o gases tóxicos antes y durante el trabajo, siguiendo las instrucciones del ingeniero en jefe del trabajo con peligro de anoxia, nombrado según el decreto del Ministerio del Trabajo, tomar las medidas necesarias como la ventilación para prevenir los accidentes y disponer de equipos de protección individual para la respiración. Asimismo, debe

registrar y guardar los resultados de la medición de la concentración de oxígeno y sulfuro de hidrógeno y en caso de que la UCP los requiera, debe obedecerle.

- (3) En caso de que se produzca el aire con oxígeno deficiente o gases tóxicos en el trabajo, debe tomar inmediatamente las medidas necesarias, comunicarlo urgentemente a la UCP y las entidades relacionadas y seguir sus instrucciones.
- (4) En caso de manejar las maquinarias cuyo manejo requiera una licencia, debe asignar sin falta las personas con licencia y dotar de guardavías.

4. Prevención de accidentes de terceros

- (1) Durante La Obra, debe garantizar constantemente la seguridad de los habitantes y transeúntes alrededor de La Obra, controlar favorablemente el tráfico y la escorrentía sobre la tierra de agua y tomar las medidas suficientes de seguridad en La Obra.
- (2) Debe colocar en La Obra letreros que indiquen el contenido del trabajo, instalar suficiente alumbrado y lámparas de seguridad por las noches para garantizar la seguridad de los transeúntes y el tráfico vehicular.
- (3) Debe dotar de guardavías en el área de La Obra para que guíen y controlen el tráfico de vehículos y transeúntes.
- (4) El Contratista, en caso de trabajar sobre la vía, debe solicitar a la policía competente la autorización de la ocupación de vía y cumplir con las condiciones correspondientes.
- (5) Para guiar el tráfico, debe asignar personas que hayan recibido la educación estipulada en el artículo 38 del reglamento de aplicación de la Ley de servicio de seguridad privada, o las que hayan terminado un curso de seguridad para prevenir accidentes en la obra de construcción organizado por la asociación de constructores en los últimos 3 años, o personas que haya aprobado el examen para el servicio de seguridad privada en la guía de tráfico (1er o 2º grado). Asimismo, presentar al funcionario supervisor los documentos comprobantes de dicha educación o la copia del certificado del curso.
- (6) El control de tráfico y las medidas de seguridad para el trabajo se harán apropiadamente siguiendo lo establecido en estas Especificaciones Requeridas y también las instrucciones de las entidades públicas relacionadas.
- (7) Los detalles de las medidas mencionadas en el numeral anterior serán determinados tras suficientes deliberaciones con las entidades relacionadas y los resultados serán informados a la UCP.

5. Control de seguridad de diluvio local

Teniendo en cuenta que las instalaciones de alcantarillado son lugares con posibilidad de alterar la velocidad de flujo y el nivel de agua por la entrada drástica de lluvias a causa de diluvio local, el Contratista debe asegurar un sistema de control de seguridad para llevar a cabo el trabajo de manera segura dentro de las instalaciones de alcantarillado, incluyendo no sólo las medidas para atender al crecimiento del caudal en las instalaciones, sino también las medidas preventivas para descontinuar o interrumpir el trabajo antes de producirse una rápida crecida.

Cada día del trabajo, antes del inicio de la obra debe comunicar mediante una reunión a todas las personas relacionadas con la obra el contenido y horario del trabajo, pronóstico

del tiempo del día, el nivel de agua y velocidad de flujo en los lugares del trabajo, rutas de evacuación y señales de evacuación, para que todas estén bien informadas del contenido del control de seguridad. Asimismo, debe darles a conocer la ubicación de los equipos de seguridad, hacer reconocer la importancia de las medidas de seguridad, llevar a cabo actividades de previsión de riesgos y registrar el contenido de dichas actividades con fotos y documentos.

El Contratista debe establecer bajo su responsabilidad los criterios para suspender el trabajo en función de las características del lugar de La Obra para prevenirse contra toda la eventualidad en el control de seguridad en La Obra, tomando lo siguiente como referencia.

(1) Antes del inicio del trabajo

- Suspender el trabajo, en caso de que hayan dado advertencia o alerta de inundaciones o diluvio en el sitio de La Obra o en la cuenca alta.
- Suspender el trabajo, en caso de que se hayan producido diluvio o trueno en el sitio de La Obra o en la cuenca alta.
- Suspender el trabajo, en caso de que se haya observado anomalía en el nivel de agua o la velocidad de flujo en la alcantarilla del sitio de La Obra según los resultados de la medición realizada antes del inicio del trabajo.

(2) Después del inicio del trabajo

- Interrumpir inmediatamente el trabajo y evacuar al personal a la superficie de la tierra, en caso de que hayan dado advertencia o alerta de inundaciones o diluvio en el sitio de La Obra o en la cuenca alta.
- Interrumpir inmediatamente el trabajo y evacuar al personal a la superficie de la tierra, en caso de que se hayan producido diluvio o trueno en el sitio de La Obra o en la cuenca alta.
- Interrumpir inmediatamente el trabajo y evacuar al personal a la superficie de la tierra, en caso de que el personal determine anomalía en la condición de la alcantarilla.

6. Otros

- (1) El Contratista durante el trabajo nunca debe hacer uso de llamas abiertas cerca de las instalaciones de alcantarillado o tubería de gas.
- (2) En caso de ocurrir un accidente, conforme al sistema de comunicación emergente indicado en el plan de trabajo, debe informar a la UCP y las entidades públicas relacionadas y tomar las medidas necesarias con prontitud.
- (3) Después del aviso arriba mencionado, el Contratista debe averiguar las causas, procedimiento del accidente y el contenido de sus daños e informar a la UCP de los resultados por escrito.

Capítulo 3: Contenido de La Obra

Sección 1: Comunes

- (1) El Contratista debe determinar los sitios y el procedimiento del trabajo, informar a la UCP de los mismos y emprender el trabajo luego de obtenida su aprobación.
- (2) Ante el trabajo, debe tomar las medidas protectoras necesarias como el uso de rodillos de guía para no dañar el orificio de tubos y prestar suficiente atención para no causar daños en las instalaciones de alcantarillado.
- (3) Si es necesario poner un cierre provisional para el trabajo, debe obtener una aprobación previa la UCP. Este cierre provisional debe tener una estructura que no provoque rebose aguas arriba y que garantice la seguridad del trabajo. Sin embargo, en caso de hallar posibilidad de rebose en el curso alto, debe retirarlo inmediatamente.
- (4) El Contratista, ante el trabajo, debe tomar las medidas necesarias para cumplir con las normas de control establecidas en las leyes y ordenanzas relacionadas con la prevención de contaminación tales como la ley reglamentaria de ruido, ley reglamentaria de vibración y la ordenanza de prevención de contaminación de la UCP.
- (5) En caso de que el Contratista continúe el trabajo en contra de las instrucciones la UCP y que la UCP considere peligroso continuar el trabajo desde el punto de vista de prevención de accidentes, este puede ordenar la suspensión temporal del trabajo.
- (6) Durante el trabajo, el Contratista no debe ensuciar ni dañar las vías con la tierra extraída. En caso de hacerlo, debe lavar y limpiar cada vez que termine el trabajo.
- (7) Una vez terminado el trabajo, debe retirar rápidamente los quipos utilizados y las obras provisionales y tratar de mantener limpios los sitios del trabajo.
- (8) Sobre los resultados de los trabajos de inspección y estudio de sumideros públicos y tubos de acoples atascados y de atención emergente a tuberías de alcantarillado, el Contratista debe crear una base de datos como información de manejo y mantenimiento y presentar informes mensuales y anuales. El método de creación de base de datos y los detalles de los ítems de datos a registrar serán determinados tras deliberaciones entre la UCP y el Contratista.
- (9) Sobre los resultados de los trabajos de inspección, estudio, limpieza y atención emergente, el Contratista debe crear una base de datos de manera que permita ingresar como información de manejo y mantenimiento los datos en el sistema de libro mayor de alcantarillado administrado por la UCP y ofrecerlo a la UCP. Asimismo, debe entregar los informes mensuales y anuales respectivamente.
- (10) El método de creación de base de datos y los detalles de los ítems de datos a registrar serán determinados tras deliberaciones entre la UCP y el Contratista.

Sección 2: Elaborar Plan de trabajo y Plan de mantenimiento mensual

El Contratista, ante la ejecución del trabajo, debe presentar en menos de 14 días a partir del día siguiente de la firma del contrato a la UCP para su aprobación un plan de trabajo que detalle el manejo y mantenimiento de tuberías durante el tiempo de ejecución.

Asimismo, debe elaborar un plan de mantenimiento mensual del mes siguiente antes del día 25 de cada mes y obtener la aprobación la UCP.

1 Plan de trabajo

El Contratista debe elaborar un plan de trabajo que permita comprender los ítems básicos y el cronograma de todo el tiempo de ejecución. El plan debe contener en principio los siguientes ítems con sus respectivas descripciones y ser aprobado por la UCP.

- (1) Resumen del trabajo
- (2) Tabla de manejo y mantenimiento programado
- (3) Estructuración en La Obra
- (4) Sistema de trabajo
- (5) Plan de atención a reclamos y posibles accidentes
- (6) Plan de atención emergente
- (7) Plan de atención a desastres
- (8) Equipos y materiales a utilizar
- (9) Métodos de inspección y estudio
- (10) Sistema de control de seguridad
- (11) Plan de disposición de residuos de construcción
- (12) Plan de transporte y disposición de desechos (disposición de desechos que resulten de la limpieza, etc.)

2 Plan de mantenimiento mensual

El plan de mantenimiento mensual debe ser elaborado de manera que permita comprender el mantenimiento diariamente.

Sección 3: Trabajo de mantenimiento de alcantarillado

Sección 3.1: Trabajo de mantenimiento planificado

1 Inspección y estudio

- (1) Sitios donde ejecutar y su número
Los sitios donde ejecutar inspección y estudio y su número serán determinados según el “**Adjunto 1: Resumen del trabajo**” y las rutas objeto, según el “**Adjunto 9: Plano de rutas objeto de inspección y estudio**”.
- (2) Horas del trabajo

Para las inspecciones y estudios, debe cumplir estrictamente las condiciones del uso de vía.

- (3) Equipos de estudio
Los equipos a utilizar en las inspecciones y estudios serán revisados constantemente y mantenidos perfectamente.
- (4) Inspección de OD en cada cuenca hidrográfica
 - ① En el sitio del río colocar una pizarra con la información pertinente de la inspección de OD y tomar foto con la cámara; también tomar fotos de la condición del río y los trabajos de muestreo y medición de OD.
 - ② En cada cuenca, se hace la medición de OD en varios lugares del río principal y de los afluentes que entran al río durante un tiempo soleado y en un período más corto posible. Basado en las mediciones de OD del río se identifican las áreas con mayor carga de contaminación.
 - ③ Referente al plan de investigación y la ejecución de la misma, se debe recibir la aprobación de los supervisores de UCP.
- (5) Estudio con cámara inspección de tuberías
 - ① Colocar aguas abajo de registro de alcantarillado una pizarra que indique el contenido necesario, empezar la toma de fotos consecutivas del escenario de trabajo sobre la tierra, el interior de registro de alcantarillado y de tubería.
 - ② La toma de fotos en el interior de tubería empezará desde la alcantarilla aguas abajo en el sentido de las agujas del reloj.
 - ③ El método de inspección y criterio de determinación serán de acuerdo con el **“Adjunto 10: Procedimiento para la elaboración de informe del trabajo de inspección y estudio”**.
- (6) Estudio visual (diámetro interior de 800 mm o más: inspección con cámara)
 - ① Tuberías con el diámetro interior de 800 mm o más
 - a) El personal entra en la tubería principal y estudia el estado de la instalación de rutas de tuberías, sedimentación de tierra y arena, rotura de tubos, deterioro de juntas, grietas en la pared de tubos, aflojamiento y serpenteo de orificio de tubos y tubería, tubos de acoples salientes, grasa pegada, entrada de raíces de árboles, agua infiltrada, grietas en el interior de registro de alcantarillado, juntas de pared lateral movidas, corrosión de hormigón, número de estribos faltantes, grado de desgaste de tapas de registro, existencia de traqueteo de tapas y deterioro de tubos ramales y toma fotos de los mismos (en color).
 - b) La ubicación de las anomalías en la tubería principal se indica según la distancia desde el centro del registro de alcantarillado en el curso alto.
 - c) Las fotos se tomarán en color incluyendo una pizarra que indique la fecha del estudio, detalles de la anomalía, lugar de ocurrencia, etc.
 - d) El contenido del estudio seguirá al del estudio con cámara televisiva.
 - ② Tuberías con el diámetro interior de menos de 800 mm
 - a) El personal entra en el interior de registro de alcantarillado y bajo un suficiente alumbrado, estudia las partes deterioradas en los registros de

alcantarillado tales como la sedimentación de tierra y arena, estado de la instalación de rutas de tuberías, agua infiltrada, grietas en el interior de registro de alcantarillado, juntas de pared lateral movidas, corrosión de estribos y hormigón, número de estribos faltantes, grado de desgaste de tapas de registro, existencia de traqueteo de tapas y tapas incorrectas y toma fotos de los mismos (en color).

b) Las fotos se tomarán en color incluyendo una pizarra que indique la fecha del estudio, detalles de la anomalía, lugar de ocurrencia, etc.

(7) Medidas a tomar en caso de anomalía

① Las instalaciones de tubería en su mayoría son estructuras subterráneas y la vigilancia e inspección sobre la tierra tienen ítems limitados, pero cubre superficialmente una amplia área. Para lograr mayor eficiencia, es necesario implementarlos de manera programada.

② Las fotos se tomarán en color incluyendo una pizarra que indique la fecha del estudio, lugar de ocurrencia, etc. y todos los lugares con anomalía deben ser fotografiados.

(8) Medidas a tomar en caso de anomalía

Cuando sea difícil continuar el estudio, el Contratista debe avisarlo inmediatamente a la UCP para recibir sus instrucciones. En tal caso, debe tratar de completar el estudio desde el curso alto y el curso bajo y averiguar sus causas.

(9) Fotos del trabajo

El Contratista debe tomar fotos del trabajo siguiendo los ítems abajo mencionados, al terminar el trabajo, ponerlas en orden del procedimiento de cada trabajo en un álbum de registro de trabajo y presentarlo a la UCP adjuntando al informe de cada trabajo.

① Para un tramo de 30 m del estudio, se tomarán fotos del estado de 1 instalación de seguridad, estado de equipos colocados como la cámara televisiva, estado de la medición de concentración de oxígeno y sulfuro de hidrógeno, estado de limpieza dentro de tubería y los demás temas indicados por la UCP.

② Las fotos se tomarán en color incluyendo una pizarra que indique el nombre del proyecto, lugar de la toma de foto, nombre del objeto fotografiado y del Contratista.

③ En caso de que una sola foto no pueda aclarar la situación del trabajo, se pueden juntar varias.

④ Las fotos deben ser en principio en color y en formato estándar.

(10) Elaboración de informe

El Contratista debe elaborar informe siguiente el “**Adjunto 10: Procedimiento para la elaboración de informe del trabajo de inspección y estudio**”.

(11) Para los demás ítems no descritos en estas Especificaciones Requeridas, debe seguir las instrucciones del funcionario supervisor la UCP.

2 Limpieza

(1) Lugares a limpiar y su número

Los lugares a limpiar y su número serán determinados según el “**Adjunto 1: Resumen del trabajo**”.

(2) Horas del trabajo

Ante el trabajo, debe cumplir estrictamente las condiciones del uso de vía.

(3) Equipos a utilizar

El camión de lavado de alta presión, camión succionador y los demás equipos y maquinarias necesarios para el trabajo deben ser apropiados para cada trabajo y estar disponibles por parte del Contratista para no afectar el trabajo.

(4) Registro de trabajo

El Contratista, según los ítems abajo indicados, tomará fotos de registro del trabajo, al terminar el trabajo, ponerlas en orden del procedimiento de cada trabajo en un álbum de registro de trabajo y presentarlo a la UCP adjuntando al informe de cada trabajo.

- ① Las fotos del estado antes y después del trabajo se tomarán en una misma dirección. No obstante, si es difícil hacerlo, se puede optar otros métodos adecuados para tomar fotos.
 - ② Debe tomar fotos incluyendo el fondo del estado del trabajo.
 - ③ Las fotos se tomarán incluyendo una pizarra que indique el nombre del proyecto, lugar del trabajo, nombre del objeto fotografiado y del Contratista.
 - ④ Debe reflejar la información de limpieza en el sistema de libro mayor de alcantarillado administrado por la UCP.
- (5) Para los demás ítems no descritos en estas Especificaciones Requeridas, deben ser determinados tras deliberaciones con la UCP.

Sección 3.2: Elaboración de Plan de mantenimiento a corto plazo

El trabajo tiene por objetivo desplegar con precisión las funciones de las instalaciones haciendo perdurar el rendimiento de las mismas mediante un manejo y mantenimiento conforme a un plan de mantenimiento basado en el método de manejo de infraestructura existente desde un punto de vista a mediano y largo plazo sobre la base de un mantenimiento preventivo, conociendo y evaluando objetivamente en este trabajo el estado de las instalaciones, y proponerse a estructurar un servicio de alcantarillado sostenible a través del ciclo PDCA (“*Plan, Do, Check, Act en inglés*”, Planear, Hacer, Revisar, Actuar) que consiste en evaluar los resultados del mantenimiento y realizar un mejoramiento continuo.

Un plan de mantenimiento es para pronosticar deterioro de instalaciones de tubería en el futuro con el conocimiento del estado actual, elaborar un plan de futura inversión en instalaciones de tubería (conocer la cantidad de las futuras obras de reinstalación a partir del equilibrio entre el costo y los riesgos) y plan de inspección y estudio de instalaciones de tubería desde el punto de vista de la evaluación de riesgos (importancia y grado de

deterioro de instalaciones de tubería) y manejar dichas instalaciones de manera programada y eficiente desde un punto de vista a mediano y largo plazo.

1 Recolectar y ordenar información sobre las instalaciones

Recolectar y ordenar información sobre las instalaciones necesarias para establecer las metas del manejo de instalaciones de tubería, analizar los riesgos y planes de inspección y estudio y planes de reinstalación y reparación, y verificarla en el campo.

Los datos a recolectar son los siguientes:

(1) Recolectar y ordenar información de las instalaciones

- ① Plan de alcantarillado la UCP (Recolectar y ordenar información referente al plan general, plan de proyectos y sus factores)

Plan de prevención de desastres la UCP (plan de medidas contra terremoto y tsunami, plan de medidas contra inundaciones, etc.)

- ② Libro mayor de alcantarillado la UCP (materiales, dimensiones (diámetro de tubo), capacidad, extensión, cubierta de tierra, etc.)
- ③ Actualización del Plan Maestro de alcantarillado
- ④ Historial de obras, documentos de obras terminadas y montos de adquisición

(2) Recolectar y ordenar información sobre mantenimiento

- ① Historial de reinstalación y renovación y el estado actual (años transcurridos, vida útil estándar, costo de reinstalación (o, costo unitario de reinstalación), nivel de urgencia, grado de solidez, etc.)
- ② Historial de mantenimiento (registro de reparaciones, registro de accidentes y averías, registro de vigilancia, inspección, estudio y limpieza, datos del nivel de agua en la alcantarilla, estudio con cámara televisiva, registro de operación de estaciones de bombeo y análisis de calidad de agua)

(3) Digitalización de información de las instalaciones

Digitalizar la información de las instalaciones recolectada para manejarla de forma unificada y aprovecharla eficientemente. A tal efecto, en caso de utilizar el sistema de información geográfica, serán terminados los métodos de ordenamiento de datos tras deliberar con la UCP.

(4) Exploración de campo

De acuerdo con la información obtenida mediante la recolección de información de instalaciones existentes, serán verificados con exploraciones de campo los lugares que necesiten la verificación del estado actual de las características locales y el uso del suelo.

2 Establecer un objetivo del manejo de instalaciones

Como metas de la inspección, estudio, reinstalación y reparación de instalaciones de tubería, establecer valores metas de la orientación a seguir desde un punto de vista a largo plazo y sus efectos (resultados) y valores metas de la cantidad de trabajo concreto (productos) para lograr los resultados.

3 Análisis de riesgos

Con el fin de determinar la prioridad de la inspección, estudio, reinstalación, se analizarán los riesgos de la rotura de instalaciones de tubería sobre los siguientes ítems:

(1) Determinación de los riesgos

Clasificar los riesgos en los provenientes de la entidad del servicio de alcantarillado y en los no provenientes de la misma y determinar los riesgos a atender por estos trabajos de inspección, estudio o reinstalación y reparación.

- Ejemplo de riesgos específicos (identificación de causas de incidencias)
 - Acumulación de grasas
 - Rotura (desborde) de tubería de alcantarillado
 - Interconexiones inadecuadas
 - Falta de caudal aguas abajo (contraflujo)
 - Daños causados por trabajo de soterramiento de otras empresas
 - Falta de caudal aguas abajo debido a la construcción de edificios, etc.

(2) Análisis de magnitud de daños

Establecer grados de impacto según la magnitud de accidentes o averías producida en las instalaciones de tubería y métodos de evaluación de dichos grados, y analizar la magnitud de daños.

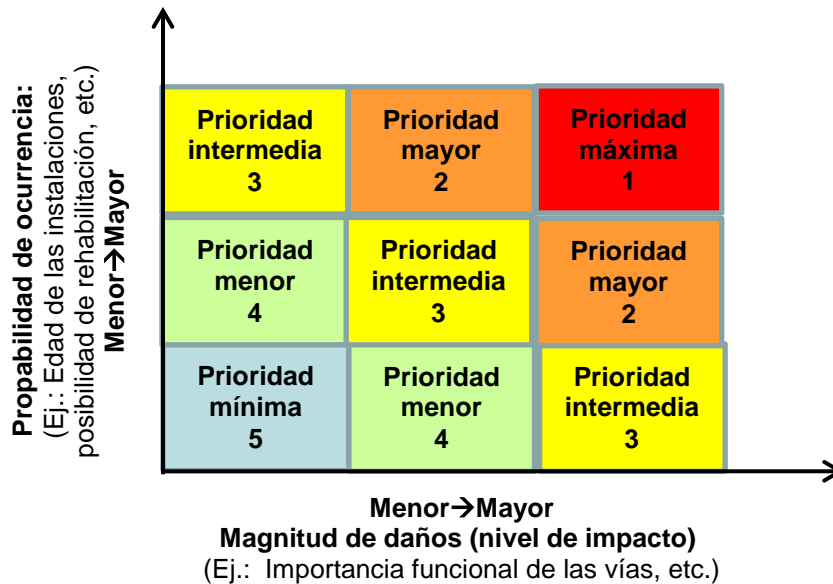
- Ejemplo de análisis de magnitud de daños
 - Edad de las instalaciones (probabilidades de ocurrencia)
 - Vías principales, interceptor, colectoras
 - Evaluación de la capacidad de caudal aguas abajo, etc.

(3) Análisis de probabilidades de ocurrencia

Analizar las probabilidades de ocurrencia de accidentes y daños en las instalaciones de tubería, después de establecer métodos de evaluación teniendo en cuenta la acumulación de la información de las instalaciones.

(4) Evaluación de los riesgos

Analizar métodos de evaluación de los riesgos necesaria para determinar el orden de prioridad de los planes de inspección, estudio, reinstalación y reparación. Con el uso de los seleccionados métodos de evaluación de los riesgos, evaluar los riesgos de acuerdo con los resultados del análisis de la magnitud de daños y de las probabilidades de ocurrencia.



Ejemplo de una gráfica de evaluación de riesgo

4 Elaborar Plan de Inspección y estudio a corto plazo

El plan de inspección y estudio a corto plazo establece el método de inspección y estudio de las instalaciones objeto, así como los estándares de los mismos.

(1) **Análisis de métodos de inspección y estudio**

Se establecen los métodos basados en los factores, características y resultados de la evaluación de riesgos de las instalaciones donde se ejecutarán la inspección y estudio a corto plazo. Además, se consideran una combinación racional de limpieza, inspección y estudio.

(2) **Análisis de ítems objeto de inspección y estudio**

Se analizan los ítems de inspección para determinar la necesidad de limpieza y estudio. También se analizan los ítems de estudio necesarios para pronosticar el deterioro y evaluar el grado de solidez.

(3) **Análisis de criterios de inspección y estudio**

Se analizan los criterios para evaluar el nivel de anomalía y determinar el grado de emergencia y solidez de las instalaciones de tubería objeto.

(4) **Determinación de periodo de inspección y estudio**

En vista de los resultados de la evaluación de los riesgos, se determina el periodo de inspección y estudio.

(5) **Cálculo de costo estimado**

Se calcula un costo estimado a partir de la extensión total de la alcantarilla objeto, los métodos de inspección y estudio adoptados y el periodo de inspección y estudio. Para el cálculo se tendrán en cuenta las limitaciones del costo de reinstalación.

(6) **Resumen del plan de inspección y estudio a corto plazo**

Considerando el contenido de los numerales de (1) a (5) de arriba, se elabora un plan para las instalaciones objeto por un periodo de 5 años. Al mismo tiempo se prepararán planos del plan de inspección y estudio.

5 Elaborar Plan de reparación a corto plazo

Se elabora un plan de reparación a corto plazo por un periodo de 5 años seleccionado las instalaciones que necesiten reparaciones según los resultados de la inspección y estudio.

(1) **Selección de instalaciones objeto**

Poner en orden las instalaciones de tubería que requieran reparación según el análisis del alcance de las medidas.

(2) **Trazado de plan de reparación a corto plazo**

Analizar la selección de las instalaciones objeto de reparación y las medidas aplicables. Las reparaciones contemplan las medidas que permitan solucionar el mal estado de la parte deteriorada, tales como la reinstalación parcial, renovación, refuerzo y sellado impermeable.

(3) **Elaboración de plan de reparación**

Teniendo en cuenta el análisis de las medidas de reparación, se elabora un plan de reparación a corto plazo de las instalaciones que necesiten reparación por un periodo de 5 años. Al mismo tiempo se prepararán los planos del plan de reparación.

6 Preparar material de explicación para las instituciones relacionadas

Ante el trazado de plan de mantenimiento, se analizan medidas para obtener comprensión y colaboración de los pobladores y las instituciones relacionadas como el departamento financiero y el Congreso, que consisten en explicarles el contenido y escuchar sus opiniones. Asimismo, se preparan materiales de explicación necesarias para implementar las medidas.

7 Preparar informes

Los informes se preparan resumiendo el plan de mantenimiento, elaborando un resumen y recopilando el contenido de la información ordenada de las instalaciones, las metas del manejo de instalaciones, los resúmenes del análisis de riesgos, del plan de inspección y estudio, del plan de reinstalación y reparación y los demás materiales necesarios.

8 Revisar

(1) **Objetivo de revisión**

El Contratista, para ejecutar el trabajo, debe esforzarse para garantizar un trabajo de alta calidad aprovechando informaciones disponibles como los datos técnicos

con un análisis comparativo suficiente de los mismos y para evitar los posibles errores en los documentos de diseño realizando revisiones.

(2) Sistema de revisión

El Contratista, para llevar a cabo las revisiones sin omisión, debe asignar personal técnico de revisión con suficiente experiencia técnica.

(3) Ítems de revisión

El Contratista, para la totalidad del diseño, debe realizar revisiones de los siguientes ítems.

- ① Revisión del contenido de la información recolectada y el contenido de la comprensión y ordenamiento de los temas
- ② Revisión de los métodos de análisis y su contenido
- ③ Revisión de la justificación del plan (lineamiento, condiciones de establecimiento, etc.)
- ④ Revisión de la coherencia con planes superiores, plan de medidas antisísmicas, plan de medidas contra diluvios, etc.

Sección 3.3: Trabajo de mantenimiento diario, etc.

1 Atención a ciudadanos y a accidentes

(1) Área objeto

El área objeto del trabajo de atención a ciudadanos y accidentes será donde presente problemas a causa de alcantarilla en toda el área municipal.

(2) Contenido del trabajo

El contenido del trabajo de atención a ciudadanos y accidentes es el siguiente.

- ① Trabajo de atención a ciudadanos
 - (a) Recepción de reclamos telefónicos y ordenamiento de registros en la oficina de trabajo e informe a la UCP.
 - (b) Estudio y registro de las causas y verificación y ordenamiento de las medidas tomadas públicas o privadas e informe a la UCP.
 - (c) Explicación a los habitantes afectados en el lugar del problema (causas y medidas tomadas)
 - (d) Ejecución de obras de restauración según necesidad en caso de que la causa corresponda a la UCP e informe de las mismas
- ② Trabajo de atención a accidentes
 - (a) Recepción de avisos telefónicos de accidentes (incluyendo los accidentes hallados en los estudios de campo como la vigilancia e inspección) y ordenamiento de sus registros en la oficina de trabajo e informe a la UCP.
 - (b) Estudio y registro de las causas y verificación y ordenamiento de las medidas tomadas públicas o privadas e informe a la UCP.
 - (c) Explicación a los habitantes afectados en el lugar del problema (causas y medidas tomadas)
 - (d) Ejecución de obras de restauración según necesidad en caso de que la causa corresponda a la UCP e informe de las mismas

(3) Otros

- ① El Contratista debe establecer un sistema para el trabajo de atención a ciudadanos y accidentes y notificarlo a la UCP.
- ② El Contratista debe coordinar y verificar previamente con la UCP los ítems a comprobar, las formas de atención, medidas a tomar e informes.
- ③ El Contratista debe mantener disponible la recepción telefónica durante las 24 horas, estableciendo así un sistema que permita atender con prontitud a ciudadanos y accidentes.
- ④ El Contratista debe informar inmediatamente de los resultados de la atención a ciudadanos y accidentes. Sobre los reclamos de ciudadanos, debe poner en orden los registros de la recepción de avisos, las medidas tomadas como la limpieza urgente y la información acumulada y presentarlo cada vez y en forma resumida al final de cada mes.
- ⑤ Respecto a los ítems no determinados en estas Especificaciones Requeridas, debe seguir las Especificaciones.

2 Inspección de sumideros y tubos de acoples atascados y su liberación

- (1) El Contratista debe mantener disponible la recepción telefónica de avisos de usuarios durante las 24 horas y atenderles inmediatamente cuando reciba avisos.
- (2) El Contratista, para la inspección sumideros y tubos de acoples atascados y su liberación, debe utilizar maquinaria y equipos de limpieza y limpiador de alta presión de tamaño pequeño, y en caso de que no sea posible solucionar el atasco aun con el uso de los mismos, debe deliberar con la UCP. No obstante, esto no aplica al caso de eliminar tubos de acoples e instalar nuevos.
- (3) En el trabajo de liberación de atascos, si halla partes defectuosas o rotura que necesiten una reparación inmediata, debe infórmelo a la UCP y seguir sus instrucciones.
- (4) Ante el trabajo, debe cumplir estrictamente las condiciones del uso de vía.
- (5) Fotos del trabajo

El Contratista debe tomar fotos del trabajo según las condiciones abajo indicadas, al terminar el trabajo, poner en orden las fotos en un álbum de fotos del trabajo resumiéndolas por orden del procedimiento de cada trabajo y presentarlo a la UCP adjuntando al informe de cada trabajo.

- ① Tomar fotos de antes y después del trabajo desde el interior de la tubería en una misma dirección. En caso de que sea difícil hacerlo desde el interior de la tubería, se adoptarán otras medidas apropiadas para tomar fotos.
- ② Tomar fotos del estado de trabajo incluyendo el fondo e indicando que si es un labor manual o maquinial.
- ③ Tomar fotos incluyendo una pizarra que indique la fecha y hora de la toma, nombre del proyecto, lugar de la toma, nombre del objeto fotografiado y del Contratista.
- ④ Si no es posible aclarar el estado del trabajo con una sola foto, debe juntar varias fotos. Las fotos deben ser en principio en color y en formato estándar.

3 Atención a casos de emergencia y desastres

- (1) El Contratista debe establecer un sistema de comunicación para atender a los casos de emergencia y desastres y un sistema de movilización con las normas del estado de alerta y notificarlos a la UCP. Al establecer el sistema de comunicación, un sistema de movilización y las normas del estado de alerta, debe deliberar previamente con la UCP para asignar el rol de cada parte.
- (2) En caso de que haya daños en instalaciones de tubería o peligro de desastres secundarios a causa de dichos daños, el Contratista debe comunicar y coordinar estrechamente con la UCP y movilizar el personal siguiendo sus instrucciones. Asimismo, debe llevar a cabo la vigilancia e inspección urgente previamente determinada y tomar las medidas emergentes apropiadas en función de la vigilancia e inspección, colaborando en la comprensión del estado de daños y esforzándose para prevenir los desastres secundarios.
- (3) La UCP notificará al Contratista el sistema de comunicación para los casos de emergencia y desastres.

4 Trabajo basado en propuesta de plan

- (1) El Contratista debe incluir en el trabajo también los ítems propuestos por sí mismo en la propuesta de planificación y ejecutarlos.
- (2) Dicha ejecución será sometida a las deliberaciones con la UCP.
- (3) Sobre dicho trabajo, debe preparar un informe al terminarlo y presentarlo en un número de ejemplares necesario.

5 Terminación de trabajo

- (1) Al terminar el trabajo, el Contratista debe presentar los documentos designados en estas Especificaciones Requeridas y someterlos al examen de la UCP.
- (2) Cualquier parte que se haya señalado para la modificación en dicho examen, debe modificarla inmediatamente.
- (3) Después de la aprobación del examen por la UCP, El Contratista debe entregar a la misma un conjunto de los documentos designados y con esta entrega se da por terminado el trabajo.
- (4) Después de terminado el trabajo, en caso de que se descubra algún defecto obviamente por la responsabilidad del Contratista, este debe corregir inmediatamente dicho defecto.

6 Período de transición del trabajo y el traspaso del trabajo

- (1) El último mes del periodo de ejecución será el periodo de transición del trabajo.
- (2) El Contratista, en el periodo de transición del trabajo, debe traspasar el trabajo siguiendo “**Adjunto 11: Métodos de ejecución en el periodo de transición del trabajo**”.

7 Indicadores del trabajo (PI)

El Contratista debe ejecutar el contenido establecido en “**Adjunto 1: Resumen del trabajo**”, lograr los valores meta establecidos en “**Adjunto 12: Indicadores del trabajo**”

y analizar los indicadores del trabajo y sus valores meta para los que necesiten establecerse nuevamente.

8 Otros

- (1) Al hallar anomalías urgentes como la rotura, hundimiento desigual y corrosiones en las instalaciones de alcantarillado, el Contratista debe informar inmediatamente a la UCP de las mismas.
- (2) Aunque se traten de ítems no estipulados en estas Especificaciones Requeridas ni en los Adjuntos, si son necesarios obviamente para la ejecución del trabajo, deben ser despachados a costa del Contratista.
- (3) Los demás ítems no definidos, se deben informar con prontitud a la UCP y recibir sus instrucciones para su ejecución.

Sección 4: Instalaciones de las estaciones de bombeo y de compuertas, etc.

Referente al resumen de los trabajos de operación y mantenimiento, así como de inspección y reparación, se presenta en el “**Adjunto 1: Resumen del trabajo**”.

1 Operación y mantenimiento

- (1) Contenido del trabajo
El contenido de los trabajos de operación y mantenimiento de las estaciones de bombeo es el siguiente:
 - ① Monitoreo, operación y registro de toda la estación de bombeo.
 - ② Operación en sitio de la estación.
 - ③ Inspección y monitoreo de las mallas; eliminación, transporte y disposición de basura.
 - ④ Elaboración del registro diario de trabajo y del informe diario.
 - ⑤ Medidas de emergencia en caso de anomalías o daños.
- (2) Otros
 - ① En caso de introducir un sistema de control remoto, se indicarán las especificaciones de los equipos de instrumentación eléctrica de las estaciones de bombeo y se hará al costo y responsabilidad del contratista.
 - ② Las estaciones de bombeo tendrán un régimen de 24 horas de seguridad como estándar.
 - ③ Como estándar también, se hará una gira de monitoreo a cada estación de bombeo una vez por semana.
 - ④ Referente a los demás ítems que no están mencionados en estas Especificaciones Requeridas, se seguirán las Especificaciones Específicas.

2 Mantenimiento, inspección y reparación

- (1) Contenido del trabajo
 - ① Inspección diaria con propósito del mantenimiento de los equipos, inspección periódica basado en un plan y la inspección extraordinaria en caso de emergencias, así como el mantenimiento de registros relacionados con las inspecciones.

- ② Inspecciones legales (inspección de grúas, instalaciones relacionadas con la ley de bomberos (extintores, alarma contra incendios, equipo contra incendios, inspección de apertura de tanque de aceite pesados) y las inspecciones periódicas de instalaciones eléctricas e instrumentales) y el mantenimiento de registros relacionados con las inspecciones.
- ③ Reparación y ajuste de los lugares anormales que se encontraron en las inspecciones de ① y ②, así como en las giras de control y monitoreo.
- ④ Inspección y elaboración de informes sobre las construcciones y equipos de las construcciones.
- ⑤ Mantenimiento, inspección y elaboración de informes sobre las instalaciones de seguridad, tales como la cerca alrededor de la estación.
- ⑥ Limpieza de los alrededores de los equipos, instalaciones y canales.
- ⑦ Eliminación de oxidación de los equipos y pintarlos y la elaboración de informes.
- ⑧ Medidas de emergencia en caso de daño o condición anormal, ajustes para volver a la condición normal, reemplazo de consumibles y la elaboración de informes.
- ⑨ Reparaciones que se hacen como mantenimiento preventivo y la elaboración de informes.

(2) Otros

- ① Referente a la inspección de medidores, el fabricante, etc. realiza la inspección de la apariencia externa, el punto cero, la limpieza y si hay defectos o no. Si se encuentran defectos se hacen los ajustes. Además, con la señal simulada se hace el examen de errores de los medidores y de los contadores, si hay anomalías se hacen los ajustes.
- ② Referente al generador eléctrico y otras máquinas auxiliares, como principio, se hace la operación de mantenimiento una vez cada dos semanas para mantenerlos listos para emergencias.
- ③ Como principio, se hace la inspección periódica dos veces al año y la inspección eléctrica una vez por año.

3 Gestión de adquisición de repuestos

(1) Contenido de trabajo

Son todos los trabajos de adquisición y control de los consumibles para los equipos y sus repuestos necesarios para la operación y reparación de las instalaciones objeto, y de los químicos necesarios para el proceso de tratamiento de agua y tratamiento de lodo, así como el pago de los cargos de electricidad, agua, comunicación y combustible.

(2) Otros

- ① Consumibles y químicos.

4 Mejoramiento y medición ambiental

(1) Contenido del trabajo

- ① Limpieza dentro y fuera de edificios y las calles dentro del terreno.
- ② Inspección de las rejillas, eliminación de basura y limpieza.
- ③ Transporte y disposición de basura.
- ④ Poda de árboles, desmaleza y cuidado de césped.

5 Terminación de trabajo

- (1) Al terminar el trabajo, el Contratista debe presentar los documentos designados en estas Especificaciones Requeridas y someterlos al examen de la UCP.
- (2) Cualquier parte que se haya señalado para la modificación en dicho examen, debe modificarla inmediatamente.
- (3) Después de la aprobación del examen por la UCP, el Contratista debe entregar a la misma un conjunto de los documentos designados y con esta entrega se da por terminado el trabajo.
- (4) Después de terminado el trabajo, en caso de que se descubra algún defecto obviamente por la responsabilidad del Contratista, este debe corregir inmediatamente dicho defecto.

6 Período de transición del trabajo y el traspaso del trabajo

- (1) El último mes del periodo de ejecución será el periodo de transición del trabajo.
- (2) El Contratista, en el periodo de transición del trabajo, debe traspasar el trabajo siguiendo “**Adjunto 11: Métodos de ejecución en el periodo de transición del trabajo**”.

7 Indicadores de trabajo (PI)

El Contratista debe ejecutar el contenido establecido en “**Adjunto 1: Resumen del trabajo**”, lograr los valores meta establecidos en “**Adjunto 12: Indicadores del trabajo**” y analizar los indicadores del trabajo y sus valores meta para los que necesiten establecerse nuevamente.

8 Otros

- (1) Al hallar anomalías urgentes como la rotura, hundimiento desigual y corrosiones en las instalaciones de alcantarillado, el Contratista debe informar inmediatamente a la UCP de las mismas.
- (2) Aunque se traten de ítems no estipulados en estas Especificaciones Requeridas ni en los Adjuntos, si son necesarios obviamente para la ejecución del trabajo, deben ser despachados a costa del Contratista.
- (3) Los demás ítems no definidos, se deben informar con prontitud a la UCP y recibir sus instrucciones para su ejecución.

Sección 5: Instalaciones de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Referente al resumen de los trabajos de operación y mantenimiento, así como de inspección y reparación, se presenta en el “**Adjunto 1: Resumen del trabajo**”.

1 Asuntos básicos

- (1) Calidad de agua tratada
El agua tratada que sea descargada de la PTAR debe cumplir con el estándar legal indicado en la **Tabla 7-1 “Estándar legal de agua tratada”**.
- (2) Extracción de lodo

En la operación y mantenimiento de cada PTAR, se debe hacer la extracción periódica de lodo según el tamaño de las instalaciones.

2 Operación y mantenimiento

(1) Contenido del trabajo

El contenido de los trabajos de operación y mantenimiento de la PTAR es el siguiente:

- ① Monitoreo, operación y registro de toda la instalación.
- ② Operación en sitio de la instalación.
- ③ Elaboración del registro diario de trabajo y del informe diario.
- ④ Examen diario de la calidad de agua, tal como la medición de la temperatura, pH, SV y transparencia.
- ⑤ Medidas de emergencia en caso de anomalías o daños.

(2) Otros

- ① En caso de introducir un sistema de control remoto, se indicarán las especificaciones de los equipos de instrumentación eléctrica de cada PTAR y se hará al costo y responsabilidad del contratista.
- ② Cada PTAR tendrá un régimen de 24 horas de seguridad como estándar.
- ③ Como estándar, también, se hará una gira de monitoreo a cada PTAR una vez por semana.
- ④ Referente a los demás ítems que no están mencionados en estas Especificaciones Requeridas, se seguirán las Especificaciones Específicas.

3 Mantenimiento, inspección y reparación

(1) Contenido del trabajo

- ① Inspección diaria con propósito del mantenimiento de los equipos, inspección periódica basado en un plan y la inspección extraordinaria en caso de emergencias, así como el mantenimiento de registros relacionados con las inspecciones.
- ② Inspecciones legales (inspección de grúas, instalaciones relacionadas con la ley de bomberos (extintores, alarma contra incendios, equipo contra incendios, inspección de apertura de tanque de aceite pesados) y las inspecciones periódicas de instalaciones eléctricas e instrumentales) y el mantenimiento de registros relacionados con las inspecciones.
- ③ Reparación y ajuste de los lugares anormales que se encontraron en las inspecciones de ① y ②, así como en las giras de control y monitoreo.
- ④ Inspección y elaboración de informes sobre las construcciones y equipos de las construcciones.
- ⑤ Mantenimiento, inspección y elaboración de informes sobre las instalaciones de seguridad, tales como la cerca alrededor de la estación.
- ⑥ Limpieza de los alrededores de los equipos, instalaciones, canales y fosas.
- ⑦ Eliminación de oxidación de los equipos y pintarlos, y la elaboración de informes.
- ⑧ Medidas de emergencia en caso de daño o condición anormal, ajustes para volver a la condición normal, reemplazo de consumibles y la elaboración de informes.
- ⑨ Reparaciones que se hacen como mantenimiento preventivo y la elaboración de informes.

(2) Otros

- ① Referente a la inspección de medidores, el fabricante, etc. realiza la inspección de la apariencia externa, el punto cero, la limpieza y si hay defectos o no. Si se encuentran defectos se hacen los ajustes. Además, con la señal simulada se hace el examen de errores de los medidores y de los contadores, si hay anomalías se hacen los ajustes.
- ② Referente al generador eléctrico y otras máquinas auxiliares, como principio, se hace la operación de mantenimiento una vez cada dos semanas para mantenerlos listos para emergencias.
- ③ Como principio, se hace la inspección periódica dos veces al año y la inspección eléctrica una vez por año.

4 Gestión de adquisición de repuestos

(1) Contenido de trabajo

Son todos los trabajos de adquisición y control de los consumibles para los equipos y sus repuestos necesarios para la operación y reparación de las instalaciones objeto, y de los químicos necesarios para el proceso de tratamiento de agua y tratamiento de lodo, así como el pago de los cargos de electricidad, agua, comunicación y combustible.

(2) Otros

- ① Consumibles y químicos.

5 Mejoramiento y medición ambiental

(1) Contenido del trabajo

- ① Limpieza dentro y fuera de edificios y las calles dentro del terreno.
- ② Inspección de las rejillas, eliminación de basura y limpieza.
- ③ Transporte y disposición de basura.
- ④ Poda de árboles, desmaleza y cuidado de césped.

6 Terminación de trabajo

- (1) Al terminar el trabajo, el Contratista debe presentar los documentos designados en estas Especificaciones Requeridas y someterlos al examen de la UCP.
- (2) Cualquier parte que se haya señalado para la modificación en dicho examen, debe modificarla inmediatamente.
- (3) Después de la aprobación del examen por la UCP, el Contratista debe entregar a la misma un conjunto de los documentos designados y con esta entrega se da por terminado el trabajo.
- (4) Después de terminado el trabajo, en caso de que se descubra algún defecto obviamente por la responsabilidad del Contratista, este debe corregir inmediatamente dicho defecto.

7 Período de transición del trabajo y el traspaso del trabajo

- (1) El último mes del periodo de ejecución será el periodo de transición del trabajo.

- (2) El Contratista, en el periodo de transición del trabajo, debe traspasar el trabajo siguiendo “**Adjunto 11: Métodos de ejecución en el periodo de transición del trabajo**”.

8 Indicadores de trabajo (PI)

El Contratista debe ejecutar el contenido establecido en “**Adjunto 1: Resumen del trabajo**”, lograr los valores meta establecidos en “**Adjunto 12: Indicadores del trabajo**” y analizar los indicadores del trabajo y sus valores meta para los que necesiten establecerse nuevamente.

9 Otros

- (1) Al hallar anomalías urgentes como la rotura, hundimiento desigual y corrosiones en las instalaciones de alcantarillado, el Contratista debe informar inmediatamente a la UCP de las mismas.
- (2) Aunque se traten de ítems no estipulados en estas Especificaciones Requeridas ni en los Adjuntos, si son necesarios obviamente para la ejecución del trabajo, deben ser despachados a costa del Contratista.
- (3) Los demás ítems no definidos, se deben informar con prontitud a la UCP y recibir sus instrucciones para su ejecución.

Documento de Especificaciones Requeridas [Adjuntos]

Índice

Adjunto 1: Resumen del trabajo.....	2
Adjunto 3: Documentos a presentar en el periodo del trabajo.....	7
Adjunto 4: Documentos a presentar en el periodo de la ejecución del trabajo.....	8
Adjunto 5: Documentos a presentar al término del trabajo.....	9
Adjunto 6: Sistema de implementación del trabajo.....	11
Adjunto 7: Equipos a preparar.....	13
Adjunto 8: Bibliografía	14
Adjunto 9: Plano de rutas objeto de inspección y estudio (Amarillo: área de medición de OD de los ríos; Verde: parea de inspección de alcantarillado).....	15
Adjunto 10: Procedimiento para la elaboración de informe del trabajo de inspección y estudio	16
Adjunto 11: Métodos de ejecución en el periodo de transición del trabajo.....	21
Adjunto 12: Indicadores del trabajo.....	22

Adjunto 1: Resumen del trabajo

1 Áreas e instalaciones objeto

Toda el área municipal de ○○. No obstante, los sitios de las obras de reinstalación y renovación referidas en el numeral 2 (3), serán determinadas por la Municipalidad.

(1) Tubería de alcantarillado

No.	Sistemas de drenaje alias	Extensión de tubería (m)
1	Paitilla	3,711
2	Punta Pacífica	4,174
3	Matasnillo	116,792
4	Proyecto Hotelero	28,413
5	Curundu	74,810
6	Casco Antiguo y Chorrillo	31,855
7	San Francisco	15,949
8	Río Abajo	187,392
9	Matías Hernández	163,672
10	Tocumen	117,131
11	Tapia	95,893
12	Juan Díaz	390,961
	Total	1,230,753

(2) Estaciones de bombeo objeto

No.	Nombre	Año de instalación	Especificaciones de las bombas	Planta eléctrica
1	Casco Antiguo	2015	KSB/AMAREX KRT, ϕ 200mm \times 4.50m ³ /min \times 3units \times 40HP, 1800rpm	
2	Estación de Bombeo 1	2009	ABS/AFP3502-60Hz, 46.32m ³ /min \times 3units \times 100HP(84kw), 880rpm	○
3	Estación de Bombeo 2	2009	ABS/AFP3502-60Hz, 111.36m ³ /min \times 6units \times 125HP(84kw), 880rpm	○
4	Estación de Bombeo 3	2009	MODELO/AFP1547/60Hz/230v, 9.48m ³ /min \times 3units \times 20Hp(13kw), 1760rpm	
5	Estación de Bombeo Atlapa		MODELO ITT FLYGT, 3356, 31.20m ³ /min \times 4units \times 20Hp	—
6	Estación de Albrook	2015	MODELO KSB9972759945-60Hz, 2.70m ³ /min \times 3units \times Hp	—
7	Estación de Bombeo el Túnel en Chanis	2013	MODELO KSB9972759945-60Hz, 65.98m ³ /min \times 5units \times Hp(649kw),	

			859.1rpm	
8	Estación de Bombeo Matías Hernández	2013	MODELO ITT FLY3356, 28.28m3/min×4units×Hp(160kw)×460V,	
9	Estación de Bombeo Juan Díaz	2012	MODELO ABS/AFP5001/60Hz,84.42m3/min×5units× Hp(335kw)×460V,710rpm	
10	Estación de Bombeo Tocumen	2012	MODELO ABS /AFP501, 33.36m3/min×5units× Hp(150kw)×460V,880rpm	

(3) Plantas de tratamiento de aguas residuales objeto

(4) Área de influencia de las estaciones de bombeo y plantas de tratamiento de aguas residuales objeto

Instalación objeto	Control de operación	Inspección, mantenimiento y reparación	Examen de calidad de agua	Adquisición y control de repuestos	Transporte y disposición de desechos	Mejoramiento y medición ambiental	Atención a casos de desastre, accidente
Casco Antiguo	○	○		○	○	○	○
Estación de Bombeo 1	○	○		○	○	○	○
PTAR de ○	○	○	○	○	○	○	○

2 Trabajo de mantenimiento programado de tuberías

(1) Los sitios previstos para la inspección, estudio y mantenimiento y la cantidad de sus trabajos se presentan en la tabla de abajo.

Contenido del trabajo	Unidad	Cantidad	Observaciones
Estudio en el orificio de tubería con la cámara televisiva (aguas negras)	sitios	○○	Cubre principales rutas del municipio con una extensión total objeto de ○○m. Elaboración de informe incluida.

(2) Trabajo de limpieza

Objeto de la limpieza periódica:

Contenido del trabajo	Unidad	Cantidad	Observaciones
Limpieza de tubería	m/año	○○	*1, *2, *3 φ150~φ800
Limpieza de sifón invertido	Sitios/año		*2, *3

Limpieza de bombas de registro de alcantarillado (○○ sitios)	Veces/años		*2, *3
Limpieza de tubos de acoples	juegos	1	
Limpieza de sumideros públicos	juegos	1	
Disposición de tierra extraída	juegos	1	*2, *3

*1 Los sitios objeto concretos serán determinados luego de iniciado el trabajo, teniendo en cuenta los sitios designados del Municipalidad y los recomendados por el consignatario.

*2 A este contenido del trabajo se les asignan 100 días (periodo del encargo) incluyendo los días de reserva para atender a las emergencias. En caso de agregar el número de sitios bajo las instrucciones de la municipalidad, serán considerados como objeto de modificación. El personal para el control de tráfico en dicho trabajo son 2 personas diarias multiplicadas por el número de días necesarios. En caso de requerirse un trabajo emergente según las instrucciones de la municipalidad a causa de atasco producido en la tubería, si las horas del trabajo no alcanzan una jornada completa, en principio, los 3 trabajos emergentes juntos se cuentan como 1 jornada, pero dependiendo de las horas de cada trabajo, se suman hasta alcanzar una jornada.

*3 Criterio de la modificación del número de días de la limpieza
En caso de que el número de días indicados en *2 anterior, haya aumentado a causa de las instrucciones de la municipalidad (trabajos emergentes) dentro del periodo contratado, será objeto de la modificación. En tal caso, la parte suplementaria será calculada multiplicando el monto del trabajo de limpieza por la proporción de la oferta adjudicada sobre el monto contratado, de acuerdo con el criterio del cálculo de la municipalidad.

(3) Trabajo de mantenimiento programado

Planear un trabajo de mantenimiento programado de acuerdo con un plan de mantenimiento e implementarlo tras deliberaciones con la municipalidad.

Ítems a reinstalar	Contenido de reinstalación
Renovación de tubería *4	φ250 mm, L = 750 m
Reinstalación de tapas de registro	100 sitios
Reinstalación de tubos de acoples	66 sitios
Reinstalación de sumideros públicos	66 sitios

(Nota) En caso de que tener un suplemento en la cantidad de obras o cambiar métodos de obra, será determinado mediante las deliberaciones con la municipalidad.

*4 Las condiciones para aplicar métodos de renovación son las siguientes y serán determinadas mediante las deliberaciones con la municipalidad.

(1) Entre el método invertido y el método de formación, se aplicará el método que no requiera la solidez de la tubería existente.

(2) Método utilizado por más de 10 años.

3 Trabajo de elaboración del plan de mantenimiento de tuberías

(1) Trabajo de elaboración de plan de mantenimiento

4 Trabajo de mantenimiento diario de tuberías

Contenido del trabajo	Unidad	Cantidad
Atención a los ciudadanos *4, *5	juegos	1
Atención a los accidentes *5, *6	juegos	1

*5 Estudio de atascos en los sumideros públicos y tubos de acoples y toma de medidas de solución

El consignatario debe establecer un sistema que permita recibir las comunicaciones de la municipalidad y los usuarios durante 24 horas y 365 días y a solicitud de los mismos, tomar rápidamente las medidas para solucionar el atasco.

El alcance del trabajo contratado es desde las instalaciones de tubería de alcantarillado administradas por la municipalidad hasta los primeros sumideros públicos, pasando por los tubos de acoples. Incluye la determinación de la ubicación de problemas como los atascos. El manejo de las instalaciones de desagüe ubicadas curso alto dentro de las propiedades privadas, corresponde a cada individuo, por lo que no está contemplado en este trabajo de dar solución a atascos.

En caso de solucionar los atascos en las instalaciones de desagüe en una propiedad privada, el propietario particular debe hacerse cargo de su costo correrá y se le reclamará el pago.

*6 Atención a los ciudadanos y los accidentes

El consignatario debe establecer un sistema que permita atender a los ciudadanos y los accidentes y coordinar y verificar con antelación con la municipalidad los ítems a verificar, modos de atención, medidas a tomar e los informes en dichos trabajos. Asimismo, mediante el sistema, la empresa debe recibir las comunicaciones de la municipalidad y los usuarios durante 24 horas y 365 días, tomar las medidas inmediatamente para atender a los ciudadanos y accidentes e informar rápidamente sus resultados.

*7 Atención a los casos de emergencia y desastres

El consignatario debe establecer sistemas de comunicación y movilización para atender los casos de emergencia y desastres y notificarlo a la municipalidad. Ante el establecimiento de un sistema de comunicación y uno de movilización, debe deliberar previamente con la municipalidad y asignar los roles de cada parte, con el fin de lograr una rápida atención.

En caso de hallar posibilidades de daños en tuberías o desastres secundarios en las mismas como consecuencia de los daños causados por un desastre, en el momento de emergencia o desastres, el consignatario debe mantener una estrecha comunicación y coordinación con la municipalidad, tomar previamente las medidas urgentes adecuadas y adaptables a una inspección emergente, colaborar en la toma de conocimiento del estado de los daños y tratar de prevenir los desastres secundarios. La municipalidad notificará al consignatario el sistema de comunicación para atender casos de emergencia y desastres.

Adjunto 2: Leyes y reglamentos pertinentes

- (1) Ley del seguro nacional de salud (1922, Ley No.70)
- (2) Ley de normas laborales (1947, Ley No.49)
- (3) Ley del seguro de indemnización de accidentes laborales (1947, Ley No.50)
- (4) Ley de defensa contra incendios (1948, Ley No.186)
- (5) Ley de industria constructora (1949, Ley No.100)
- (6) Ley de normas de edificación (1950, Ley No.201)
- (7) Ley de puertos e instalaciones portuarias (1950, Ley No.218)
- (8) Ley de Control de Sustancias Venenosas y Deletéreas (1950, Ley No.303)
- (9) Ley de carreteras (1952, Ley No.180)
- (10) Ley de servicio de alcantarillado (1958, Ley No.79)
- (11) Ley de pensión cooperativa de pequeñas y medianas empresas (1959, Ley No. 160)
- (12) Ley de tráfico vial (1960, Ley No. 105)
- (13) Ley de ríos (1964, Ley No. 167)
- (14) Ley del sector eléctrico (1964, Ley No.170)
- (15) Ley reglamentaria de ruido (1968, Ley No.98)
- (16) Ley de manejo de residuos y limpieza pública (1970, Ley No. 137)
- (17) Ley de control de contaminación de agua (1970, Ley No. 138)
- (18) Reglamento de prevención de anoxia, etc. (1972, decreto del Ministerio del Trabajo No.42)
- (19) Ley de seguridad y sanidad laboral (1972, Ley No. 57)
- (20) Ley del seguro de empleo (1974, Ley No. 116)
- (21) Ley reglamentaria de vibración (1976, Ley No. 64)
- (22) Ley fundamental del ambiente (1993, Ley No. 91)

Adjunto 3: Documentos a presentar en el periodo del trabajo

Nombre de documento	Ejemplares a presentar	Fecha de presentación y su contenido
Notificación de emprendimiento	1	- Presentar rápidamente luego de firmado el contrato.
Solicitud de emisión de certificado de identidad	1	- Presentar rápidamente luego de firmado el contrato. - Describir los nombres y las fechas de nacimiento de las personas asignadas al trabajo.
Notificación de Líder responsable, Ingeniero en jefe, Encargado de calidad de agua, Inspector técnico y otros ingenieros	1	- Presentar rápidamente luego de firmado el contrato. - En caso de cambio del personal, se dará la notificación inmediatamente.
Notificación de jefe de operación con peligro de oxígeno deficiente	1	- Presentar rápidamente luego de firmado el contrato. - Adjuntar una copia del certificado del curso técnico para jefes de operación con peligro de oxígeno deficiente/sulfuro de hidrógeno
Plan de trabajo	1	- Presentar rápidamente luego de firmado el contrato. - El contenido debe seguir la 2ª cláusula del artículo 3 del documento de especificaciones requeridas.
Notificación de subcontratación * En caso aplicable	1	- Es necesario presentar en caso de subcontratar parte del trabajo. - En la notificación deben constar los siguientes. ① Nombre de subcontratista ② Tipo, periodo y alcance de la parte subcontratada ③ Métodos de asesoramiento al subcontratista ④ Otros ítems señalados por la municipalidad
Solicitud del uso de estación de bombeo * En caso aplicable	1	Presentar rápidamente luego de firmado el contrato.

Adjunto 4: Documentos a presentar en el periodo de la ejecución del trabajo

Los documentos a continuación incluyen todas las tuberías, estaciones de bombeo y plantas de tratamiento.

Nombre de documento	Ejemplares a presentar	Fecha de presentación y su contenido
Plan de mantenimiento	1	- Tras deliberaciones, presentar un plan para el periodo de cumplimiento, en menos de 14 días luego de firmado el contrato.
Plan de mantenimiento mensual	1	- Presentar un plan del mes siguientes antes del día 25 de cada mes.
Informe mensual	1	- Presentar el informe antes del día 5 de cada mes. - Describir el contenido, avance, estado, etc. de cada trabajo implementado
Minutas de reuniones	1	- Presentarlo cada vez que haya tenido reunión.
Diario de trabajo	1	- Presentarlo diariamente.
Programa de trabajo semanal (Programa semanal)	1	- En principio, presentarlo antes del jueves de la semana anterior. No obstante, si el jueves o el viernes cae en un feriado, se presentará antes del miércoles.
Solicitud de prestado de materiales y bienes	1	- Presentarla antes de pedir prestado algún material o bienes.
Listado de comunicación en emergencia	1	- Presentarlo antes de las vacaciones de verano, los feriados del fin del año y Año Nuevo, y los feriados seguidos
Copias de las notificaciones	1	- Presentar las copias de los documentos presentados a las instituciones públicas según las leyes correspondientes.

Adjunto 5: Documentos a presentar al término del trabajo

1 Trabajo de elaboración de plan de mantenimiento y planes de mantenimiento mensual

Los documentos a continuación incluyen todas las tuberías, estaciones de bombeo y plantas de tratamiento.

Nombre del documento a presentar	Especificaciones	Ejemplares
Plan de mantenimiento	Encuadrado en formato A4	Número necesario
Plan de mantenimiento mensual	Encuadrado en formato A4	Número necesario
Planos del plan de mantenimiento	1 juego de planos originales y sus copias	Plano original: 1 Copias: número necesario
Otros materiales de referencia	Encuadrado en formato A4	2 ejemplares
Acta de reuniones	Encuadrado en formato A4	2 ejemplares
Datos digitales de dichos documentos	En CD-R o DVD-R	1 juego

2 Trabajo de mantenimiento programado

Los documentos a continuación son solamente para las tuberías.

Nombre del documento a presentar	Ejemplares a presentar	Fecha de presentación y su contenido
Informe de inspección y estudio	2	- Terminado el trabajo, presentarlo inmediatamente. - Para la elaboración, refiérase Adjunto 10: Procedimiento para la elaboración de informe del trabajo de inspección y estudio. .
Informe de limpieza	2	- Terminado el trabajo, presentarlo inmediatamente. - Incluir fotos del trabajo
Informe del trabajo de atención a los ciudadanos y accidentes	2	- Terminado el trabajo, presentarlo inmediatamente.
Notificación del trabajo terminado	2	- Presentarla antes del final de marzo de cada año.
Informe anual	2	- Presentarla antes del final de marzo de cada año. - Elaborar un informe mensual agregando medidas y consideraciones para mejorar la eficiencia de los trabajos de manera transversal.
Factura y sus desgloses	2	- Presentarla antes del final de marzo de cada año.

3 Trabajo de mantenimiento diario

Los documentos a continuación son solamente para las tuberías.

Nombre del documento a presentar	Ejemplares a presentar	Fecha de presentación y su contenido
Informe de atención a los ciudadanos y accidentes	2	- Terminado el trabajo, presentarlo inmediatamente.
Informe de atención a desastres	2	- Terminado el trabajo, presentarlo inmediatamente. - Incluir fotos del trabajo
Informe de trabajo de plan de mantenimiento de tubería de alcantarillado	Número necesario	- Terminado el trabajo, presentarlo inmediatamente. - Incluir recomendaciones que contribuyan al mejoramiento de la eficiencia del servicio de mantenimiento municipal, teniendo en cuenta los documentos prestados sobre los resultados de varios trabajos y los resultados de trabajos realizados en el pasado.
Notificación de trabajo terminado	2	- Presentarla antes del final de marzo de cada año.

4 Trabajo común

Los documentos a continuación incluyen todas las tuberías, estaciones de bombeo y plantas de tratamiento.

Nombre del documento a presentar	Especificaciones	No. de ejemplares a presentar y su fecha
Otros materiales de referencia	Formato A4	- Terminado el trabajo, presentarlo inmediatamente. - 2 ejemplares
Acta de reuniones	Formato A4	- Terminado el trabajo, presentarlo inmediatamente. - 2 ejemplares
Datos digitales de dichos documentos	En CD-R o DVD-R	- Terminado el trabajo, presentarlo inmediatamente. - 1 juego

5 Trabajo de elaboración de otros planes

Para el Trabajo de elaboración de otros planes, seguirá el contenido del adjunto y las instrucciones de la municipalidad.

Adjunto 6: Sistema de implementación del trabajo

- (1) Una vez firmado el contrato, el consignatario debe asignar inmediatamente un líder responsable, ingeniero en jefe, inspector técnico y encargados, según lo indicado abajo.
- (2) Incluir una persona calificada según lo establecido en el artículo 22 de la Ley de servicio de alcantarillado, o que tenga título de “ingeniero general de mantenimiento de alcantarillado” o “ingeniero en jefe de mantenimiento de alcantarillado” certificados por la Asociación de mantenimiento del sistema de alcantarillado de Japón. (innecesario)
- (3) Incluir una persona que tenga experiencia en un trabajo de mantenimiento de mismo tipo o similar de instalaciones de tubería bajo un contrato con una institución pública (*). Tal experiencia puede incluir trabajos terminados al final del año fiscal 2014, o trabajos contratados en el año fiscal 2015 y que se encuentren en ejecución.
* Trabajos de mismo tipo son los indicados en el numeral 2 (1), (2) y (3) del Adjunto 1: Resumen del trabajo. Trabajos similares son de elaboración de planes relacionados con el numeral 3 (1) y (2) del Adjunto 1: Resumen del trabajo.
- (4) El líder responsable debe tener alto nivel técnico y vasta experiencia en el mantenimiento de tubería de alcantarillado. Se encargará de dirigir todo el trabajo como la administración y control.
- (5) El ingeniero en jefe debe contar con un conocimiento técnico y experiencia en el mantenimiento de tubería de alcantarillado. Se encargará del asesoramiento y supervisión técnica de las personas asignadas al trabajo.
- (6) La persona encargada del control de calidad de agua debe cumplir con los requisitos de control o medición de calidad de agua relacionados con los certificados nacionales para el Gerente de Control de Contaminación o el Técnico de Medición Ambiental y contar con un conocimiento técnico y experiencia para poder tomar decisiones precisas en todos aspectos del control de calidad de agua.
- (7) En caso de realizar un trabajo dentro de la tubería, el consignatario debe asignar un ingeniero en jefe de operación con peligro de oxígeno deficiente y colocarlo en la obra de manera permanente para que se dedique a sus trabajos correspondientes.
- (8) El consignatario debe escoger obreros cumplidores para que desarrollen trabajos de manera ordenada y asignar las personas con debida experiencia a los trabajos que requieran la destreza.
- (9) El ingeniero en jefe del trabajo de mantenimiento programado (inspección, estudio y limpieza) y el trabajo de mantenimiento diario, debe tener conocimiento y experiencia profesional en el mantenimiento de alcantarillado y sus tuberías y ser capaz de dar instrucciones adecuadas a los ingenieros especializados y los obreros y de llevar a cabo el trabajo apropiadamente. Se encargará de asesorar y supervisar técnicamente las personas asignadas al trabajo. En este caso, es posible asignar una persona que se dedique a un trabajo similar en un municipio colindante.
- (10) El ingeniero en jefe del trabajo de mantenimiento programado tiene que ser una persona capaz de realizar el trabajo adecuadamente como ingeniero supervisor o ingeniero en jefe de la obra de tubería de alcantarillado.
- (11) El ingeniero en jefe del trabajo de elaboración de plan de mantenimiento, debe tener el título de ingeniero (supervisión técnica general del servicio de agua potable y alcantarillado) o ingeniero (servicio de agua potable y alcantarillado).
- (12) El encargado del trabajo de mantenimiento programado (inspección, estudio y limpieza) y del trabajo de mantenimiento diario debe tener conocimiento básico y experiencia

profesional en el servicio de alcantarillado y sus tuberías, sabe manejar maquinarias y equipos adecuados para los trabajos indicados y dar instrucciones asistiendo a sus superiores. El encargado debe estar colocado en una oficina ubicada a 1 hora aprox. del lugar del trabajo en la ciudad, se encarga de inspección, estudio y limpieza, pudiendo salir de visita de campo. En este caso, es posible asignar una persona que se dedique a un trabajo similar en un municipio colindante.

(13) Colocación de personal

Se asignan a las personas con la calificación necesaria según los reglamentos relacionados. El número mínimo de personal calificada que se debe asignar es el siguiente:

- ① Técnico con título establecido en párrafo 3 del artículo 15 del Reglamento de Aplicación de la Ley de Alcantarillado.
 - ② Ingeniero eléctrico jefe de tercera clase
 - ③ Trabajador eléctrico de primera clase
 - ④ Manipulador de material peligroso (Clase 4 del Tipo B)
 - ⑤ Graduado del curso técnico para trabajos peligrosos de deficiencia de oxígeno o sulfuro de hidrógeno (anteriormente Jefe de trabajos de deficiencia de oxígeno de segunda clase)
 - ⑥ Graduado del curso técnico para operador de grúa suspendida
 - ⑦ Graduado del curso técnico para operador de grúa móvil de menor tamaño
 - ⑧ Graduado del curso técnico para elevación de carga
 - ⑨ Licencia de conducir (superior a la licencia normal)
 - ⑩ Ingeniero de caldera de segunda clase
 - ⑪ Las demás personas con calificaciones reconocidas por reglamentos que sean necesarias para la ejecución de los trabajos.
- (14) El inspector técnico tiene un contrato de empleo directo con el consignatario y debe tener título de ingeniero (general de supervisión técnica (en una asignatura correspondientes al trabajo) o una especialidad correspondiente al trabajo), o una capacidad y experiencia similar, o un título de RCCM (en la especialidad correspondiente al trabajo).
- (15) El inspector técnico debe elaborar un plan de inspección, constarlo en el plan de trabajo y determinar los ítems relacionados con la inspección.
- (16) El inspector técnico debe comprobar en cada determinado periodo los resultados de los trabajos establecidos en los documentos de diseño o indicados por un funcionario supervisor municipal y también inspeccionarlos por sí mismo.
- (17) El inspector técnico debe resumir los resultados de la inspección en un informe de inspección al término del trabajo y presentarlo firmado y sellado por el mismo al líder responsable.
- (18) Debe tener buen conocimiento del municipio y puede llegar al sitio del trabajo de manera rápida y segura.
- (19) Debe incluir una empresa registrada en el listado de constructores de instalaciones de drenaje designados y un ingeniero registrado en el listado de ingenieros responsables de obra de drenaje, según lo establecido en la ordenanza municipal de ○○.
- (20) Una empresa que tenga su sede o sucursal en este municipio debe ser incluido en un consorcio de empresas o en las subcontratistas.

Adjunto 7: Equipos a preparar

Nombre de equipo	Uso	Dotación permanente en la oficina
Camión de lavado de alta presión y camión succionador	Para el lavado interior de la tubería antes del estudio con la cámara televisiva	No es necesaria.
Cámara televisiva para la tubería principal	Un vehículo con una cámara televisiva móvil montada se utiliza para el estudio de tubería principal con la cámara televisiva.	No es necesaria.
Cámara televisiva para los tubos de acoples, limpiador de alta presión y juego de equipos de limpieza	Se utiliza para el estudio de tubos de acoples con la cámara televisiva.	Necesaria
Cámara en el orificio de tuberías	Se utiliza para el estudio de condición de tuberías	Necesaria
Vehículo de trabajo	Se utiliza en la patrulla e inspecciones en el trabajo de inspección y estudio.	Necesaria
Medidor de contenido de oxígeno	Se utiliza en el trabajo dentro de la tubería y de registro de alcantarillado.	Necesaria
Generador eléctrico y soplador	Se utiliza en el trabajo de inspección y estudio y para la atención emergente.	Necesaria

* Incluye el mueblaje necesario para llevar una oficina de trabajo, además de los combustibles y artículos de consumo necesarios para el uso de los equipos arriba mencionados.

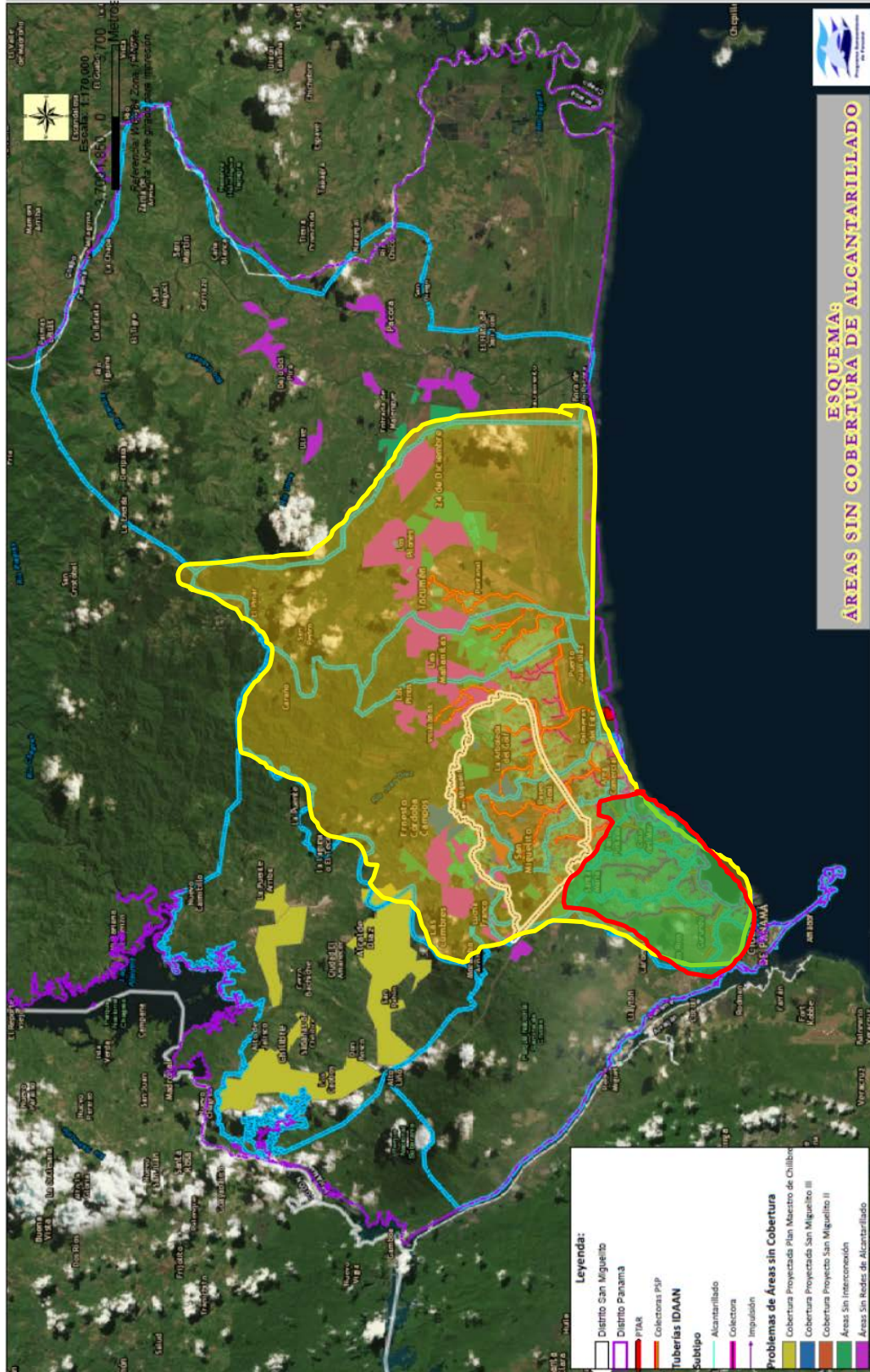
* Es posible asignar equipos utilizados en un trabajo similar en un municipio colindante.

* Los artículos cuya dotación permanente sea necesaria, deben ser adquiribles rápidamente en caso necesario.

Adjunto 8: Bibliografía

- (1) Estructura estándar del alcantarillado del municipio de ○○
- (2) Manual de planificación de prolongación de la vida útil del alcantarillado teniendo en cuenta el método de manejo de infraestructura existente (tentativa) (Ministerio de Tierra y Transporte)
- (3) Manual de renovación y reparación de instalaciones de alcantarillado (tentativa) (Asociación de Alcantarillado de Japón)
- (4) Guía de cálculo del costo de mantenimiento de instalaciones de alcantarillado – Libro de instalaciones de tubería – (Asociación de Alcantarillado de Japón)
- (5) Guía de cálculo del costo de mantenimiento de instalaciones de alcantarillado – Libro de instalaciones de tratamiento final y bombeo – (Asociación de Alcantarillado de Japón)
- (6) Directrices de plan de instalaciones de alcantarillado y su explicación (Asociación de Alcantarillado de Japón)
- (7) Directrices de mantenimiento de alcantarillado (Asociación de Alcantarillado de Japón)
- (8) Directrices de medidas antisísmicas de instalaciones de alcantarillado y su explicación (Asociación de Alcantarillado de Japón)
- (9) Manual de medidas antisísmicas de instalaciones de alcantarillado (Asociación de Alcantarillado de Japón)
- (10) Guía de renovación de tubería (tentativa) (Asociación de Alcantarillado de Japón)
- (11) Manual de selección de métodos de renovación de alcantarilla (tentativa) (Asociación de Alcantarillado de Japón)
- (12) Guía de medidas anticorrosivas de tubería de alcantarillado (tentativa) (Asociación de Alcantarillado de Japón)
- (13) Manual de estudio con cámara televisiva en instalaciones de tubería de alcantarillado (tentativa) (Asociación de Alcantarillado de Japón)
- (14) Fórmulas hidráulicas (Sociedad de ingenieros civiles)
- (15) Especificaciones estándares de hormigón (Sociedad de ingenieros civiles)
- (16) Normas industriales japonesas (JIS)
- (17) Normas de la Asociación de Alcantarillado de Japón (JSWAS)
- (18) Especificaciones estándares de puentes de carreteras y su explicación (Asociación de carreteras de Japón)

Adjunto 9: Plano de rutas objeto de inspección y estudio (Amarillo: área de medición de OD de los ríos; Verde: para de inspección de alcantarillado)



Adjunto 10: Procedimiento para la elaboración de informe del trabajo de inspección y estudio

1 Ítems generales

- (1) Los informes del trabajo de inspección y de estudio serán elaborados siguiendo el presente procedimiento.
- (2) Los documentos adoptarán un formato de A4 con descripciones escritas horizontalmente y en los planos constarán la escala y las dimensiones, para ser presentados en forma encuadrada.
- (3) En la cubierta constarán el año fiscal correspondiente, el número, el nombre y el periodo del estudio, el grupo en cargo de este municipio y el nombre del consignatario. Asimismo, se pondrán en el lomo del documento el año, el número y el nombre del estudio junto con el nombre del consignatario.

2 Ítems a describir

En los informes del trabajo de inspección y de estudio constará el contenido de los siguientes ítems. La Leyenda utilizada en la Tabla de resumen del estudio, la Tabla de conteo del estudio y la Tabla de registro del estudio se presenta en la Tabla-1; los Criterios del juicio para el estudio con cámara en el orificio de tuberías (ejemplo) se presenta en la Tabla-2; y los Criterios del juicio para el estudio de alcantarilla (tubos rígidos) se presenta en la Tabla-3.

- (1) Estudio con la cámara televisiva (cámara en el orificio de tuberías)
 - 1 Objetivos del estudio
 - 2 Resumen del estudio
 - 3 Mapa del sitio
 - 4 Ubicación del estudio
 - 5 Tabla de resumen del estudio
 - 6 Tabla de conteo del estudio y tabla de registro del estudio (ver la Tabla-6)
 - 7 Consideraciones
 - 8 Fotos del trabajo
- (2) Estudio visual
Se aplican también los ítems del estudio con cámara televisiva.
- (3) Estudio de tubos de acoples
Se aplican también los ítems del estudio con cámara televisiva.
- (4) Inspección
Según las Especificaciones especiales.

3 Clasificación de métodos de inspección de instalaciones de tubería y su contenido

Clasificación	Método de estudio	Ítems de estudio	Alcance de aplicación y su contenido	
Inspección	Cámara televisiva en el orificio de tubería (Cámara televisiva sencilla)	Tabla-2 Tabla-3 Tabla-4 Tabla-5 Tabla-6	Inspección de registro de alcantarillado y el interior de la tubería	Estudiar la tubería por dentro desde la tierra con una cámara televisiva en el orificio de tubería

4 Precauciones

- (1) Al grabar los resultados de estudio de un monitor televisivo a una cinta de video, hay que adoptar una cinta de video común designado. Las cintas de video y las fotos a presentar deben llevar impresos el nombre del proyecto, nombre del sitio, número de ruta, número de juntura, diámetro de tubo y distancia.
- (2) Los productos a presentar son los siguientes.
 - 1 Informes del trabajo de inspección y de estudio
 - 2 Fotos de las partes defectuosas
 - 3 Cintas de video (en caso de estudio con cámara televisiva)
 - 4 Las demás cosas indicadas por la municipalidad

Tabla-1 Leyenda

Instalaciones de tubería	Tipo	Signo
Tubo principal y tubos de acoples	Tubo de cerámica	T.P
	Tubo de hormigón armado	H.P
	Tubo de cloruro de vinilo sólido	VP
	Otros	
Sumidero de aguas negras	Sumidero en forma de L	
	Sumidero circular	⑤ ⑮ ⑳
Tubos de acoples	Tubos de acoples	
	Tubos de acoples (instalación directa)	•••••
	Junta de articulación sólo	×

Tabla-2: Criterios del juicio para estudio con cámara en el orificio de tuberías (borrador)

Sección		Anomalías dentro de tuberías *1	
		No existen	Existen *2
Obstáculos aguas abajo*3	No existen	Observación de seguimiento	Limpieza e inspección detallada
	Existen	<u>Limpieza e inspección detallada</u> *4	<u>Limpieza e inspección detallada</u> *4

*1: Corrosión, hundimiento, rotura, grieta, desacoples, infiltración de agua.

*2: La existencia de anomalías es basada en la observación de cualquiera de *1 en cualquier lugar sin definir el rango que es más complicado.

*3: Entrada de raíces de árboles, acoples salientes, acumulación de grasas, pegado de mortero.

*4: Se hace la inspección detallada porque los obstáculos aguas abajo frecuentemente entran por

los lugares de anomalías.

Tabla-3 Criterios del juicio para el estudio de alcantarilla (tubos rígidos)

Evaluación general del tramo		Rango		A	B	C
		Ítem				
		Corrosión de tubos		Varilla de acero descubierto	Agregados descubiertos	Superficie áspera
Aflojamiento vertical	Diámetro interior de alcantarilla menos de 700 mm		Más del diámetro interior	Más de la mitad del diámetro interior	Menos de la mitad del diámetro interior	
	Diámetro interior de alcantarilla más de 700 mm y menos de 1650 mm		Más de la mitad del diámetro interior	Más de 1/4 del diámetro interior	Menos de 1/4 del diámetro interior	
	Diámetro interior de alcantarilla más de 1650 mm y menos de 3000 mm		Más de 1/4 del diámetro interior	Más de 1/8 del diámetro interior	Menos de 1/8 del diámetro interior	

Evaluación de cada tubo		Rango		a	b	c
		Ítem				
Rotura de tubo	Tubos de hormigón armado		Caído Grieta de más de 5 mm de ancho en la dirección del eje	Grieta de más de 2 mm de ancho en la dirección del eje	Grieta de menos de 2 mm de ancho en la dirección del eje	
	Tubos de cerámica		Caído. Grieta que cubre más de la mitad de la longitud del tubo en la dirección del eje	Grieta que cubre menos de la mitad de la longitud del tubo en la dirección del eje	—	
Grietas en tubo	Tubos de hormigón armado		Grieta de más de 5 mm de ancho en la dirección circunferencial	Grieta de más de 2 mm de ancho en la dirección circunferencial	Grieta de menos de 2 mm de ancho en la dirección circunferencial	
	Tubos de cerámica		Grieta cuya longitud es más de 2/3 de la circunferencia	Grieta cuya longitud es menos de 2/3 de la circunferencia	—	
Juntas movidas		Caídas		Tubos de hormigón armado: más de 70 mm Tubos de cerámica: más de 50 mm	Tubos de hormigón armado: menos de 70 mm Tubos de cerámica: menos de 50 mm	
Agua infiltrada		Erupción		Escorrentía	Rezumada	
Tubos de acoples salientes Nota 3		Más de la mitad del diámetro interior del tubo		Más de 1/10 del diámetro interior del tubo	Menos de 1/10 del diámetro interior del tubo	

Grasa pegada Nota 3	Atascado más de 1/2 del diámetro interior	Atascado menos de 1/2 del diámetro interior	—
Entrada de raíces de árboles Nota 3	Atascado más de 1/2 del diámetro interior	Atascado menos de 1/2 del diámetro interior	—
Mortero pegado Nota 3	Más del 30% del diámetro interior	Más del 10% del diámetro interior	Menos del 10% del diámetro interior

Nota 1 Los desniveles se miden por mm y se investigan también otras anomalías (pedazos de madera y otros objetos enterrados no contemplados en la tabla arriba.

2 Los tubos de acoples salientes, grasa pegada, entrada de raíces de árboles y mortero pegado son en principio los ítems solucionables con un lavado y los criterios del juicio son para los casos en que no sea posible eliminarlos.

Tabla-4 Criterios del juicio para el estudio de alcantarilla (tubos flexibles) (omitidos)

Tabla-5 Criterios del juicio para el estudio de registro de alcantarillado (omitidos)

Tabla-6 Estudio de informes de trabajo de inspección y estudio (ejemplo)

調査No. _____

スパン番号	上流マンホールNo.									下流マンホールNo.																								
	区画	支号	枝	支号	支	支	支	支	支	区画	支号	枝	支号	支	支	支	支	支	マンホール種類	土壌	マンホール種類	土壌												
搬手番号 写真番号				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
内容																																		
管番号 写真番号				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
内容																																		
取付番号 写真番号				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
内容																																		
考察																																		

調査内容	上下方 内のた るみ			管の 損傷 行			管の 継ぎ 目			管の 透入水			取付費 の支出 の額			油脂の 付着 量			マンタ ル付着 量			計			備考		
	A	B	C	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	A	a	B	b	C	c			
調査箇所 搬手部 本管部 ソケット部																											
計																											

注1 考察欄には、管路施設の損傷状況に加え、道路交通状況、生活圏集積量、近傍工事、損傷原因、損傷の進行性、損傷の新旧等について記述すること。
 注2 計(A)内の数値は、スパン全体で評価する「管の調査」、「上下方向のたるみ」、「透付費の支出」及び「取付費の支出」を測ったものである。
 出典：下水管きよ改築等の工法選定の手引き (案) 平成14年5月 (社) 日本下水道協会

Adjunto 11: Métodos de ejecución en el periodo de transición del trabajo

El contenido y los métodos concretos en el periodo de transición del trabajo se indican a continuación. En caso de que se haya producido alguna parte imperfecta o incompleta en el contenido o métodos implementados por el consignatario en el periodo de transición del trabajo, esto no librará a la misma de las responsabilidades contractuales asignadas.

1 Plan de ejecución

(1) Método de sucesión del trabajo

- 1** La sucesión del trabajo en el periodo de transición se hará a cargo del consignatario a este municipio y la próxima empresa contratada.
- 2** La nueva empresa contratada, antes de emprender el trabajo, recibirá la sucesión del trabajo por parte del consignatario anterior o este municipio.

(2) Plan de ejecución

- 1** El consignatario debe elaborar un plan de ejecución sobre la sucesión del trabajo y entregarlo al consignador a más tardar 40 días antes del límite de ejecución.
- 2** La municipalidad y el consignatario analizarán y deliberarán el plan de ejecución presentado por éste en menos de 10 días y decidirán el contenido de la ejecución.
- 3** En caso de que haya modificación en el plan de ejecución, la parte interesada lo comunicará inmediatamente a la otra parte.

2 Contenido de ejecución

(1) Comprensión de las características de las instalaciones del presente proyecto

- 1** Comprensión del método de uso de la oficina de trabajo y su mueblaje
- 2** Comprensión de la ubicación de las instalaciones del presente proyecto a través del libro mayor de alcantarillado y exploración de campo.
- 3** Comprensión del contenido y frecuencia de anomalías en el pasado y medidas tomadas al respecto
- 4** Comprensión del método operativo de información acumulada como la base de datos de operación
- 5** Los demás ítems requeridos por el consignador o el consignatario

(2) Métodos de elaboración de documentos sobre la ejecución del trabajo

- 1** Métodos de elaboración de plan de mantenimiento para el periodo operativo
- 2** Métodos de elaboración de plan de mantenimiento mensual
- 3** Métodos de elaboración de formularios de informes de trabajo
- 4** Métodos de elaboración de manuales de atención emergente
- 5** Los demás ítems requeridos por el consignador o el consignatario

3 Otros

Cuando surja alguna duda en la ejecución durante el periodo de transición, la municipalidad y el consignatario deben colaborar mutuamente para solucionarla de buena fe.

Adjunto 12: Indicadores del trabajo

Los indicadores del trabajo tendrán los siguientes valores meta.

Clasificación		Nombre de indicador	Valor meta	Unidad	
Estado de manejo	Mal funcionamiento y estado de deterioro	①-1-1	No. de sitios con hundimiento vial	0.013	Sitios/km/año
		①-1-2	No. de atascos en alcantarilla	0.055	Casos/km/año
		①-2-10	No. de medidas emergentes tomadas	10	Casos/año

Los indicadores de abajo (referenciales) serán analizados para establecer apropiados valores meta en el periodo del presente contrato. Son para el establecimiento de valores metas de todos los indicadores del trabajo y no para la evaluación.

Clasificación		Nombre de indicador	Unidad	
① Estado de manejo	Mal funcionamiento y estado de deterioro	①-1-3	Tasa de deterioro de las bombas o	%
			Tasa de deterioro de equipos principales	%
			Tasa de margen del proceso de tratamiento de agua	%
		①-1-4	Tasa de deterioro de tubería	%
		①-1-5	Tasa de deterioro de tapas de registro	%
		①-1-6	Tasa de alcantarilla dañada	%
		①-1-7	Tasa de registro de alcantarillado dañado	%
		①-1-8	Tasa de sumideros públicos dañados	%
		①-1-9	Tasa de tubos de acoples dañados	%
	Cantidad de trabajo realizado	①-2-11	Tasa de ejecución del estudio de alcantarilla con cámara televisiva	%
		①-2-12	Tasa de ejecución de estudio visual en registro de alcantarillado	%
		①-2-13	Tasa de ejecución de inspección y estudio de tubos de acoples con cámara televisiva	%
		①-2-14	Tasa de ejecución de limpieza	%
	Seguridad de las instalaciones	①-3-15	Tasa de mejoramiento de alcantarilla	%
			Tasa de tener energía eléctrica en situación de emergencia	%
			Tasa de logro de la meta de la calidad de agua	%
		①-3-16	Tasa de mejoramiento de tapas de registro	%
①-3-17		Tasa de mejoramiento de tubos de acoples	%	

Clasificación		Nombre de indicador	Unidad	
		①-3-18	Tasa de mejoramiento de sumideros públicos	%
		①-3-18	No. de accidentes ocurridos a terceros	Casos
② Servicio a usuarios y divulgación de información	Servicio a usuarios	②-1-1	No. de avisos, consultas y reclamos	Casos/km
		②-1-2	Entre los avisos, consultas y reclamos, número de los casos relacionados con instalaciones públicas	Casos/km
		②-1-3	Tasa de despacho de avisos, consultas y reclamos	%
			Tasa de cumplimiento del estándar legal de calidad de agua	%
			Costo de tratamiento de aguas residuales (costo de mantenimiento)	(\$/m3)
		②-1-4	No. de reclamos sobre mal olor	Casos/km
		②-1-5	No. de reclamos sobre tapas de registro	Casos/km
		②-1-6	No. de reclamos sobre obras y trabajo	Casos/km
		③ Consideraciones ambientales	Consideraciones ambientales	③-1
	Costo unitario de energía eléctrica para el tratamiento de agua			Kwh/m3

**Proyecto de Mejoramiento de la
Administración de Aguas Residuales en
el Área Metropolitana de Panamá
【Asistencia Técnica en el Marco de la
Cooperación Financiera Reembolsable】
(II Fase: Fase de Actividades a Plena
Escala)**

**Plan de Manejo de Instalaciones de
Alcantarillado a Mediano y Largo Plazo
(Tentativa)**

Mayo de 2017

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)

Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

Proyecto de Mejoramiento de la Administración de Aguas Residuales
en el Área Metropolitana de Panamá
【Asistencia Técnica en el Marco de la Cooperación Financiera Reembolsable】
(II Fase: Fase de Actividades a Plena Escala)

Plan de Manejo de Instalaciones de Alcantarillado a Mediano y Largo Plazo (Tentativa)

Índice

1.	Estudio básico.....	1
1.1.	Situación actual de las instalaciones de alcantarillado construidas en el proyecto	1
1.1.1	Actualidad de los conductos de aguas residuales y estaciones de bombeo	1
1.1.2	Actualidad de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Juan Díaz	3
1.2	Resumen de la capacidad de instalaciones	3
2	Análisis de condiciones actuales de instalaciones de alcantarillado y sus problemas	7
2.1	Condiciones actuales de instalaciones de alcantarillado y sus problemas	7
2.1.1	Actualidad de estaciones de bombeo	7
2.1.2	Actualidad de la planta de tratamiento de aguas residuales	8
2.1.3	Costo de operación y mantenimiento de la PTAR de Juan Díaz.....	10
2.1.4	Consumo de energía eléctrica.....	11
2.1.5	Resumen del costo de mantenimiento	14
2.1.6	Tratamiento de lodo.....	15
2.2	Evaluación de la capacidad de instalaciones actuales.....	16
2.2.1	Principales problemas pendientes de la PTAR de Juan Díaz	16
2.2.2	Evaluación de la capacidad de actuales instalaciones.....	17
3	Resumen de las condiciones básicas.....	31
3.1	Leyes relacionadas	31
3.1.1	Norma de efluente	31
3.1.2	Normas de utilización agrícola de lodos residuales	31
3.2	Factores del plan.....	35
3.2.1	Pronóstico de flujo entrante	35
3.2.2	Pronóstico de producción de lodos residuales	36
3.3	Otros factores de diseño	39
3.4	Pronóstico de costo de operación y mantenimiento	39

4 Plan de renovación de instalaciones de tratamiento	42
4.1 Lineamiento básico	42
4.1.1 Concepto de plan de renovación	42
4.1.1.1 Concepto de tratamiento de aguas residuales	42
4.1.1.2 Concepto de tratamiento de lodos residuales	43
4.2 Plan de renovación de instalaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales	44
5 Plan financiero.....	46
5.1 Costo de renovación.....	46
5.2 Costo de operación y mantenimiento.....	49

1. Estudio básico

1.1. Situación actual de las instalaciones de alcantarillado construidas en el proyecto

1.1.1 Actualidad de los conductos de aguas residuales y estaciones de bombeo

La Fig. 1.1.1 muestra el resumen de las recolectoras y sistemas interceptores ubicados en el corregimiento de Juan Díaz.

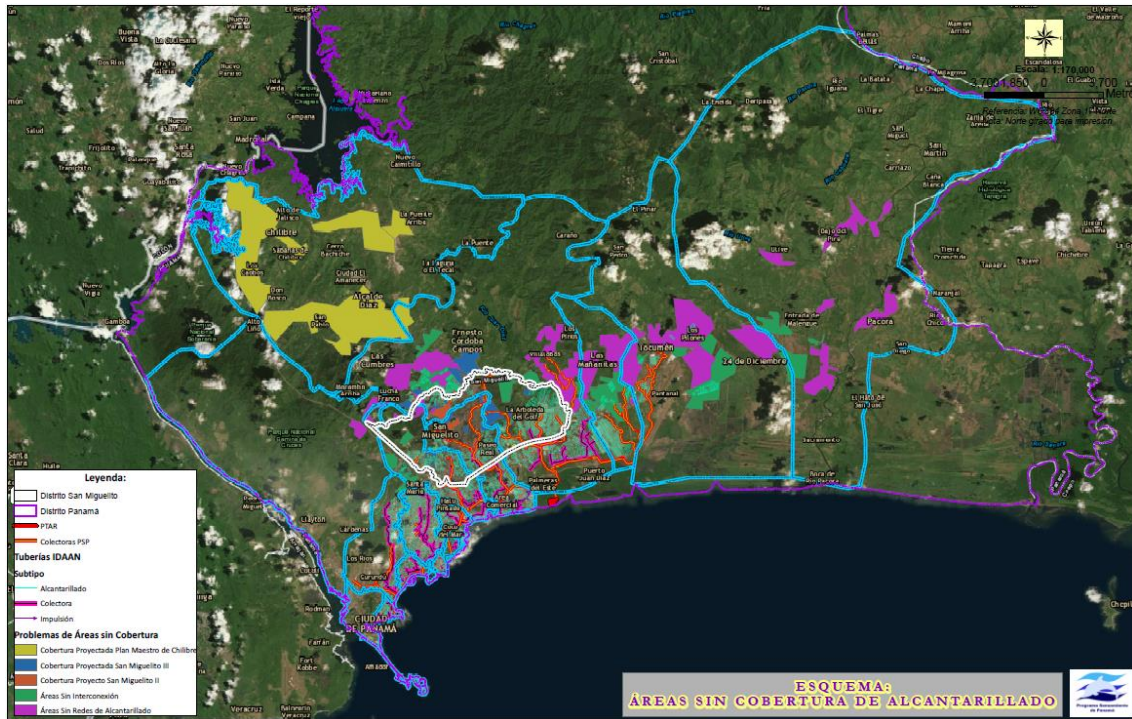


Fig. 1.1.1 Resumen de las recolectoras y sistemas interceptores ubicados en el corregimiento de Juan Díaz

Las partes en amarillo corresponden a las áreas del Plan Maestro de IDAAN y las partes en color fucsia, a las áreas cuya remodelación está prevista por UCP. Las partes en verde están remodeladas, pero no conectadas. Según la contraparte, los conductos de aguas residuales de IDAAN están instalados en el 60% del área municipal y la remodelación de los corregimientos se hace por cada proyecto y no existe un plan de remodelación anual por corregimiento, por lo que es difícil tener un pronóstico de entrada de aguas residuales anuales a las plantas de tratamiento desde los corregimientos remodelados anualmente.

La tabla 1.1.1 resume las 10 principales estaciones de bombeo. Debido a que existe un lapso de varios años entre el año en puesta en servicio de las estaciones y el año de su instalación, aquí se ha puesto el año de instalación de bomba.

Tabla 1.1.1 Resumen de las estaciones de bombeo

No.	Nombre	Año de instalación de bomba (Año)	Especificaciones de bomba	Generador eléctrico
1	Casco Antiguo	2015	KSB/AMAREX KRT, $\varnothing 200\text{mm} \times 4,50\text{m}^3/\text{min} \times 3\text{units} \times 40\text{HP}$, 1800rpm	
2	Estación de Bombeo 1	2009	ABS/AFP3502-60Hz, $46,32\text{m}^3/\text{min} \times 3\text{units} \times 100\text{HP}(84\text{kW})$, 880rpm	○
3	Estación de Bombeo 2	2009	ABS/AFP3502-60Hz, $111,36\text{m}^3/\text{min} \times 6\text{units} \times 125\text{HP}(84\text{kW})$, 880rpm	○
4	Estación de Bombeo 3	2009	MODELO/AFP1547/60Hz/230v, $9,48\text{m}^3/\text{min} \times 3\text{units} \times 20\text{Hp}(13\text{kW})$, 1760rpm	
5	Estación de Bombeo Atlapa		MODELO ITT FLYGT,3356, $31,20\text{m}^3/\text{min} \times 4\text{units} \times 20\text{Hp}$	—
6	Estación de Albrook	2015	MODELO KSB9972759945-60Hz, $2,70\text{m}^3/\text{min} \times 3\text{units} \times \text{Hp}$	—
7	Estación de Bombeo el Tunel en Chanis	(2013)	MODELO KSB9972759945-60Hz, $65,98\text{m}^3/\text{min} \times 5\text{units} \times \text{Hp}(649\text{kW})$, 859,1rpm	Recepción eléctrica en 2 direcciones
8	Estación de Bombeo Matías Hernández	(2013)	MODELO ITT FLY3356, $28,28\text{m}^3/\text{min} \times 4\text{units} \times \text{Hp}(160\text{kW}) \times 460\text{V}$,	//
9	Estación de Bombeo Juan Díaz	2012	MODELO ABS/AFP5001/60Hz, $84,42\text{m}^3/\text{min} \times 5\text{units} \times \text{Hp}(335\text{kW}) \times 460\text{V}$, 710rpm	//
10	Estación de Bombeo Tocumen	2012	MODELO ABS/AFP501, $33,36\text{m}^3/\text{min} \times 5\text{units} \times \text{Hp}(150\text{kW}) \times 460\text{V}$, 880rpm	//

() indica el año en puesta en servicio.

1.1.2 Actualidad de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Juan Díaz

La Fig. 1.1.2 muestra la evolución de la cantidad de aguas residuales tratadas y la cantidad de lodo deshidratado, de acuerdo con el informe mensual de la PTAR de Juan Díaz. La planta entró en servicio en junio de 2013 y en 2015 los 4 módulos entraron en uso. El lodo se deshidrata a una humedad de menos del 75% y se transporta al relleno sanitario de Cerro Patacón para su disposición final.

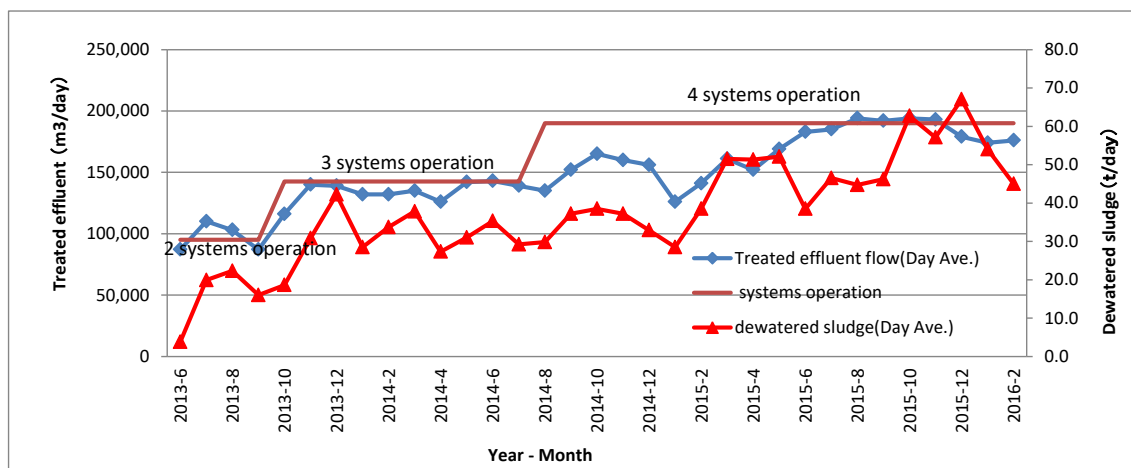


Fig. 1.1.2 Evolución de la cantidad de aguas residuales tratadas y la cantidad de lodo deshidratado

1.2 Resumen de la capacidad de instalaciones

La Fig. 1.2.1 presenta la disposición de la planta de tratamiento de aguas residuales y la Fig. 1.2.2, el flujograma del tratamiento.

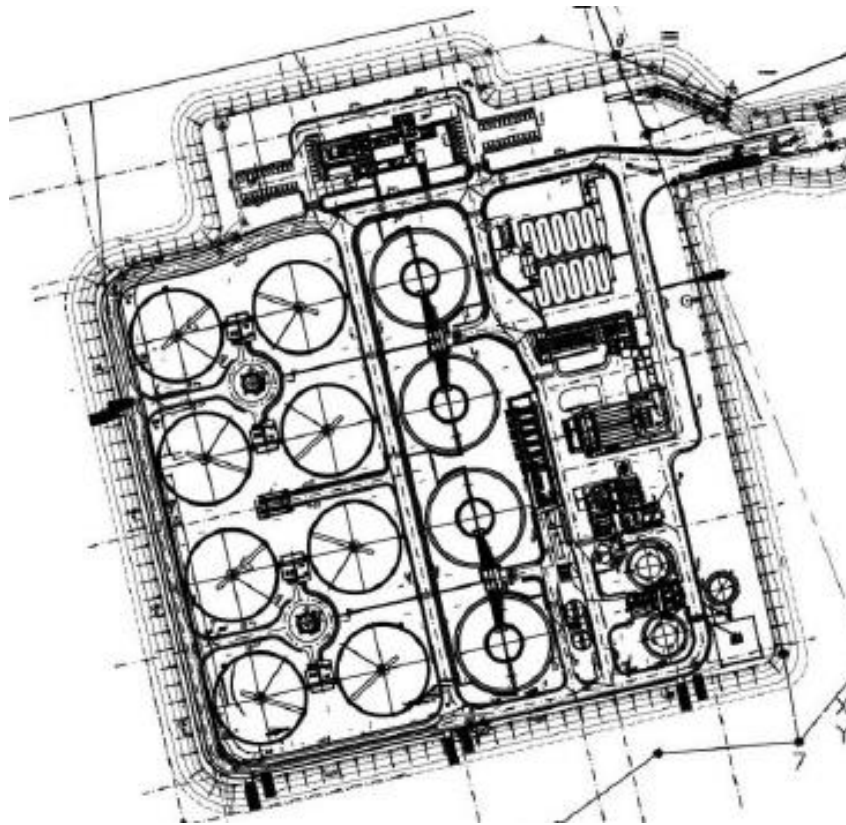


Fig. 1.2.1 Disposición de la planta de tratamiento de aguas residuales

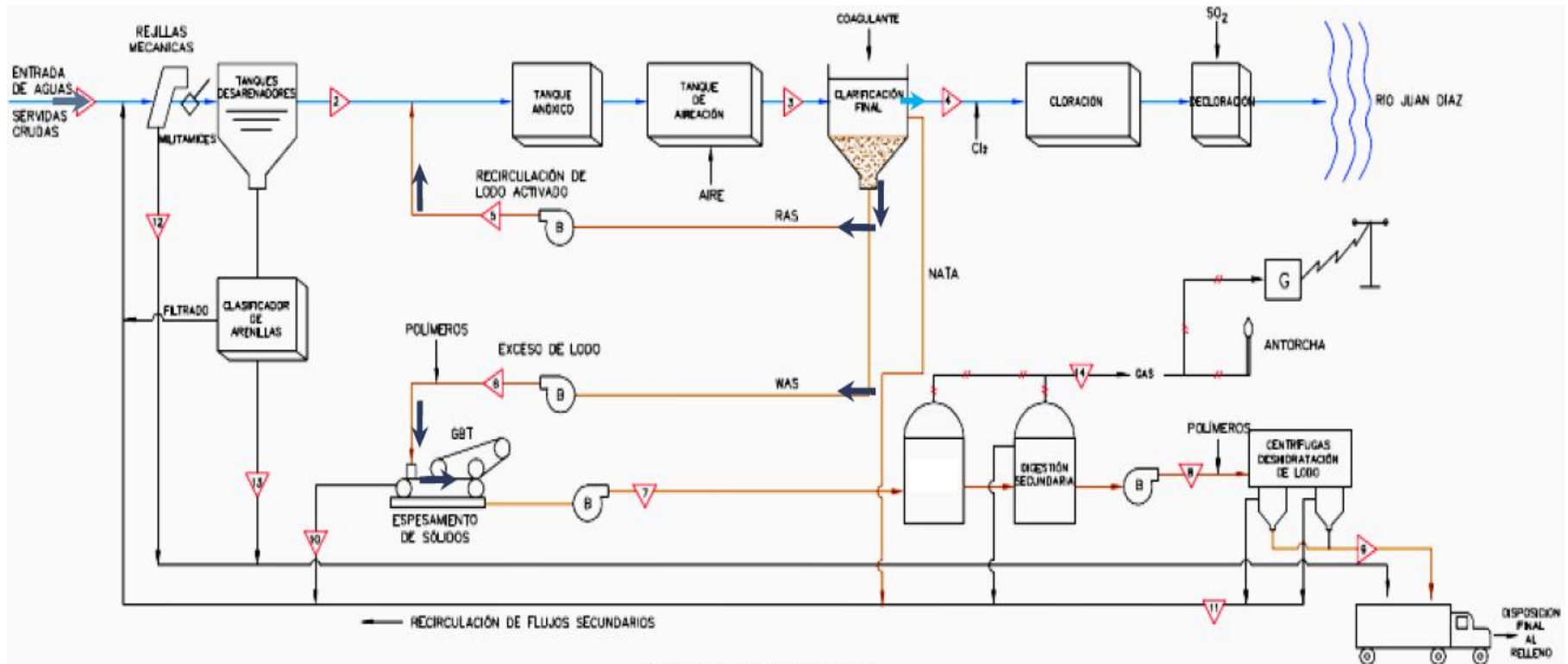


Fig. 1.2.2 Flujograma del tratamiento de aguas residuales y lodo

La tabla 1.2.1 presenta el resumen de las instalaciones de la PTAR de Juan Díaz.

Tabla 1.2.1 Equipos de tratamiento de aguas residuales en el 1^{er} módulo

No	Nombre	No. de unidades	Modelo	Capacidad
Pretratamiento	Filtro	4	Malla de 6mm	
	Sedimentador rectangular	4	4,0m×18,0m×3,7m, A=72m ²	Flotación y separación Flujo estándar de diseño: 50m ³ /m ² /h
Tratamiento secundario	Tanque sin oxígeno	4	φ 17m÷2×6,7m, V=760m ³	
	Tanque de aireación	4	φ 47m(-φ17m)×H=6,7m, V=11.325m ³	•MLSS:2.000mg/l
	Tanque de aireación posterior	4	φ 17m÷2×H=6,2m, V=700m ³	
	Tanque de sedimentación final	8	• φ 43m×H=4,1m, 1.452m ² /tanque •MLSS:4.000mg/l	•Tasa de desbordamiento 20,5m ³ /m ² •día
	Bomba de retorno de lodos	2+1 de reserva	•1.240m ³ /h•unidad × 2unidades × 4juegos (Cada juego con 1 unidad de reserva)	•Tasa de retorno100 % •1.240m ³ /hr
	Bomba de lodos excedentes	1+1 de reserva	•50m ³ /h•unidad×1unidad×4 juegos (Cada juego con 1 unidad de reserva)	•50m ³ /hr
	Mezclador de cloro	2	Tiempo de contacto: 30min	
Tratamiento de lodo	Tanque de espesamiento por gravedad	2	• φ 9m, V=236m ³ /tanque •MLSS:10.000~12.000mg/l	•472m ³ , 2hr
	Espesador	2+1 de reserva	•Condensado por prensa de cinta •Tiempo de operación (plan):22 hr •MLSS:55.000mg/l	•70m ³ /hr
	Bomba de transmisión	2+1 de reserva	Tipo espiral	•15m ³ /hr
	Tanque de digestión	2	•V=5.000m ³ /tanque×2 •VS/TS=77 % •Tasa de digestión :68 % •Período de digestión:18,8 días •MLSS 40.600mg/l	•10.000m ³
	Tanque de almacenamiento de lodos	1	500m ³	
	Centrifugadora de lodos	3	•Centrifugadora •Tiempo de operación (plan):22 hr •Contenido de agua: 80 %, (78 % incluyendo CaO)	•15m ³ /hr
	Cogeneración	1	•Cogeneración •Tasa de generación eléctrica: 38,2 %	•630kw
	Gasómetro	1	•500m ³ , 22,6 hr	•Hecho en membrana

2 Análisis de condiciones actuales de instalaciones de alcantarillado y sus problemas

2.1 Condiciones actuales de instalaciones de alcantarillado y sus problemas

2.1.1 Actualidad de estaciones de bombeo

A lo largo del interceptor de Costa del Este existen varias estaciones de bombeo y reciben un buen mantenimiento con un servicio itinerante de SOAP contratado desde 2015. No obstante, mientras que la planta de tratamiento de aguas residuales entró en servicio en junio de 2013, hay bombas compradas en mayo de 2009. Dichas bombas ya llevan 4 años desde la instalación hasta la puesta en operación e incluyendo el periodo sin uso, se supone que ha avanzado el deterioro.

Por otra parte, las maquinarias utilizadas para construir las estaciones de bombeo no todas tienen aplicadas las medidas anticorrosivas y utilizado el acero inoxidable y ya se han ocurrido casos de sustitución de los ejes de compuerta erosionados y quebrados por otros de acero inoxidable.



Eje erosionado y quebrado de compuerta de entrada a la estación de bombeo No.1 (instalado en mayo de 2009)

Debido a que estas instalaciones están ubicadas en una zona costera, existe la posibilidad de erosión por la salinidad o por H_2S producido de aguas residuales.

La estación de bombeo Juan Díaz, puesta en servicio en junio de 2016, tiene adquiridas 5 de las 6 bombas en junio de 2012 y se observaron problemas a causa de bombas oxidadas en el momento de la operación de prueba.



Estación de bombeo Juan Díaz (17/03, antes de la operación de prueba, bombas oxidadas no funcionan.)

Así, parte de las maquinarias lleva del orden de 4 años desde la construcción hasta la puesta en servicio y algunas se encuentran deterioradas.

2.1.2 Actualidad de la planta de tratamiento de aguas residuales

(1) Relación de precipitación con el flujo entrante

La Fig. 2.1.1 muestra la relación de precipitación con el flujo entrante a la PTAR de Juan Díaz. Panamá cuenta con una gran precipitación anual de 3000 mm aprox., pero de febrero a marzo de cada año se registran apenas 10 mm/mes y abundante precipitación que se registra de mayo a diciembre sobrepasa la capacidad de tratamiento de la planta, lo que ocasiona una descarga bypass.

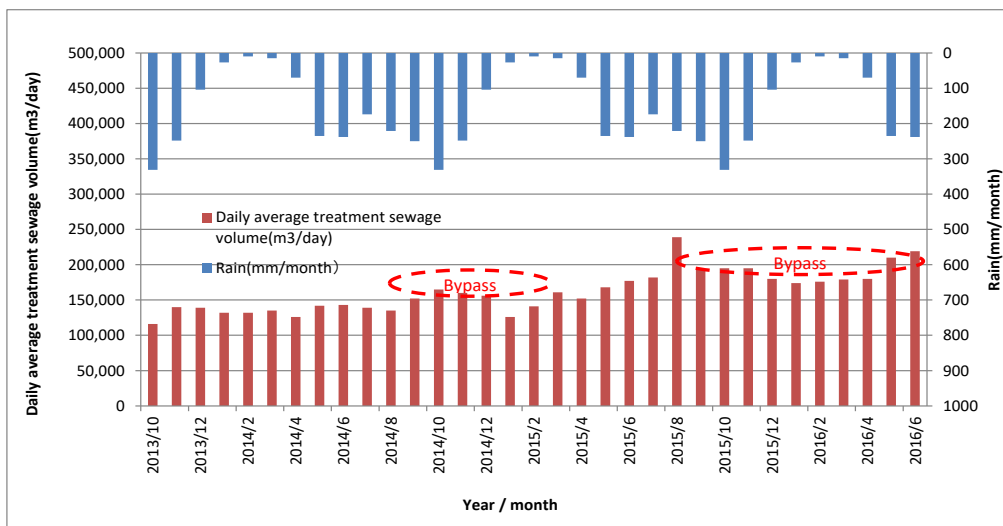


Fig. 2.1.1 Relación de precipitación con el flujo entrante a la PTAR de Juan Díaz

(2) Relación de cantidad de precipitación con DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) del agua entrante

La Fig. 2.1.2 muestra la relación de la cantidad de precipitación con DBO del agua entrante a la PTAR de Juan Díaz.

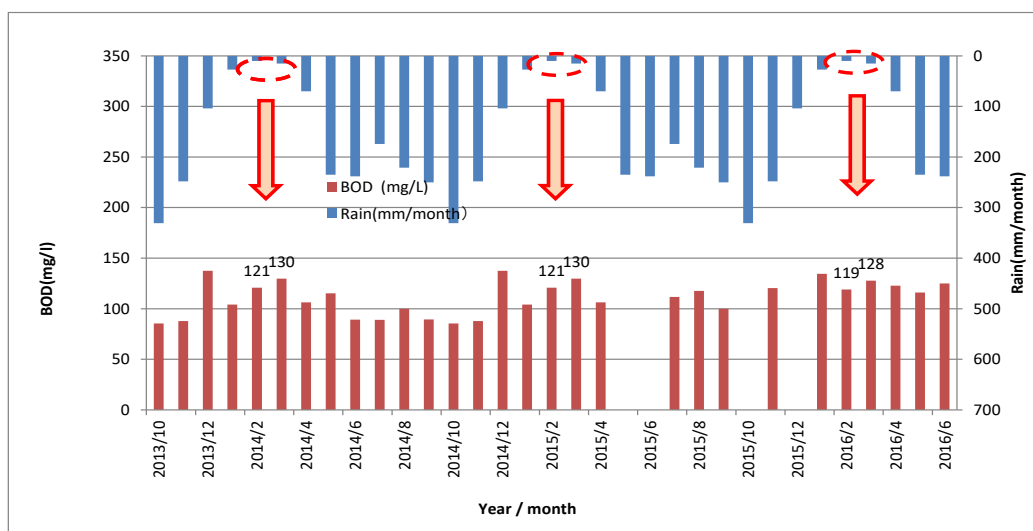


Fig. 2.1.2 Relación de la cantidad de precipitación con DBO del agua entrante a la PTAR de Juan Díaz

La Fig. 2.1.2 muestra que la calidad del agua entrante queda diluida con las lluvias. Entre febrero y marzo, meses casi sin precipitaciones, se registra una DBO del agua entrante de 120 a 130 mg/l, que está muy debajo del valor de diseño de 180 mg/l.

Por lo general, en Japón está establecida una carga de contaminantes sobre DBO de 58 g/persona·día y al considerar un efluente medio de 300 l/día/persona (incluyendo aguas subterráneas), se da una DBO entrante de 193 mg/l/día/ persona.

Por otra parte, en Panamá, dicen que el consumo de agua/día/persona son 500 l/día y si es similar la carga de contaminantes sobre DBO a la de Japón;

$$58.000 \text{ mg}/500 \text{ l} = 116 \text{ mg/l}$$

Y, al no considerar la reducción del consumo de agua, la DBO de la calidad de agua entrante será del orden de 120 mg/l.

(3) Calidad del agua entrante en la planta de tratamiento de aguas residuales, calidad del agua descargada y tasa de remoción

La tabla 2.1.1 presenta la calidad de agua entrante en la PTAR de Juan Díaz, la calidad de agua descargada y la tasa de remoción. En comparación con la calidad de agua de diseño de DBO 180 mg/l, la calidad de agua entrante presenta un promedio bajo de 119 mg/l y la tasa de remoción media sobre pasa el 87%.

Tabla 2.1.1 Calidad del agua entrante en la planta de tratamiento de aguas residuales, calidad del agua descargada y tasa de remoción

Parámetro	Cantidad de agua entrante media (mg/l)	Calidad de agua descargada media (mg/l)	Tasa de remoción (%)	Norma de la calidad de agua descargada COPANIT35-2000
DBO ₅	119	14	88,2	35mg/l
SS	134	17	87,3	35mg/l
TKN	17,59	2.42	88,4	10mg/l
T-P	2,84	—	—	5mg/l

Fuente : Informe mensual de la PTARde Juan Díaz, julio de 2015 - junio de 2016

2.1.3 Costo de operación y mantenimiento de la PTAR de Juan Díaz

La Fig. 2.1.3 presenta una comparación del costo de operación y mantenimiento por m³ del agua tratada de abril de 2015, febrero y mayo de 2016 de la PTAR de Juan Díaz y una planta japonesa.

Aunque la Fig. 2.1.3 no incluye el costo de personal de la PTAR de Juan Díaz, teniendo en cuenta que es algo más bajo que el costo unitario de tratamiento de agua en Japón y que una planta de tratamiento de aguas residuales de una magnitud similar en Japón da un tratamiento de incineración de lodo residual, dio a entender que el costo unitario de tratamiento es casi similar.

2016/02
Costo de mantenimiento
0,38US\$/m³

Costo fijo (Costo de mano de obra, **contratación de O&M y repuestos**)
Costo de contratación de O&M: 707.193,85US\$/mes (5 101 359m³):
0,14US\$/m³

Costo variable (Productos químicos, Tarifas eléctricas, Transporte de lodos residuales, Tratamiento de lodos residuales 15 US\$, y otros)
Costo por m³ incluyendo energía eléctrica: 0,24 US\$/m³

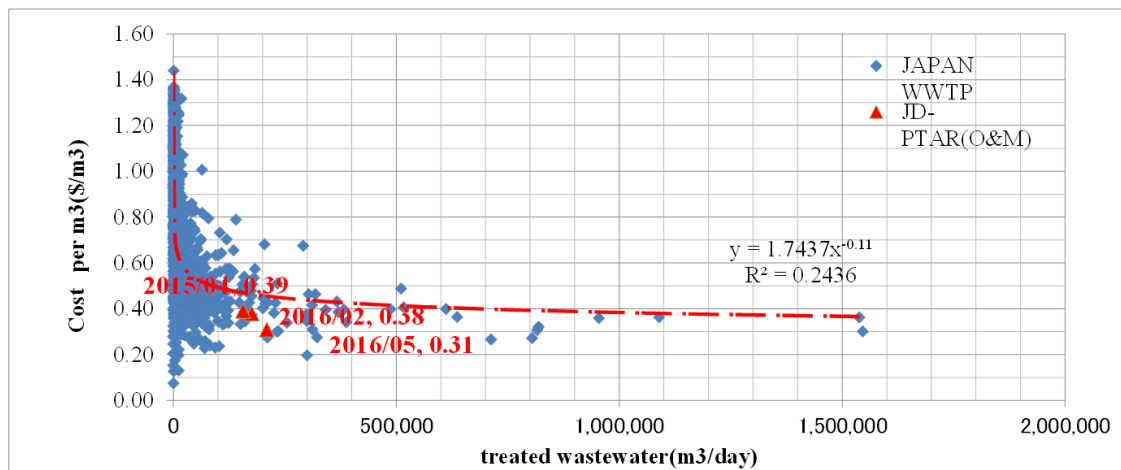


Fig. 2.1.3 Comparación del costo de operación y mantenimiento por m³ de agua tratada

2.1.4 Consumo de energía eléctrica

La tabla 2.1.2 presenta el consumo de energía eléctrica de abril de 2015, febrero y mayo de 2016 de la PTAR de Juan Díaz, la Fig. 2.1.4, una comparación con el consumo de energía eléctrica/m³ de agua tratada en Japón y la Fig. 2.1.5, los detalles del consumo de energía eléctrica según el uso en Japón.

En comparación con una planta de tratamiento de aguas residuales de Japón, la PTAR de Juan Díaz, pese a que el tratamiento de lodo termina en el proceso de deshidratación, el consumo de energía eléctrica es similar al de Japón, por lo que será necesario establecer un futuro costo de operación y mantenimiento teniendo presente la reducción del consumo de energía eléctrica.

Tabla 2.1.2 Consumo de energía eléctrica /m³ en la PTAR de Juan Díaz

	2013	2014	2015	Promedio
Flujo entrante (m ³)	25.065.235	52.435.569	63.545.095	—
Consumo eléctrico (kwh)	9.714.923	18.575.442	20.075.355	—
kwh/m ³	0,39	0,35	0,32	0,34

Fuente : Datos de UCP

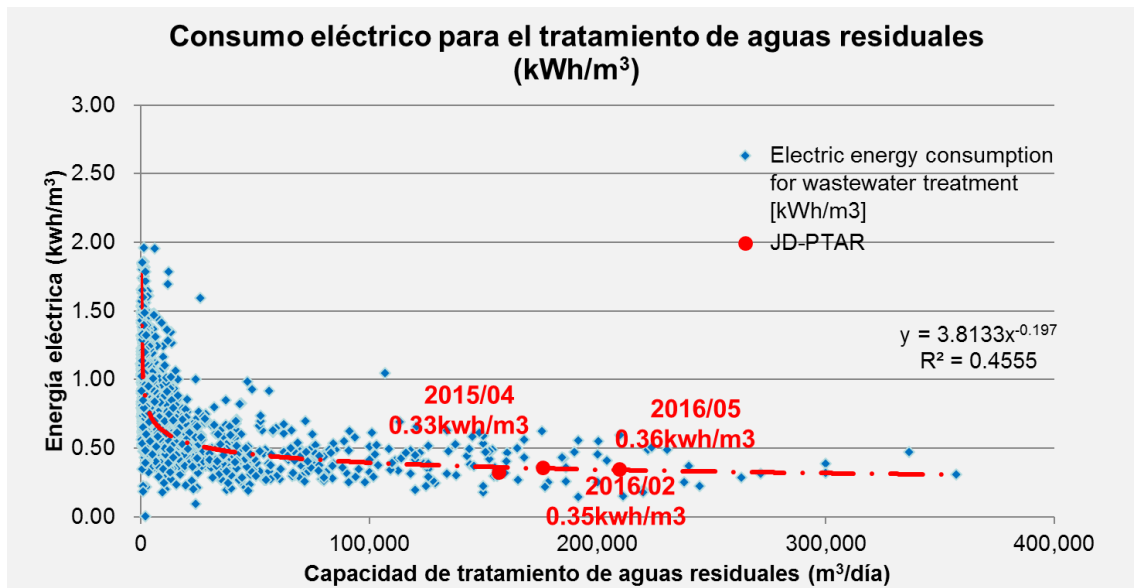


Fig. 2.1.4 Comparación de consumo de energía eléctrica/m³ de agua tratada

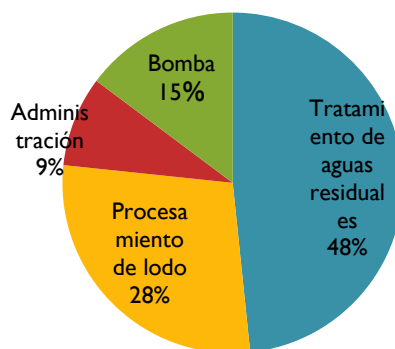


Fig. 2.1.5 Detalle del consumo de energía eléctrica según el uso en una planta de tratamiento de aguas residuales en Japón

El consumo de la energía según el uso en Japón, tal como se muestra en la Fig. 2.1.5, el tratamiento de aguas residuales representa el 48%, el procesamiento de lodo, 28% y principales bombas, el 15%.

Aunque no se conoce el detalle del consumo de energía eléctrica de la PTAR de Juan Díaz, por tener adoptado el método estándar de lodo activado para el procedimiento de tratamiento de aguas residuales, tiene condiciones casi similares a las de Japón y consume una energía eléctrica en el proceso de tratamiento de aguas residuales equivalente a la incineración de lodo en Japón.

【Referencia】

La Fig. 2.1.6 presenta un consumo de energía eléctrica de una planta de tratamiento de aguas residuales de Japón, que tiene adoptado un mismo sistema de tratamiento que la planta Juan Díaz.

(Condiciones) Caudal de aguas residuales tratadas: 100.000~1.000.000 m³/día

- Bombas en la planta: Hay
- Método estándar de lodo activado
- Equipo de desodorización: Hay
- Tratamiento de lodo (condensación→ digestión→ deshidratación)

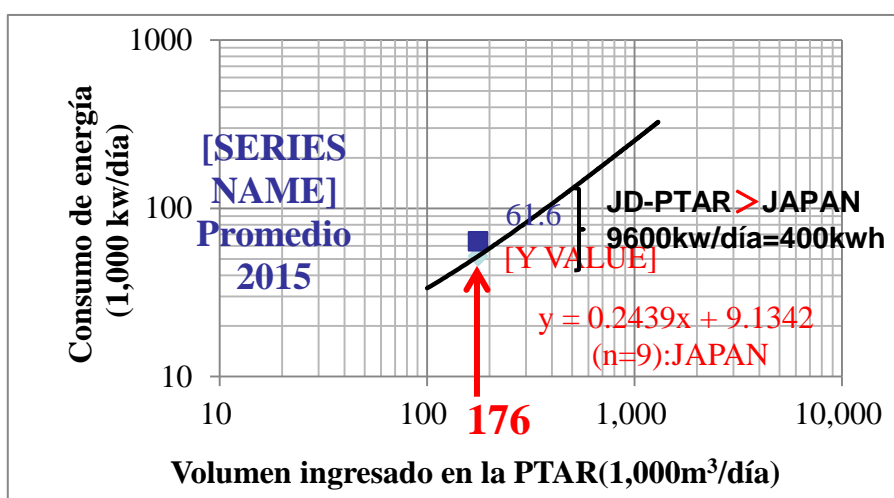


Fig. 2.1.6 Comparación de consumo de energía eléctrica con una planta de tratamiento de aguas residuales de Japón

Tal como se muestra en la Fig. 2.1.6, en relación con una similar planta de tratamiento de aguas residuales de Japón, la planta Juan Díaz consume 400 kwh más de energía eléctrica.

La causa de esto puede ser la muy baja concentración del lodo de retorno de 4.000 mg/l desde el sedimentador final para hacer funcionar MLSS del tanque de aireación con 2.000 mg/l, y si logra un retorno con 6.000 mg/l, el volumen de agua a enviar puede reducirse a la mitad del actual. Por consiguiente, en el pronóstico del futuro se estudiarán 6.000 mg/l como concentración de lodo de retorno.

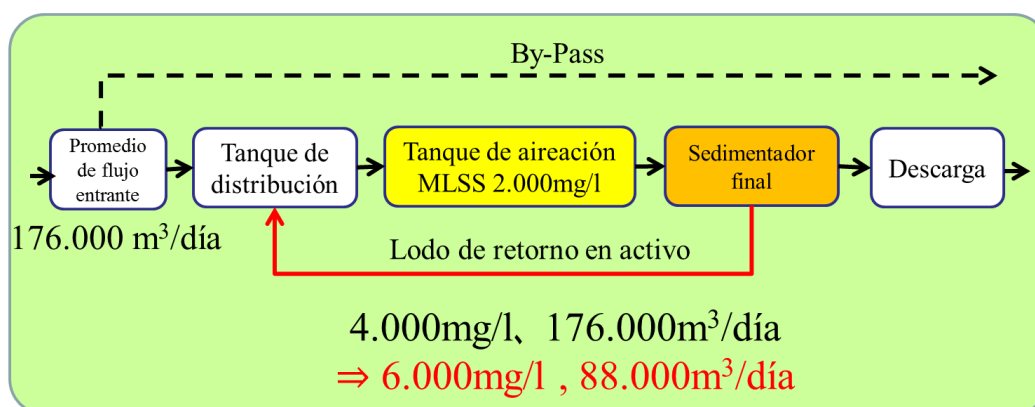


Fig. 2.1.7 Flujograma del tratamiento de aguas residuales en la PTAR de Juan Díaz

2.1.5 Resumen del costo de mantenimiento

(1) Consumo de energía eléctrica y las tarifas unitarias

La tabla 2.1.3 presenta las tarifas eléctricas unitarias/m³ calculadas a partir de las tarifas eléctricas y el flujo entrante entre 2013 y 2015 en la PTAR de Juan Díaz. En la PTAR de Juan Díaz la tarifa eléctrica media/m³ es 0,068US\$/m³ (8 yenes/m³).

Tabla 2.1.3 Tarifas eléctricas/m³ en la PTAR de Juan Díaz

	2013	2014	2015	Promedio
Flujo entrante (m ³)	25.065.235	52.435.569	63.545.095	—
Consumo eléctrico (US\$)	1.793.752	3.386.756	4.450.792	—
US\$/m ³	0,072	0,065	0,070	0,068

Fuente: Datos de UCP

(2) Uso de productos químicos y sus precios unitarios

La tabla 2.1.4 presenta los precios unitarios de uso anual/m³ de polímero, cloro, entre otros, que son principales productos químicos en la planta de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 2.1.4 Uso de productos químicos/m³ y sus precios unitarios/m³ en la PTAR de Juan Díaz

	2013	2014	2015	Promedio
Uso de productos químicos (kg)	—	844.519	953.117	—
Precio de productos	—	742.212	828.911	—

químicos (US\$)				
Kg/m ³	—	0,016	0,015	0,0155
US\$/m ³		0,014	0,013	0,0135

Fuente : Datos de UCP

2.1.6 Tratamiento de lodo

La Fig. 2.1.8 muestra la evolución de la cantidad de lodo deshidratado entre junio de 2013 y febrero de 2016 en la PTAR de Juan Díaz y la tabla 2.1.5, los precios unitarios del tratamiento de lodo. El lodo se deshidrata a una humedad inferior al 75% y se transporta al relleno sanitario de Cerro Patacón para su disposición.

Tabla 2.1.5 Uso de productos químicos/m³ y sus precios unitarios/m³ en la PTAR de Juan Díaz

	2013	2014	2015	Promedio
Lodo deshidratado (t)	4.058	12.334	17.968	—
Precio de tratamiento de lodo (US\$)	81.160	246.680	359.360	—
US\$/t	20	20	20	20

Fuente : Datos de UCP

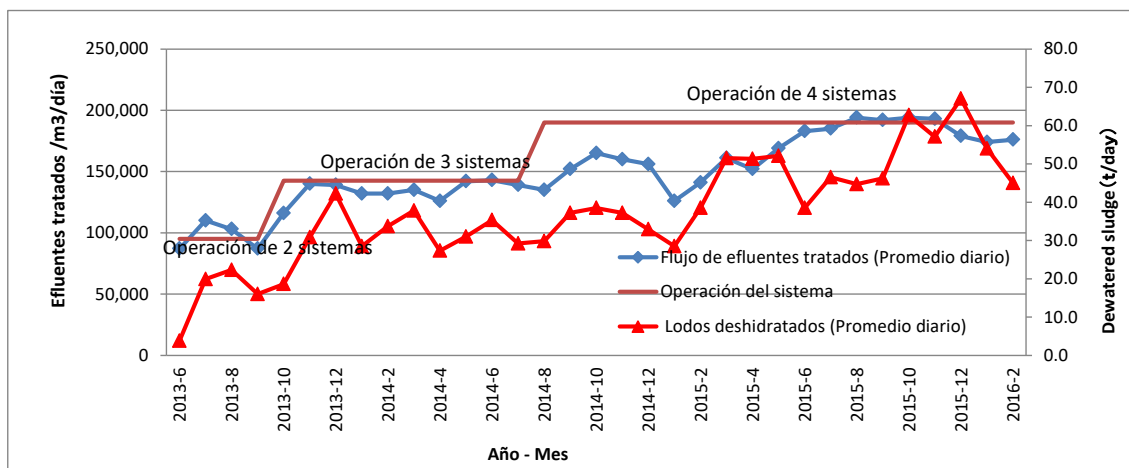


Fig. 2.1.8 Evolución de la cantidad de lodo deshidratado en la PTAR de Juan Díaz

Actualmente el lodo deshidratado se transporte al relleno sanitario de Cerro Patacón y el costo unitario de tratamiento incluyendo el costo de transporte es muy bajo con 20 US\$/t.

2.2 Evaluación de la capacidad de instalaciones actuales

2.2.1 Principales problemas pendientes de la PTAR de Juan Díaz

Ante la elaboración de un plan de renovación, se presentan a continuación los problemas pendientes de la PTAR de Juan Díaz.

Tabla 2.2.1 Principales problemas pendientes de la PTAR de Juan Díaz

Nombre de instalaciones	Problema pendiente
Calidad de agua entrante	<ul style="list-style-type: none">• Sobre la calidad de agua entrante de diseño de DBO 180 mg/l y SS 180 mg/l, las concentraciones actuales son bajas: DBO 126 mg/l y SS 133 mg/l (valores pico mensuales).• Al suponer de la electroconductividad, la concentración de ion cloruro sobrepasa 300 mg/l, lo que da limitaciones en métodos y cantidad de re-uso de agua tratada y de aprovechamiento eficiente de lodo.
Camara modular de reparto	<ul style="list-style-type: none">• Por estar descubierto el ducto de envío de agua desde las estaciones de bombeo de Chanis y de Juan Díaz y bajar el agua mediante un sifón invertido, puede hacer sedimentación de tierra y arena en el tanque (averiguar la necesidad de mezcla).• En caso de que las estaciones de bombeo de Chanis y de Juan Díaz tengan introducido el lodo de tanques sépticos, es posible producir una descarga bypass desde la cámara modular de reparto.
Tanque de aireación	<ul style="list-style-type: none">• El tiempo de retención es 4,7 horas y con la actual calidad de agua entrante se satisfacen las condiciones de descarga, sin embargo, es muy probable no lograrlo con la calidad de agua entrante de la 2ª fase.• De acuerdo con la cantidad del lodo de tanques sépticos y las condiciones de calidad de agua, será necesario una operación con una elevada concentración de MLSS.
Sedimentador final	<ul style="list-style-type: none">• Debido a que es baja la concentración de lodo de retorno: 4.000 mg/l con respecto al valor de diseño de 7.500 mg/l, la cantidad de lodo de retorno se iguala al volumen de agua entrante. Se recomienda aumentar la concentración de lodo de retorno a 6.000 mg/l y reducir la cantidad de lodo de retorno a la mitad del volumen de agua entrante.• Actualmente, la concentración de lodo de retorno de 4.000 mg/l está causando grandes impactos a la operación de las bombas de lodo de retorno y del equipo condensador.
Condensador mecánico	<ul style="list-style-type: none">• Debido a que la concentración del lodo extraído del sedimentador final es baja con 4.000 mg/l, es alta la tasa de operación del equipo condensador con prensa de correa y si no se eleva la concentración del lodo extraído, se hará necesario ampliar el equipo condensador mecánico en la 2ª fase.• La calidad de agua entrante es inferior a la calidad de agua entrante de diseño, por lo que la cantidad del lodo luego de condensado es apenas el 60% del valor de diseño.

Deshidratador de lodo	<ul style="list-style-type: none"> Según las condiciones de diseño de la 2ª fase, puede ser necesario ampliar el equipo deshidratador, pero por el momento la capacidad de deshidratación tiene un margen y no será necesaria la ampliación.
Otros	<ul style="list-style-type: none"> Las instalaciones a construir en la 2ª fase tienen requisitos de calidad de agua entrante más estrictas que los de la 1ª fase, por lo que permite al tanque de aireación a construir tener un margen y una operación de sobrecarga. Aunque el tanque de aireación tenga una operación de sobrecarga, al sedimentador final puede dar una posibilidad de producir una falta de capacidad si el diseño considera sólo la carga de superficie hidráulica.

2.2.2 Evaluación de la capacidad de actuales instalaciones

A continuación, se presenta el cálculo de la capacidad de la PTAR de Juan Díaz. Como condición de la carga del agua entrante, se adopta el valor de 2018, indicado en Términos de referencia de la 2ª fase y se establece una temperatura de agua de 25°C. Según los resultados del análisis de la calidad de agua entrante indicados en la tabla 2.2.2, la carga del agua entrante de 2018 corresponde aproximadamente al 95% del valor de la calidad del agua entrante hasta la fecha.

En caso de adoptar como condición de diseño el valor de la calidad del agua entrante de 2035, indicado en Términos de referencia de la 2ª fase, se hará necesario instalar un sedimentador primario.

【Otras condiciones】

- MLSS en el tanque de aireación: 2.000 mg/l
- Concentración de lodo de retorno: 6.000 mg/l

Tabla 2.2.2 Cantidad de agua entrante en la planta de tratamiento de aguas residuales y las condiciones de la calidad de agua entrante

	2018	2020	2025	2030	2035
Caudales Admitidos en la PTAR					
Qmd m ³ /s	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Qmh m ³ /h	7,92	7,92	7,92	7,92	7,92
Concentración media mg/l					
DBO ₅	163	170	180	190	200
DQO	375	405	434	463	484
SS	155	160	165	170	180
T-N	32	33	35	37	40
T-P	4.2	4.5	5.5	6.5	8.0

Fuente: Términos de referencia: Planta de tratamiento tipo disco de Juan Díaz, 2º módulo

Tabla 2.2.3 Resultados del análisis estadístico de las concentraciones de efluente entrantes a la planta de tratamiento de aguas residuales

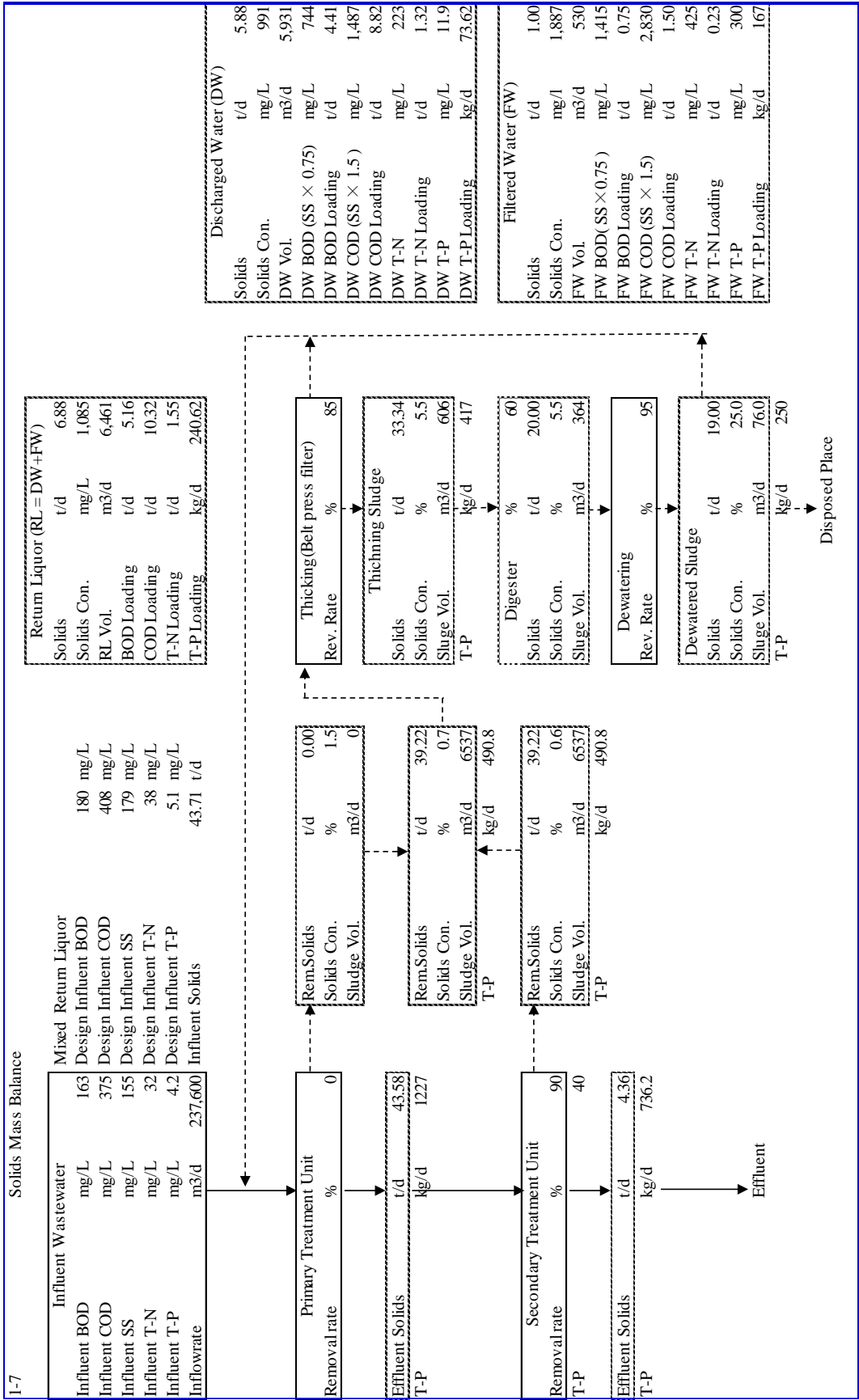
Parámetro	Concentración (mg/l)				Pico (mg/l)	
	Mínima	Media	Máxima	95%	Semanal	Mensual
DBO ₅	30	104	196	163	156	126
DQO	88	240	461	345	360	290
SS	24	110	340	170	165	133
T-N	9	19	38	33	24	20
T-P	1.2	2.9	4.4	3.8	3.6	3.0

Fuente: Términos de referencia: Planta de tratamiento tipo disco de Juan Díaz, 2º módulo

Según los resultados del análisis realizado sobre la base de las condiciones arriba mencionadas, en cuando al tratamiento de aguas residuales, DBO₅ puede cumplir con la condición de descarga suficiente de 35 mg/l, pero no puede eliminar el 80% del nitrógeno. En el futuro, en caso de que la concentración de T-N aumente con la entrada de excrementos, se hará necesario ajustar la operación elevando la concentración de MLSS en el tanque de aireación.

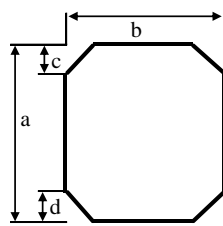
Por otra parte, en el tratamiento de lodo, actualmente la concentración de lodo de retorno es 4.000 mg/l, siendo en el diseño inicial 7.500 mg/l, aunque se establezca ahora con un cálculo una concentración de lodo de retorno de 6.000 mg/l, habrá mucha cantidad de lodo excesivo (lodo concentrado) y actual equipo condensador de prensa de correa presentará una falta de capacidad. Una vez condensado con la prensa de correa, la concentración de SS entrante es más baja que el valor de diseño, por lo que uno de los tres equipos deshidratadores será operable.

Item	Calculation		
1. Design Parameters			
1-1 Outline of Wastewater Treatment Plant			
(1) Area of Plant	35 ha		
(2) Grand Level of Plant	0.0 M		
(3) Type of Collection System	Separate Sewer System		
(4) Water Treatment Process	Conventional Activated Sludge Process		
1-2 Design Flowrate Waste Water			
		First Phase	Second Phase
(1) Average Daily Flowrate	237,600 m ³ /d ←	2.75 m ³ /s	← 5.50 m ³ /s
(2) Maximum Daily Flowrate	237,600 m ³ /d		
(3) Maximum Hourly Flowrate	342,000 m ³ /d ←	3.96 m ³ /s	← 7.92 m ³ /s
1-3 Influent Wastewater Quality Waste Water			
(1) BOD	163 mg/L		
(2) COD	375 mg/L		
(3) SS	155 mg/L		
(4) T-N	32 mg/L		
(5) T-P	4.2 mg/L		
Source: TOR Disc Treatment Plant of Juan Diaz, Second Module 2018			
1-4 Design Influent Wastewater Quality (Based on 1-7 MB)			
(1) BOD	180 mg/L →	180 mg/L	
(2) COD	408 mg/L →	410 mg/L	
(3) SS	179 mg/L →	180 mg/L	
(4) T-N	38 mg/L →	40 mg/L	
(5) T-P	5.1 mg/L →	6 mg/L	
1-5 Removal Efficiency (Total System)			
	Primary Treatment (PRE)	Secondary Treatment (SRE)	Total Treatment (TRE)
(1) BOD	0 %	90 %	90.0 %
(2) COD	0 %	90 %	90.0 %
(3) SS	0 %	90 %	90.0 %
(4) T-N	0 %	84 %	84.0 %
(5) T-P	0 %	40 %	40.0 %
1-6 Effluent Wastewater Quality			
(1) BOD	18 mg/L <	35 mg/L (Effluent Discharge Criteria)	
(2) COD	38 mg/L <	100 mg/L (Effluent Discharge Criteria)	
(3) SS	18 mg/L <	35 mg/L (Effluent Discharge Criteria)	
(4) T-N	7 mg/L <	10 mg/L (Effluent Discharge Criteria)	
(5) T-P	4 mg/L <	5.0 mg/L (Effluent Discharge Criteria)	



Item	Calculation
Sludge Production (Maximum Daily Flowrate)	
1-8 Return Liquor (with Influent Wastewater)	Quantity = 6,461 m ³ /day Quantity (DM)= 244,060 m ³ /day
1-9 Raw Sludge	Solids = DM×Influent SS×PRE(SS)×10 ⁻⁶ Solids = 244,060 m ³ /d × 180 mg/L × 0 % × 10 ⁻⁶ = 0.00 ds-t/d Solid Concentration = 1.5 % Sludge = Solids ÷ Solids Concentration×10 ² Sludge = 0.00 t/d ÷ 1.5 % × 10 ² Sludge(OUT) = 0 m ³ /d
1-9 Waste Activated Sludge	Influent Reactor Solids = DM×Influent SS×10 ⁻⁶ —Raw Sludge = 43.93 ds-t/d Solids = Influent Reactor Solids×SRE(SS) Solids = 43.93 ds-t/d × 90 % = 39.54 ds-t/d Solid Concentration = 0.6 % Sludge = Solids ÷ Solids Concentration×10 ² Sludge = 39.54 t/d ÷ 0.6 % × 10 ² Sludge(OUT) = 6,590 m ³ /d
1-10 Thickening (Beltpress filter)	Solids (IN) = 39.54 ds-t/d Solids(OUT) = WAS × Recovery Rate×10 ⁻² Solids (OUT) = 39.54 t/d × 85 % × 10 ⁻² = 33.61 ds-t/d Recovery Rate = 85 % Sludge(OUT) = Solids ÷ Solids Concentration×10 ² Sludge(OUT) = 33.61 t/d ÷ 5.5 % × 10 ² Solid Concentration = 5.5 % Sludge(OUT) = 612 m ³ /d
1-11 Digester	Solids (IN) = 33.61 ds-t/d Solids(OUT) = WAS × Recovery Rate×10 ⁻² Solids (OUT) = 33.61 t/d × 60 % × 10 ⁻² = 20.17 ds-t/d Digester Efficency = 60 % Sludge(OUT) = Solids ÷ Solids Concentration×10 ² Sludge(OUT) = 20.17 t/d ÷ 5.5 % × 10 ² Solid Concentration = 5.5 % Sludge(OUT) = 367 m ³ /d
1-12 Dewatering	Solids (IN) = 20.17 ds-t/d Solids(OUT) = WAS × Recovery Rate×10 ⁻² Solids (OUT) = 20.17 t/d × 95 % × 10 ⁻² = 19.17 ds-t/d Recovery Rate = 95 % Sludge(OUT) = Solids ÷ Solids Concentration×10 ² Sludge(OUT) = 19.17 t/d ÷ 25 % × 10 ² Solid Concentration = 25 % Sludge(OUT) = 76.7 m ³ /d

Item	Calculation												
2. Primary Sedimentation Tank													
2-1 Basin Volume													
Design Flowrate													
Maximum Daily Flowrate	= 237,600 m ³ /d												
Maximum hourly Flowrate	= 342,000 m ³ /d												
Temperature for design	= 25 °C : Lowest water temperature in monthly average												
Design overflow rate (For Maximum Daily Flowrate)	= 50 m ³ /m ² /d												
Required Area for settling	= 237,600 ÷ 50 = 4,752 m ²												
No. of basin	= 0 basins												
Required Area for one settling basin	= 4,752 ÷ 0 = #DIV/0! m ²												
Width	= 4.0 m (Standard : 3.0 ~ 4.0, Maximum 5.0m)												
Length	= 16.5 m > 12.0 m (Width × 3)												
Effective Area	= 4.0 m × 16.5 m × 0 = 0 m ²												
Depth of basin	= 3.5 m (Standard : 2.5 ~ 4.0)												
Overflow rate													
Maximum Daily Flowrate	= 237,600 m ³ /d ÷ 0 m ²												
	= #DIV/0! m ³ /m ² /d												
Settling Time	= (0 × 3.5 × 24) ÷ 237,600												
	= 0 hrs												
Weir Loading rate	= 250 m ³ /m/d												
	= 237,600 ÷ 250 ÷ 0 = #DIV/0! m ³ /basin												
Sludge Pump Capacity	= 463 m ³ /d = 0.32 m ³ /min												
2-2 Effluent Wastewater Quality													
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 20%;">Influent (mg/L)</th> <th style="width: 20%;">Removal Efficiency (%)</th> <th style="width: 30%;">Effluent (mg/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BOD</td> <td>180</td> <td>0</td> <td>180</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>180</td> <td>0</td> <td>180</td> </tr> </tbody> </table>		Influent (mg/L)	Removal Efficiency (%)	Effluent (mg/L)	BOD	180	0	180	SS	180	0	180
	Influent (mg/L)	Removal Efficiency (%)	Effluent (mg/L)										
BOD	180	0	180										
SS	180	0	180										

Item	Calculation																				
3. Reactor																					
3-1 Reactor Volume																					
Design Flowrate																					
Maximum Daily Flowrate	= 237,600 m ³ /d																				
Maximum hourly Flowrate	= 342,000 m ³ /d																				
Hydraulic Detention Time (For Maximum Daily Flowrate)	= 4.7 hours																				
MLSS	= 2,000 mg/L (1,500~2,000mg/L)																				
Req. Volume	= 237,600 m ³ /d ÷ 4.7 hrs ÷ 24 = 46,530 m ³																				
Number of Reactor	= 4 Reactors																				
One reactor Volume	= 46,530 ÷ 4 = 11640 m ³																				
Water Depth	a = 6.7 m																				
Width	b = 15.0 m																				
Height in Upside Corner	c = 0.0 m																				
Height in Downside Corner	d = 1.0 m																				
Req. Total Length	= 11,640 m ³ ÷ (6.7 m × 15.0 m - 0.0 × 0.0 m - 1.0 × 1.0 m) = 117.0 m → 117.0 m																				
																					
3-2 Effluent Wastewater Quality	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Influent (mg/L)</th> <th>Removal Efficiency (%)</th> <th>Effluent (mg/L)</th> <th>Discharge Criteria (mg/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BOD</td> <td>180</td> <td>90</td> <td>18.0</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>180</td> <td>90</td> <td>18.0</td> <td>35</td> </tr> </tbody> </table> <p>※: Soluble BOD = 85 mg/L (assumed to be half of Influent BOD)</p>		Influent (mg/L)	Removal Efficiency (%)	Effluent (mg/L)	Discharge Criteria (mg/L)	BOD	180	90	18.0	35	SS	180	90	18.0	35					
	Influent (mg/L)	Removal Efficiency (%)	Effluent (mg/L)	Discharge Criteria (mg/L)																	
BOD	180	90	18.0	35																	
SS	180	90	18.0	35																	
3-3 Partition of Reactor																					
(1) Partition Proportion	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1st Cell</th> <th>2nd Cell</th> <th>3rd Cell</th> <th>4th Cell</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Case A</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Case B</td> <td>0.50</td> <td>2.00</td> <td>0.50</td> <td>2.00</td> </tr> </tbody> </table>		1st Cell	2nd Cell	3rd Cell	4th Cell	Case A	1.00	1.00	1.00	1.00	Case B	0.50	2.00	0.50	2.00					
	1st Cell	2nd Cell	3rd Cell	4th Cell																	
Case A	1.00	1.00	1.00	1.00																	
Case B	0.50	2.00	0.50	2.00																	
(2) Operating Condition	Condition1 : Conventional Operation Condition2 : Bulking Measures Operation Condition3 : Nitrification and Denitrification Operation																				
(3) Cell Conditions	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1st Cell</th> <th>2nd Cell</th> <th>3rd Cell</th> <th>4th Cell</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Condition1</td> <td>Aerobic</td> <td>Aerobic</td> <td>Aerobic</td> <td>Aerobic</td> </tr> <tr> <td>Condition2</td> <td>Anaerobic</td> <td>Aerobic</td> <td>Aerobic</td> <td>Aerobic</td> </tr> <tr> <td>Condition3</td> <td>Anoxic</td> <td>Aerobic</td> <td>Anoxic</td> <td>Aerobic</td> </tr> </tbody> </table>		1st Cell	2nd Cell	3rd Cell	4th Cell	Condition1	Aerobic	Aerobic	Aerobic	Aerobic	Condition2	Anaerobic	Aerobic	Aerobic	Aerobic	Condition3	Anoxic	Aerobic	Anoxic	Aerobic
	1st Cell	2nd Cell	3rd Cell	4th Cell																	
Condition1	Aerobic	Aerobic	Aerobic	Aerobic																	
Condition2	Anaerobic	Aerobic	Aerobic	Aerobic																	
Condition3	Anoxic	Aerobic	Anoxic	Aerobic																	

Item	Calculation																																																												
(4) Design Operating Pattern	<p>Operating pattern is set for the partition and conditions as follows.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pattern</th> <th>Partition</th> <th>Condition</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A-1</td> <td>CaseA</td> <td>Condition1</td> <td>→ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">1</td></tr><tr><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td></tr></table> →</td> </tr> <tr> <td>A-2</td> <td>CaseA</td> <td>Condition2</td> <td>→ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td></tr></table> →</td> </tr> <tr> <td>A-3</td> <td>CaseA</td> <td>Condition3</td> <td>→ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">O</td></tr></table> →</td> </tr> <tr> <td>B-1</td> <td>CaseB</td> <td>Condition1</td> <td>→ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">0.5</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">0.5</td><td style="text-align: center;">2</td></tr><tr><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td></tr></table> →</td> </tr> <tr> <td>B-2</td> <td>CaseB</td> <td>Condition2</td> <td>→ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td></tr></table> →</td> </tr> <tr> <td>B-3</td> <td>CaseB</td> <td>Condition3</td> <td>→ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">O</td></tr></table> →</td> </tr> </tbody> </table>	Pattern	Partition	Condition		A-1	CaseA	Condition1	→ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">1</td></tr><tr><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td></tr></table> →	1	1	1	1	O	O	O	O	A-2	CaseA	Condition2	→ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td></tr></table> →	A	O	O	O	A-3	CaseA	Condition3	→ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">O</td></tr></table> →	A	O	A	O	B-1	CaseB	Condition1	→ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">0.5</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">0.5</td><td style="text-align: center;">2</td></tr><tr><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td></tr></table> →	0.5	2	0.5	2	O	O	O	O	B-2	CaseB	Condition2	→ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td></tr></table> →	A	O	O	O	B-3	CaseB	Condition3	→ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">O</td></tr></table> →	A	O	A	O
Pattern	Partition	Condition																																																											
A-1	CaseA	Condition1	→ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">1</td></tr><tr><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td></tr></table> →	1	1	1	1	O	O	O	O																																																		
1	1	1	1																																																										
O	O	O	O																																																										
A-2	CaseA	Condition2	→ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td></tr></table> →	A	O	O	O																																																						
A	O	O	O																																																										
A-3	CaseA	Condition3	→ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">O</td></tr></table> →	A	O	A	O																																																						
A	O	A	O																																																										
B-1	CaseB	Condition1	→ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">0.5</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">0.5</td><td style="text-align: center;">2</td></tr><tr><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td></tr></table> →	0.5	2	0.5	2	O	O	O	O																																																		
0.5	2	0.5	2																																																										
O	O	O	O																																																										
B-2	CaseB	Condition2	→ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">O</td></tr></table> →	A	O	O	O																																																						
A	O	O	O																																																										
B-3	CaseB	Condition3	→ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">O</td><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">O</td></tr></table> →	A	O	A	O																																																						
A	O	A	O																																																										
(5) Activated Sludge Volume Ratio in Aerobic Conditions	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A-1</th> <th>A-2</th> <th>A-3</th> <th>B-1</th> <th>B-2</th> <th>B-3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Step Feeding Ratio (r1)</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>Return Sludge Volume Ratio</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>MLSS (Return Sludge : mg/L)</td> <td>6,000</td> <td>6,000</td> <td>6,000</td> <td>6,000</td> <td>6,000</td> <td>6,000</td> </tr> <tr> <td>MLSS (Reactor 1 and 2 : mg/L)</td> <td>2,000</td> <td>2,000</td> <td>2,000</td> <td>2,000</td> <td>2,000</td> <td>2,000</td> </tr> <tr> <td>MLSS (Reactor 3 and 4 : mg/L)</td> <td>2,000</td> <td>2,000</td> <td>2,000</td> <td>2,000</td> <td>2,000</td> <td>2,000</td> </tr> <tr> <td>Volume Ratio of Aerobic Tank※</td> <td>1.000</td> <td>0.750</td> <td>0.500</td> <td>1.000</td> <td>0.900</td> <td>0.800</td> </tr> <tr> <td>Sludge Volume Ratio of Aerobic Tank※</td> <td>1.000</td> <td>0.750</td> <td>0.625</td> <td>1.000</td> <td>0.900</td> <td>0.800</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ : Volume ratio and Sludge volume ratio are the ratio of A-1.</p>		A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	Step Feeding Ratio (r1)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	Return Sludge Volume Ratio	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	MLSS (Return Sludge : mg/L)	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	MLSS (Reactor 1 and 2 : mg/L)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	MLSS (Reactor 3 and 4 : mg/L)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	Volume Ratio of Aerobic Tank※	1.000	0.750	0.500	1.000	0.900	0.800	Sludge Volume Ratio of Aerobic Tank※	1.000	0.750	0.625	1.000	0.900	0.800				
	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3																																																							
Step Feeding Ratio (r1)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0																																																							
Return Sludge Volume Ratio	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5																																																							
MLSS (Return Sludge : mg/L)	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000																																																							
MLSS (Reactor 1 and 2 : mg/L)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000																																																							
MLSS (Reactor 3 and 4 : mg/L)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000																																																							
Volume Ratio of Aerobic Tank※	1.000	0.750	0.500	1.000	0.900	0.800																																																							
Sludge Volume Ratio of Aerobic Tank※	1.000	0.750	0.625	1.000	0.900	0.800																																																							
(6) ASRT	$\theta_c = \frac{\theta \cdot XA}{a \cdot S_{cs} + b \cdot S_{ss} - c \cdot \theta \cdot XA}$ <p> θ_c ; ASRT (Aerobic Solids Retention Time : d) XA ; MLSS in Reactor Case 1 = 1,500 mg/L Case 2 = 2,000 mg/L S_{cs} ; Influent soluble BOD = 85 mg/L S_{ss} ; Influent SS = 180 mg/L a ; Rate of Sludge conversion from S-BOD = 0.50 gMLSS/gS-BOD (0.4~0.6) *S-BOD : Soluble BOD b ; Rate of Sludge production from SS = 0.95 gMLSS/gSS (0.9~1.0) c ; Decay rate = 0.04 1/d (0.03~0.05) θ ; Aeration time = HRT × Sludge Ratio※ = 0.196 d × Sludge Ratio※ </p> <p>※ : Sludge Ratio is Aerobic Sludge Volume Ratio.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Pattern</th> <th rowspan="2">Sludge Ratio※</th> <th rowspan="2">θ (day)</th> <th colspan="2">θ_c ; ASRT (day)</th> </tr> <tr> <th>Case1 (1,500)</th> <th>Case2 (2,000)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A-1</td> <td>1.000</td> <td>0.196</td> <td>1.46</td> <td>1.99</td> </tr> <tr> <td>A-2</td> <td>0.750</td> <td>0.147</td> <td>1.08</td> <td>1.46</td> </tr> <tr> <td>A-3</td> <td>0.625</td> <td>0.122</td> <td>0.89</td> <td>1.20</td> </tr> <tr> <td>B-1</td> <td>1.000</td> <td>0.196</td> <td>1.46</td> <td>1.99</td> </tr> <tr> <td>B-2</td> <td>0.900</td> <td>0.176</td> <td>1.31</td> <td>1.77</td> </tr> <tr> <td>B-3</td> <td>0.800</td> <td>0.157</td> <td>1.16</td> <td>1.57</td> </tr> </tbody> </table>	Pattern	Sludge Ratio※	θ (day)	θ_c ; ASRT (day)		Case1 (1,500)	Case2 (2,000)	A-1	1.000	0.196	1.46	1.99	A-2	0.750	0.147	1.08	1.46	A-3	0.625	0.122	0.89	1.20	B-1	1.000	0.196	1.46	1.99	B-2	0.900	0.176	1.31	1.77	B-3	0.800	0.157	1.16	1.57																							
Pattern	Sludge Ratio※				θ (day)	θ_c ; ASRT (day)																																																							
		Case1 (1,500)	Case2 (2,000)																																																										
A-1	1.000	0.196	1.46	1.99																																																									
A-2	0.750	0.147	1.08	1.46																																																									
A-3	0.625	0.122	0.89	1.20																																																									
B-1	1.000	0.196	1.46	1.99																																																									
B-2	0.900	0.176	1.31	1.77																																																									
B-3	0.800	0.157	1.16	1.57																																																									

Item	Calculation																																																																																																			
(7) Estimate of BOD in the treated water	<p>C-BOD in the treated water is estimated by the following formula. (In case of MLSS is 1,500mg/L)</p> <table border="1" data-bbox="727 423 1174 573"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Under 15°C</td> <td>13.73</td> <td>$\theta_c^{(-0.554)}$</td> </tr> <tr> <td>15~20°C</td> <td>10.42</td> <td>$\theta_c^{(-0.519)}$</td> </tr> <tr> <td>20~25°C</td> <td>9.75</td> <td>$\theta_c^{(-0.671)}$</td> </tr> <tr> <td>Over 25°C</td> <td>11.54</td> <td>$\theta_c^{(-0.744)}$</td> </tr> </tbody> </table> <p>C-BOD = 11.54 $\theta_c^{(-0.744)}$: Carbonaceous BOD</p> <p>The C-BOD ratio of average value and 95% non-exceedance probability value in Wastewater treatment plant (that uses a conventional activated sludge process) is about 2.2 times in Japanese experience.</p> <table border="1" data-bbox="727 813 1337 1108"> <thead> <tr> <th>Pattern</th> <th>ASRT θ_c (day)</th> <th>C-BOD of treated water (mg/L)</th> <th>95% non-exceedance probability value ($\times 2.2$ mg/L)</th> <th>Discharge Criteria (mg/L)</th> <th>Check</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A-1</td><td>1.46</td><td>8.71</td><td>19.16</td><td>35</td><td>O.K.</td></tr> <tr><td>A-2</td><td>1.08</td><td>10.90</td><td>23.98</td><td>35</td><td>O.K.</td></tr> <tr><td>A-3</td><td>0.89</td><td>12.59</td><td>27.70</td><td>35</td><td>O.K.</td></tr> <tr><td>B-1</td><td>1.46</td><td>8.71</td><td>19.16</td><td>35</td><td>O.K.</td></tr> <tr><td>B-2</td><td>1.31</td><td>9.44</td><td>20.77</td><td>35</td><td>O.K.</td></tr> <tr><td>B-3</td><td>1.16</td><td>10.33</td><td>22.73</td><td>35</td><td>O.K.</td></tr> </tbody> </table> <p>And the C-BOD ratio of average value and maximum value is about 3 times in Japanese experience.</p> <table border="1" data-bbox="727 1223 1337 1487"> <thead> <tr> <th>Pattern</th> <th>ASRT θ_c (day)</th> <th>C-BOD (mg/L)</th> <th>Maximum C-BOD value ($\times 3$ mg/L)</th> <th>Discharge Criteria (mg/L)</th> <th>Check</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A-1</td><td>1.46</td><td>8.71</td><td>26.13</td><td>35</td><td>O.K.</td></tr> <tr><td>A-2</td><td>1.08</td><td>10.90</td><td>32.70</td><td>35</td><td>O.K.</td></tr> <tr><td>A-3</td><td>0.89</td><td>12.59</td><td>37.77</td><td>35</td><td>N.G.</td></tr> <tr><td>B-1</td><td>1.46</td><td>8.71</td><td>26.13</td><td>35</td><td>O.K.</td></tr> <tr><td>B-2</td><td>1.31</td><td>9.44</td><td>28.32</td><td>35</td><td>O.K.</td></tr> <tr><td>B-3</td><td>1.16</td><td>10.33</td><td>30.99</td><td>35</td><td>O.K.</td></tr> </tbody> </table>		A	B	Under 15°C	13.73	$\theta_c^{(-0.554)}$	15~20°C	10.42	$\theta_c^{(-0.519)}$	20~25°C	9.75	$\theta_c^{(-0.671)}$	Over 25°C	11.54	$\theta_c^{(-0.744)}$	Pattern	ASRT θ_c (day)	C-BOD of treated water (mg/L)	95% non-exceedance probability value ($\times 2.2$ mg/L)	Discharge Criteria (mg/L)	Check	A-1	1.46	8.71	19.16	35	O.K.	A-2	1.08	10.90	23.98	35	O.K.	A-3	0.89	12.59	27.70	35	O.K.	B-1	1.46	8.71	19.16	35	O.K.	B-2	1.31	9.44	20.77	35	O.K.	B-3	1.16	10.33	22.73	35	O.K.	Pattern	ASRT θ_c (day)	C-BOD (mg/L)	Maximum C-BOD value ($\times 3$ mg/L)	Discharge Criteria (mg/L)	Check	A-1	1.46	8.71	26.13	35	O.K.	A-2	1.08	10.90	32.70	35	O.K.	A-3	0.89	12.59	37.77	35	N.G.	B-1	1.46	8.71	26.13	35	O.K.	B-2	1.31	9.44	28.32	35	O.K.	B-3	1.16	10.33	30.99	35	O.K.
	A	B																																																																																																		
Under 15°C	13.73	$\theta_c^{(-0.554)}$																																																																																																		
15~20°C	10.42	$\theta_c^{(-0.519)}$																																																																																																		
20~25°C	9.75	$\theta_c^{(-0.671)}$																																																																																																		
Over 25°C	11.54	$\theta_c^{(-0.744)}$																																																																																																		
Pattern	ASRT θ_c (day)	C-BOD of treated water (mg/L)	95% non-exceedance probability value ($\times 2.2$ mg/L)	Discharge Criteria (mg/L)	Check																																																																																															
A-1	1.46	8.71	19.16	35	O.K.																																																																																															
A-2	1.08	10.90	23.98	35	O.K.																																																																																															
A-3	0.89	12.59	27.70	35	O.K.																																																																																															
B-1	1.46	8.71	19.16	35	O.K.																																																																																															
B-2	1.31	9.44	20.77	35	O.K.																																																																																															
B-3	1.16	10.33	22.73	35	O.K.																																																																																															
Pattern	ASRT θ_c (day)	C-BOD (mg/L)	Maximum C-BOD value ($\times 3$ mg/L)	Discharge Criteria (mg/L)	Check																																																																																															
A-1	1.46	8.71	26.13	35	O.K.																																																																																															
A-2	1.08	10.90	32.70	35	O.K.																																																																																															
A-3	0.89	12.59	37.77	35	N.G.																																																																																															
B-1	1.46	8.71	26.13	35	O.K.																																																																																															
B-2	1.31	9.44	28.32	35	O.K.																																																																																															
B-3	1.16	10.33	30.99	35	O.K.																																																																																															
(8) Nitrification reaction	<p>The temperature for nitrification ratio is over 80% is required by the following formula.</p> $T = - \frac{1}{0.0639} \ln \frac{\theta_c}{20.65}$ <p>※ : $\theta_c = 20.65 \exp(-0.0639T)$</p> <table border="1" data-bbox="727 1749 1337 1951"> <thead> <tr> <th>Pattern</th> <th>ASRT : θ_c (day)</th> <th>Required Temp</th> <th>Temp</th> <th>Check</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A-1</td><td>1.99</td><td>36.61</td><td>25</td><td>N.G.</td></tr> <tr><td>A-2</td><td>1.46</td><td>41.46</td><td>25</td><td>N.G.</td></tr> <tr><td>A-3</td><td>1.20</td><td>44.53</td><td>25</td><td>N.G.</td></tr> <tr><td>B-1</td><td>1.99</td><td>36.61</td><td>25</td><td>N.G.</td></tr> <tr><td>B-2</td><td>1.77</td><td>38.45</td><td>25</td><td>N.G.</td></tr> <tr><td>B-3</td><td>1.57</td><td>40.32</td><td>25</td><td>N.G.</td></tr> </tbody> </table> <p>※ : MLSS = 2,000mg/L</p>	Pattern	ASRT : θ_c (day)	Required Temp	Temp	Check	A-1	1.99	36.61	25	N.G.	A-2	1.46	41.46	25	N.G.	A-3	1.20	44.53	25	N.G.	B-1	1.99	36.61	25	N.G.	B-2	1.77	38.45	25	N.G.	B-3	1.57	40.32	25	N.G.																																																																
Pattern	ASRT : θ_c (day)	Required Temp	Temp	Check																																																																																																
A-1	1.99	36.61	25	N.G.																																																																																																
A-2	1.46	41.46	25	N.G.																																																																																																
A-3	1.20	44.53	25	N.G.																																																																																																
B-1	1.99	36.61	25	N.G.																																																																																																
B-2	1.77	38.45	25	N.G.																																																																																																
B-3	1.57	40.32	25	N.G.																																																																																																

Item	Calculation
(9) Size of Reactor	
Process	Conventional Activated Sludge Process
Width	= 15.0 m
Length	= 117.0 m
Water Depth	= 6.7 m
Number of Reactor	= 4 Reactors
Volume	= 11,758 m ³ /reactor > 11640 m ³ OK
3-2 Aerator	
(1) Design Parameters	
Maximum Daily Flowrate	= 237,600 m ³ /d
Influent BOD	= 180 mg/L
Effluent BOD	= 18 mg/L
Influent S-BOD	= 90 mg/L
Influent SS	= 180 mg/L
Influent Kj-N	= 40 mg/L
MLSS	= 2,000 mg/L
HRT	= 4.7 hrs
(2) Organic Loading Rate	
Organic Loading Rate	= $\frac{X_I \times Q}{X_A \times V}$
	V ; Reactor Volume, m ³
	Q ; Maximum Daily Flowrate/Reactor = 237,600 ÷ 4 = 59,400 m ³ /d
	X _I ; Influent BOD = 180 mg/L
	X _A ; MLSS
	= $\frac{180 \times 59,400}{2,000 \times 11,758} = 0.45$ kg/BOD/d/kgMLSS
(3) Oxygen requirement for BOD oxidation OD1	
	= A × (Removed BOD - Denitrified N × K)
	A ; Required O ₂ /Removed BOD = 0.6 kg as O ₂ /kg as BOD
	K ; Consumed BOD by Denitrification = 2.0 kg as BOD/kg as N
	Removed BOD = 0.162 × 237,600 = 38,491 kg as BOD/d
	Denitrified N ; Assuming all nitrified N is denitrified.
	※ Oxygen requirement by denitrification is the margin.
OD1	= 0.6 × (38,491 - 0 × 2.0)
	= 23,095 kg as O ₂ /d

Item	Calculation
(4) Oxygen requirement for Internal respiration OD2	$= B \times V_a \times \text{MLVSS}$ <p> B ; O_2 Volume for internal aspiration $= 0.10$ kg as O_2/kg as MLVSS/d V_a ; Aerobic zone volume Assuming MLVSS/MLSS is 0.8 </p>
OD2	$= 0.10 \times 47,032 \times 2.0 \times 0.8$ $= 7,525 \text{ kg as } \text{O}_2/\text{d}$
(5) Oxygen requirement for nitrification OD3	$= C \times \text{Nitrified N}$ <p> C ; O_2 consumed by nitrification $= 4.57$ kg as O_2/kg as N Nitrified N ; Amount of nitrified nitrogen ; Influent N – Effluent no nitrified N – nitrogen of WAS Influent N ; $0.040 \times 237,600$ $= 9504$ kg as N/d Effluent no-N ; Assuming all N is nitrified Nitrogen of WAS = 0.08 (kg as N/kg as MLSS) $\times Q_w \times X_x$ </p> $Q_w \times X_x = Q_{in} (a \times C_{S-BODin} + b \times C_{ssin} - c \times X_A \times \tau_A) \times 10^{-3}$ <p> $a = 0.50$ gMLSS/gS-BOD $C_{S-BOD} = 90$ mg/L $b = 0.95$ gMLSS/gSS $C = 0.04$ 1/d τ_A ; Aeration time = 0.196 d </p> $Q_w \times X_x = 237,600 \times (0.50 \times 90 + 0.95 \times 180 - 0.04 \times 2,000 \times 0.196) \times 10^{-3}$ $= 47,599 \text{ kg/d}$ <p> Nitrogen of WAS = $0.08 \times 47,599$ $= 3808.0$ kg as N/d </p>
OD3	$= 4.57 \times (9504 - 0 - 3808.0)$ $= 26,031 \text{ kg as } \text{O}_2/\text{d}$
(6) Oxygen requirement in Effluent OD4	$= \text{Oxygen in effluent}$ $= 1.5 \times 237,600 \times 10^{-3}$ $= 356 \text{ kg as } \text{O}_2/\text{d}$
(7) Actual Oxygen Requirement AOR	$= \text{OD}_1 + \text{OD}_2 + \text{OD}_3 + \text{OD}_4$ $= 23,095 + 7,525 + 26,031 + 356$ $= 57,007 \text{ kg as } \text{O}_2/\text{d}$

Item	Calculation
<p>(8) Standard Oxygen Requirement SOR</p> <p style="text-align: right;">SOR</p>	$O_w \times X_v = O_s (a \times C_{s, \text{Dissolved}} + b \times C_{s, \text{Suspended}} - c \times X_A \times \tau_A) \times 10^{-3}$ $= \frac{AOR \times C_{sw}}{1.024^{(t-20)} \times \alpha \times (\beta \times C_s - C_a)} \times \frac{760}{P}$ <p> C_{sw} ; Oxygen saturation concentration in clean water at 20 Celsius = 8.84 mg/L </p> <p> C_a ; Average DO = 1.5 mg/L </p> <p> C_s ; Oxygen saturation concentration in clean water at t Celsius = 8.11 mg/L t = 25 Celsius </p> <p> α ; 0.93 β ; 0.97 P ; 760 (1meter above sea level) </p> <p> = 75,593 kg as O₂/d = 75,593 ÷ 24 hr = 3,149.7 kg as O₂/hr = 3,149.7 ÷ 60 min = 52.5 kg as O₂/min </p> <p>Required Oxygen</p> $= \frac{75,593}{0.18 \times 237,600} = 1.8 \text{ kg as O}_2/\text{kg as BOD}$
<p>(9) Required Air Volume</p>	$G_s = \frac{SOR}{E_p \times \rho \times O_w} \times 100 \times \frac{273 + T_2}{273}$ <p> G_s ; Required Air Volume (m³/d) E_A ; Oxygen Transfer Efficiency (15 %) </p> <p> ρ ; Air Density (1.293 kg/m³N-Air) </p> <p> O_w ; Oxygen Content in Air (0.232 kg-O₂/m³N-Air) </p> $G_s = \frac{75,593}{15 \times 1.293 \times 0.232} \times 100 \times \frac{273 + 25}{273}$ <p> = 1,833,830 m³/d = 1,273 m³/min </p>

Item	Calculation
4. Secondary Sedimentation Tank	$Gs = \frac{SOR}{Ep \times \rho \times Ow} \times 100 \times \frac{273 + T_2}{273 + C_a} \times \frac{760 \times X_A \times \tau_A}{P} \times 10^{-3}$
4-1 Basin Volume	
Design Flowrate	
Maximum Daily Flowrate	= 237,600 m ³ /d
Maximum hourly Flowrate	= 342,000 m ³ /d
Design overflow rate	= 20 m ³ /m ² /d
(For Maximum Daily Flowrate)	
S	= $2.45 \times 10^6 \times T^{0.95} \times X_A^{-1.35} \times [SVI]^{-0.77}$
	T ; Lowest water temperature in monthly average = 25 Celsius
	X _A ; 2,000 mg/L
	[SVI] ; Sludge density index = 300
S	= 22.6 m ³ /m ² /d > 20 m ³ /m ² /d
Required Area for settling	= $237,600 \div 20 = 11,880$ m ²
No. of basin	= 8 basins
Required Area for one settling basin	= $11,880 \div 8 = 1485$ m ²
Diameter	= 43.0 m
Effective Area	= $\frac{43.0}{2} \text{ m} \times \frac{43.0}{2} \text{ m} \times \pi \times 8 = 11,618$ m ²
Depth of basin	= 4.65 m
Overflow rate	
Maximum Daily Flowrate	= $237,600 \text{ m}^3/\text{d} \div 11,618 \text{ m}^2$ = 20.5 m ³ /m ² /d
Maximum hourly Flowrate	= $342,000 \text{ m}^3/\text{d} \div 11,618 \text{ m}^2$ = 29.4 m ³ /m ² /d
Settling Time	= $(\frac{11,618 \times 4.65 \times 24}{237,600})$ = 5.5 hrs
Weir Loading rate	= 230 m ³ /m/d
Required Length of weir	= $237,600 \text{ m}^3/\text{d} \div 8 \div 230 \text{ m}^3/\text{m}/\text{d}$ = 129.1 m/basin

Item	Calculation
5. Sludge Treatment	
5-1 Sludge Thickening(Beltpress filter)	
Solids (IN)	= 39.54 t/d
Solid Concentration	= 0.60 %
Sludge(IN)	= 6,590 m ³ /d
Operation Conditions	24 hrs in one day and 7 days in a week
Req. dewatering capacity	= 6,590 × 7 ÷ 7 ÷ 24
	= 275 m ³ /hour
	Beltpress filter 70 m ³ /h × 3 unit > = 210 m ³ /h
5-2 Sludge Thickening	
	Recovery Rate = 85 %
Solids (IN)	= 33.61 t/d
Solid Concentration	= 5.50 %
Sludge(IN)	= 611 m ³ /d
Sludge Thickening Tank	= 236 m ³ × 2 (φ9m)
	= 472 m ³
5-3 Digester	
Solids (IN)	= 33.61 t/d
Solid Concentration	= 5.50 %
Sludge(IN)	= 611 m ³ /d
	Solids(OUT) = WAS × Recovery Rate × 10 ⁻²
	Solids (OUT) = 33.61 t/d × 60 % × 10 ⁻²
	Digester Efficency = 60 %
	= 20.17 ds-t/d
	Sludge(OUT) = Solids ÷ Solids Concentration × 10 ²
	Sludge(OUT) = 20.17 t/d ÷ 5.5 % × 10 ²
	Solid Concentration = 5.5 %
	Sludge(OUT) = 367 m ³ /d
Digester Tank Volume	= 5,000 m ³ / tank × 2
	= 10,000 m ³
Digestion period	= 10,000 m ³ ÷ ((611 + 367) / 2)
	= 20.4 day
5-4 Sludge Dewatering	
Solids (IN)	= 20.17 t/d
Solid Concentration	= 5.5 %
Sludge(IN)	= 367 m ³ /d
Operation Conditions	24 hrs in one day and 7 days in a week
Req. dewatering capacity	= 367 × 7 ÷ 7 ÷ 24
	= 15 m ³ /hour
Dewatering capacity	15 m ³ /hour × 3 unit

3 Resumen de las condiciones básicas

3.1 Leyes relacionadas

3.1.1 Norma de efluente

La tabla 3.1.1 presenta la norma de la calidad de agua descargada de planta de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 3.1.1 Norma de la calidad de agua descargada COPANIT 35-2000

Parámetro	Unidad	Valor
pH ^{*1}		5,5 – 9,0
DBO ₅ ^{*1}	mg/l	35
SS ^{*1}	mg/l	35
T-N ^{*1}	mg/l	10
NH ₄ ^{*1}	mg/l	3
NO ₃ ^{*1}	mg/l	6
T-P ^{*1}	mg/l	5
Coliformes Fecales ^{*2}	NMP/100 ml	1.000
Grasa ^{*1}	mg/l	20
DQO ^{*1}	mg/l	100
Cloro Residual ^{*2}	mg/l	1,5

*1: Los valores son promedios de las 24 horas.

*2: Los valores son promedios de las muestras mensuales.

3.1.2 Normas de utilización agrícola de lodos residuales

Las normas sobre la reutilización de lodos residuales se encuentran estipuladas en COPANIT-DGNTI47-2000. Según dichas normas, los lodos se clasifican entre la Clase I y la Clase II, conforme al método de tratamiento. A los lodos que pertenecen a la Clase I se aplican la digestión aeróbica, digestión anaeróbica, secado al aire, conversión en abono (compost) o estabilización (ajuste de pH por la adición del compuesto alcalino). A los lodos que corresponden a la Clase II se aplican el compost definido en la Clase I, secado con calefacción, digestión anaeróbica termófila o pasteurización (más de 70 °C durante más de 30 minutos).

Tabla 3.1.2 Tipos de lodos y alcance de aplicación

Tipo	Alcance de aplicación
Conversión de Lodos en Abono (compost)	A) Fertilizante para especies hortícolas B) Viveros para plantas ornamentales C) Aditivos para mejorar las condiciones físicas de suelos D) Fertilizantes para áreas de recreación, tales como parques, campos de golf, etc.
Lodos líquidos (que contienen menos del 25 % de sólidos totales)	Fertilización de empastadas, estabilización de suelos, y aditivos para mejorar las condiciones físicas de suelos, tales como la estabilización de dunas o suelos.
Lodos deshidratados (que contienen al menos el 25 % de sólidos totales)	Estos lodos pueden ser aplicados en cultivo de forrajeras, viveros de plantas ornamentales, como un aditivo para suelos, campos de golf y otras áreas de contacto limitado con seres humanos, siempre que cumplan con los parámetros máximos especificados en las Tablas 2.2 y 2.3.
Lodos secos (que contienen al menos 40 % de sólidos totales)	Estos lodos pueden ser utilizados en aplicaciones agrícolas sin restricción, ya sea como abono o fertilizante en horticultura, cultivos de especies comestibles, plantaciones bananeras, viveros de especies frutales u ornamentales, forrajeras, etc. Se aplican siempre que cumplan con los parámetros máximos especificados en las Tablas 2.2 y 2.3.

Fuente: DGNTI-COPANIT 47-2000

Tabla 3.1.3 Límites Máximos de Metales Pesados y Coliformes Fecales Permitidos para Lodos a Ser Utilizados en Fabricación de Abonos

Parámetro	Límite máximo permitido	Unidades (en base al peso seco)
Arsénico	75	Mg/kg
Cadmio	85	Mg/kg
Cromo	3.000	Mg/kg
Cobre	4.300	Mg/kg
Plomo	840	Mg/kg
Mercurio	57	Mg/kg
Molibdeno	75	Mg/kg
Níquel	420	Mg/kg
Selenio	100	Mg/kg
Zinc	7.500	Mg/kg
Coliformes fecales	2.000	UFC/g
pH	9-12	

Fuente: DGNTI-COPANIT 47-2000

Tabla 3.1.4 Límites Máximos Permitidos de Metales Pesados y Coliformes Fecales para Lodos a Ser Utilizados en Aplicaciones Agrícolas

Parámetro	Límite máximo permitido (Mg/kg)	Ley de Control de Abonos (datos de referencia)	Ley de Medidas contra Contaminación del Suelo (datos de referencia)
Arsénico	40	50	150
Cadmio	40	5	150
Cromo	1.500	500	250
Cobre	1.500	—	—
Plomo	300	100	150
Mercurio	25	2	15
Molibdeno	25	—	—
Níquel	420	300	—
Selenio	50	—	150
Zinc	3.000	—	(120)
Coliformes fecales	2.000 (UFC/gr)	—	—
pH	9-12	—	—

Fuente: DGNTI-COPANIT 47-2000. Los datos de referencia basan a las leyes japonesas.

En la tabla de abajo se muestra la Carga Contaminante Máxima Anual Permitida para Lodos Usados en Agricultura

Tabla 3.1.5 Carga Contaminante Máxima Anual Permitida para Lodos Usados en Agricultura

Contaminante	Carga Máxima Anual Permitida (kg/ha/año)
Arsénico	2,00
Cadmio	1,90
Cromo	0,10
Cobre	75,00
Plomo	15,00
Mercurio	0,85
Molibdeno	0,10
Níquel	21,00
Selenio	5,00
Zinc	140,00

Fuente: DGNTI-COPANIT 47-2000

Tabla 3.1.6 Frecuencia de Muestreo Para Comercialización de Lodos

MONTO DE LODO A SER COMERCIALIZADO (toneladas/año)	FRECUENCIA DE MUESTREO	PARAMETROS
Entre 0 y 300	Una vez al año	Los especificados en
Entre 301 y 1 500	Cada tres meses o cuatro veces al año	Tablas 3.1.3 o 3.1.4
Entre 1 501 y 15000	Una vez cada 60 días	
Mas de 15 000	Una vez por mes	

Fuente: DGNTI-COPANIT 47-2000

Tabla 3.1.7 Frecuencia de Muestro y Tipo de Análisis Para Generadores de Lodos

PARAMETRO	FRECUENCIA DE MUESTREO Y ANALISIS	TIPO DE MUESTRA
Metales Pesados Listados en Tabla 3.1.3 o 3.1.4	un muestreo mensual	Puntual
Coliformes Fecales	una muestra por semana	Muestra compuesta resultante de 12 muestras tomadas del flujo de lodos
PH	una muestra por semana	Ídem
Sólidos Totales	una muestra por semana	Ídem
Sólidos Fijos	una muestra por semana	Ídem
Sólidos Volátiles	una muestra por semana	Ídem

Fuente: DGNTI-COPANIT 47-2000

3.2 Factores del plan

3.2.1 Pronóstico de flujo entrante

(1) Pronóstico de flujo entrante

La Fig. 3.2.1 muestra un pronóstico de flujo entrante según el plan maestro.

La PTAR de Juan Díaz construida con el 1^{er} módulo, está diseñada con una capacidad de tratamiento que atienda a un caudal medio diario de aguas residuales de 2,2 m³/s, a un caudal máximo diario de aguas residuales de 2,75 m³/s y a un caudal máximo horario de aguas residuales de 3,96 m³/s y el flujo entrante ya ha alcanzado a la capacidad instalada. Según el informe mensual de la planta de tratamiento de aguas residuales de febrero de 2016, ante un flujo entrante medio diario de 226.000 m³/día (2,62 m³/s), se dio una descarga media diaria de 174.000 m³/día (2,02 m³/s), y con la suspensión de la operación de un módulo fueron descargadas vía bypass 52.000 m³/día aprox.

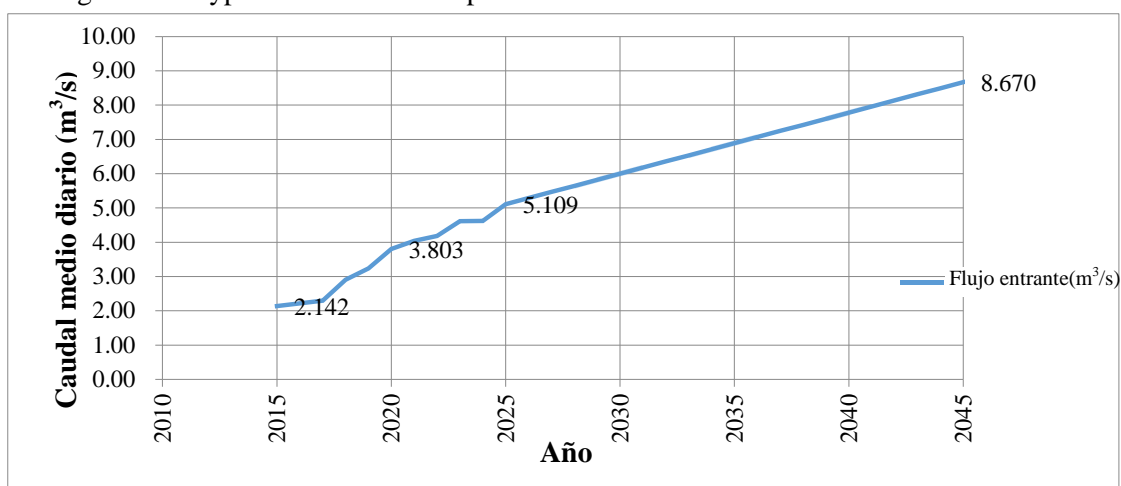


Fig. 3.2.1 Pronóstico de flujo entrante según el plan maestro

Fuente: UPDATED MASTER PLAN

(2) Pronóstico de caudal de aguas residuales tratados

Ante el pronóstico de flujo entrante arriba mencionado, suponiendo que sean 2,02 m³/s la capacidad de tratamiento de aguas residuales en el periodo hasta terminar la obra de construcción de la 2^a fase de la planta de tratamiento de aguas residuales (aquí se consideran 3 años como periodo total de diseño y ejecución a partir de 2017, según los términos de referencia de la 2^a fase), tal como se muestra en la Fig. 3.2.2, al completar la obra de construcción de la 2^a fase, se da la posibilidad de producir una descarga vía bypass de 1.80 m³/s, similar al caudal de agua tratada de 2,02 m³/s, ante el flujo entrante de 3,803 m³/s, por lo que es necesario tratar de no suspender la operación de 1 módulo de la planta de tratamiento durante el periodo de la construcción.

Será necesario un control de operación que atienda al caudal máximo diario de aguas residuales de 2,75 m³/s, que es la capacidad de las instalaciones de tratamiento.

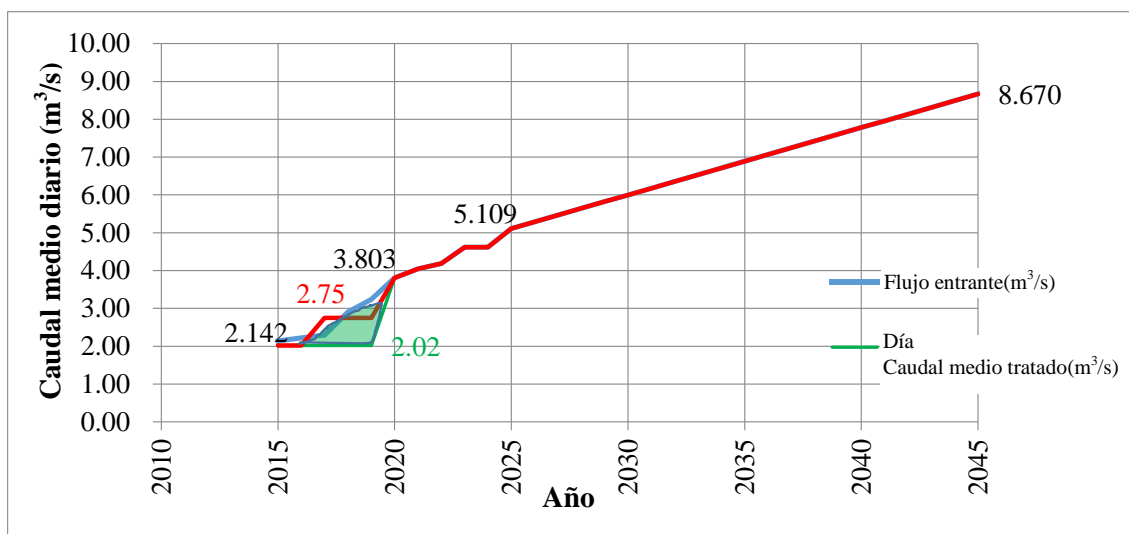


Fig. 3.2.2 Pronóstico de caudal de descarga antes el flujo entrante según el plan maestro

3.2.2 Pronóstico de producción de lodos residuales

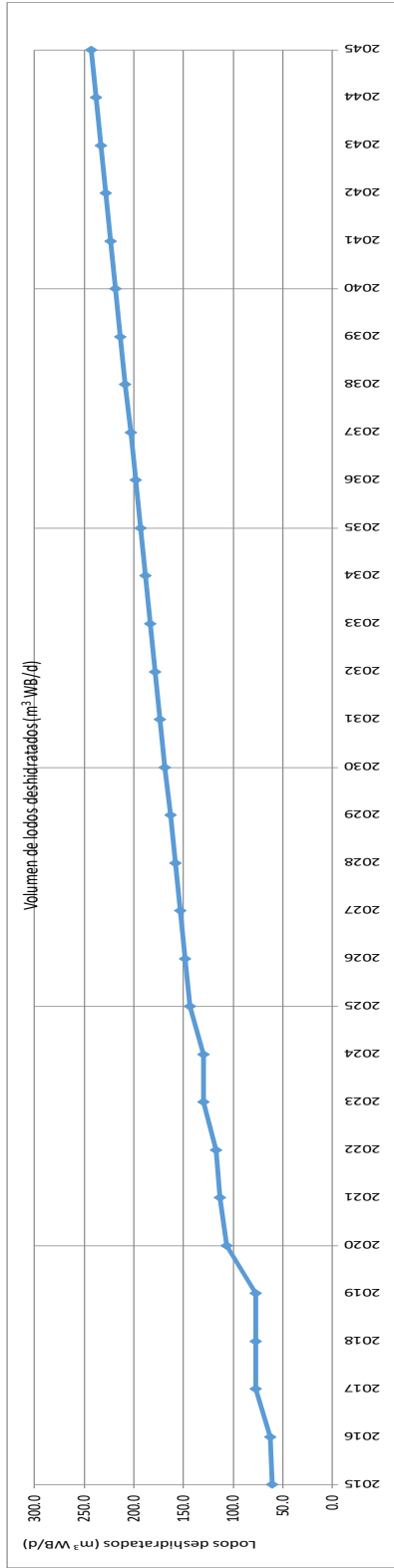
- (i) Se hace cálculo considerando 2,75 m³/s el caudal de agua tratada en 3 años desde 2017.
- (ii) El volumen de lodos excedentes se calcula a partir de la cantidad de eliminación de sólidos en suspensión (SS), por lo que no se considera la conversión en lodos excedentes de la demanda biológica de oxígeno (DBO) ni la autólisis.
- (iii) Volumen de lodos excedentes (cantidad de sólidos DS-t/d) = Cantidad de efluentes tratados previsto × {Concentración de SS según el diseño × Tasa de eliminación en los tanques reactivos} × 10⁻⁶
- (iv) Se considera que la concentración de SS diseño en la PTAR de Juan Díaz es como se indica más abajo. Por otra parte, al diseñar la dimensión de la instalación de tratamiento de lodos, considerando también la influencia de la calidad de agua por la carga del flujo de retorno, se calcula el volumen de lodos generados de acuerdo con la calidad del flujo entrante de diseño. Por lo tanto, se tiene en cuenta la tasa de recuperación de sólidos.
- (v) La concentración de SS diseño en cada planta de tratamiento es tal como se muestra en la Tabla 3.2.1 Por otra parte, al determinar la dimensión de la instalación de tratamiento de lodos, considerando la influencia de la calidad de agua por la carga del flujo de retorno en el 20%, se calcula el volumen de lodos generados de acuerdo con la calidad del flujo entrante de diseño.
- (vi) Se considera que la tasa de eliminación de SS en los tanques reactivos y tanques de sedimentación final es del 88%.

(vii) La densidad de lodos según las condiciones es tal como se indica en la tabla de abajo.

Tabla 3.2.1 Concentración de lodos, etc.

Condición	Valor	Observaciones
Concentración de SS del flujo entrante	125mg/l	Valor promedio en el informe mensual de O&M, febrero de 2016
Concentración de SS del flujo entrante de diseño	150mg/l	Valor promedio $\times 120$ % en el informe mensual de O&M, febrero de 2016
Concentración de SS en la descarga	18mg/l	Valor promedio en el informe mensual de O&M, febrero de 2016 O&M
Tasa de eliminación general de SS	85,6 %	//
Densidad de lodos excedentes	0,6 %	Referencia 2007SAPROF: 0,75 %
Densidad de lodos condensados por espesador	5,5 %	—
Tasa de recuperación de lodos condenados por espesador	95 %	—
Tasa de digestión	60 %	—
Contenido de agua de lodos deshidratados	80 %	Antes de adición de CaO (75 % después de adición)
Tasa de recuperación de lodos deshidratados	95 %	—

La Fig. 3.2.3 muestra un pronóstico de la producción de lodos residuales de acuerdo con el pronóstico de flujo entrante. Según el pronóstico de flujo entrante del plan maestro actualizado, se indica que el flujo entrante de $2,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ($185.000 \text{ m}^3/\text{d}$) en 2015 sobrepasará $3,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ($328.000 \text{ m}^3/\text{d}$) en 2020. Por tanto, aun manteniéndose la actual calidad de agua entrante (SS del flujo entrante = 125 mg/l), se prevé que la actual cantidad de lodos deshidratados de $60 \text{ m}^3/\text{d}$ sobrepasará $100 \text{ m}^3/\text{d}$.



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Flujo medio diario	2140	2217	2275	2315	2350	2380	2405	2425	2440	2450	2455	2455	2450	2440	2425	2405	2380	2350	2315	2275	2217	2140	2045	1930	1800	1660	1510	1350	1190	1030	870
Flujo medio diario	185169	191549	237600	237600	237600	237600	238579	349315	361670	398822	441418	456801	472185	487568	502952	518335	533719	549102	564486	579869	595253	610636	626020	641403	656787	672170	687554	702937	718321	733704	749088
① Cambio medio de flujo (m³/d)	185169	191549	237600	237600	237600	237600	238579	349315	361670	398822	441418	456801	472185	487568	502952	518335	533719	549102	564486	579869	595253	610636	626020	641403	656787	672170	687554	702937	718321	733704	749088
② Sólidos suspendidos (SS) entrantes (mg/l)	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
③ Tasa de eliminación de SS (%)	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%
④ SS saliente (mg/l)	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
⑤ Volumen de lodos de exceso (m³) × (2 × 10 ⁻³) / 100 (L/Ds/d)	24.45	25.28	31.36	31.36	31.36	31.36	43.37	46.11	47.74	52.64	58.27	60.3	62.33	64.36	66.39	68.42	70.45	72.48	74.51	76.54	78.57	80.6	82.63	84.67	86.7	88.73	90.76	92.79	94.82	96.85	98.88
⑥ Concentración de lodos de exceso (%)	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%
⑦ Volumen de lodos de exceso (m³) × 10 ⁻³ / 100 (m³ WB/d)	4070	4210	5330	5330	5330	5330	7230	7690	7960	8700	9700	10080	10390	10700	11010	11320	11630	11940	12250	12560	12870	13180	13490	13800	14110	14420	14730	15040	15350	15660	15970
⑧ Concentración de lodos de exceso (espesamiento por gravedad) (%)	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
⑨ Volumen de lodos de exceso (espesamiento por gravedad) × 10 ⁻³ / 100 (m³ WB/d)	2445	2528	3136	3136	3136	3136	4337	4611	4774	5264	5827	6030	6233	6436	6639	6842	7045	7248	7451	7654	7857	8060	8263	8467	8670	8873	9076	9279	9482	9685	9888
⑩ Tasa de recuperación de SS (%)	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%
⑪ Concentración de lodos de exceso (espesamiento mecánico) (%)	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%
⑫ Volumen de lodos de exceso (m³) × 10 ⁻³ / 100 (m³ WB/d)	422	437	542	542	542	542	746	796	825	900	1006	1042	1077	1112	1147	1182	1217	1252	1287	1322	1357	1392	1427	1462	1498	1533	1568	1603	1638	1673	1708
⑬ Tasa de digestión (%)	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
⑭ Lodos digeridos (m³) × 10 ⁻³ / 100 (m³ WB/d)	253	262	325	325	325	325	449	478	495	545	604	625	646	667	688	709	730	751	772	793	814	835	856	877	899	920	941	962	983	1004	1025
⑮ Tasa de recuperación de SS (%)	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%
⑯ Humedad de lodos de subproductos (C/d)	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%
⑰ Lodos deshidratados (m³) × 100% / 100% × 10 ⁻³ / 100 (m³/d)	60.1	62.2	77.2	77.2	77.2	77.2	106.7	115.5	120.6	128.7	143.4	148.4	153.4	158.4	163.4	168.4	173.4	178.4	183.4	188.4	193.4	198.4	203.4	208.4	213.4	218.4	223.4	228.4	233.4	238.4	243.4

Fig.3.2.3 Pronóstico de volumen de lodos a producir en la PTAR de Juan Díaz

3.3 Otros factores de diseño

De acuerdo con el nivel requerido de calidad del agua descargada, para la calidad de aguas residuales tratadas se adoptarán indicadores de materia orgánica (DBO y DQO). Sobre el método de tratamiento de aguas residuales, teniendo en cuenta la facilidad del uso eficiente de tanque de flujo ascendente de lecho de lodos anaerobios (método UASB), este será en principio, el método estándar.

Los factores de diseño en el diseño de instalaciones se establecen en la tabla 3.3.1.

Tabla 3.3.1 Factores de diseño (método anóxico- aerobio)

Ítem	Unidad	Valor adoptado
Tiempo de retención en el tanque reactor	Hora	4,7
Carga superficial del sedimentador final	m ³ /m ² ·d	20

3.4 Pronóstico de costo de operación y mantenimiento

Se hace un pronóstico de costo de operación y mantenimiento de ahora en adelante de acuerdo con el pronóstico de flujo entrante. Sobre el cambio del convencional sistema de operación y mantenimiento (cálculo del costo fijo) se ha supuesto lo siguiente.

Tabla 3.4.1 Precios inicialmente previstos de la 2ª fase

Ítem	Precio previsto (\$)	Porcentaje
Costo de construcción	146.900.000	46%
Costo de operación y mantenimiento	173.200.000	54%
Total	320.100.000	100%

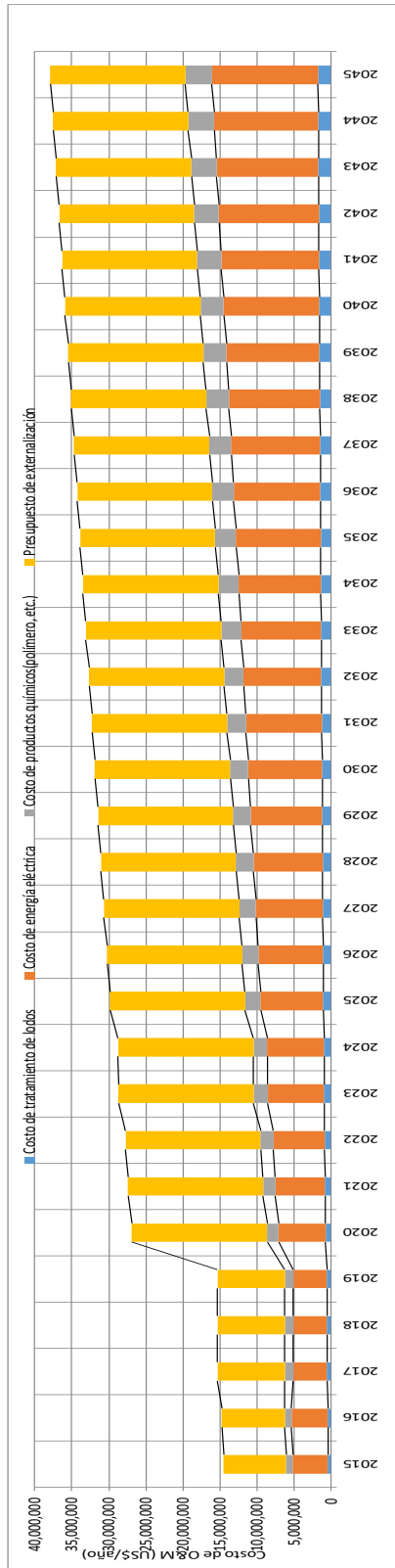
Multiplicando el precio de la oferta adjudicada de \$219.588.888 por el porcentaje arriba descrito, se obtuvo un costo de operación y mantenimiento de \$118.578.000/8 años y considerando el periodo de construcción de 3 años (sólo la 1ª fase) y de 5 años consecutivos (1ª y 2ª fases), se dio;

$$\$118.578.000/13=\$9.121.400/1 \text{ año. Unidad}$$

Además, para los costos variables tales como el costo de energía eléctrica, productos químicos, tratamiento de lodos residuales, consecuentes del aumento del flujo entrante, se han adoptado los valores de 2015, y el consumo eléctrico se analizará suponiendo que sea

posible reducirlo a un nivel similar al de Japón. La Fig. 3.4.1 muestra un pronóstico de costo de operación y mantenimiento de acuerdo con el pronóstico de flujo entrante.

Según la Fig. 3.4.1, en 2020, cuando termine la obra de construcción de la 2ª fase, es posible duplicar el costo de contratación de O&M. Además, actualmente el costo de energía eléctrica representa el 30 % aprox. del costo total de operación y mantenimiento, y al crecer el caudal de aguas tratadas, irá aumentando el costo variable.



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	
Filjo medio diario	unidad	2.142	2.217	2.275	2.316	2.370	2.413	2.456	2.499	2.542	2.585	2.628	2.671	2.714	2.757	2.800	2.843	2.886	2.929	2.972	3.015	3.058	3.101	3.144	3.187	3.230	3.273	3.316	3.359	3.402	3.445	
Filjo medio diario	litros/día	85.069	91.549	97.600	103.320	108.830	114.140	119.250	124.160	128.870	133.380	137.690	141.800	145.710	149.420	152.930	156.240	159.350	162.260	164.970	167.480	169.790	171.900	173.810	175.520	177.030	178.340	179.450	180.260	180.770	181.080	
① Cantidad media de tipo (m³/d)	litros/día	85.069	91.549	97.600	103.320	108.830	114.140	119.250	124.160	128.870	133.380	137.690	141.800	145.710	149.420	152.930	156.240	159.350	162.260	164.970	167.480	169.790	171.900	173.810	175.520	177.030	178.340	179.450	180.260	180.770	181.080	
② Situación suspendida (SS) enemas (mg)	litros/día	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	
③ Tasa de eliminación de SS (%)	%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	
④ SS saliente (mg/d)	litros/día	24.43	25.28	25.90	26.43	26.89	27.28	27.61	27.89	28.13	28.33	28.50	28.64	28.76	28.86	28.94	29.01	29.07	29.12	29.16	29.19	29.21	29.22	29.23	29.24	29.24	29.24	29.24	29.24	29.24	29.24	29.24
⑤ Volumen de lodos de exceso (m³/d)	m³/d	4.070	4.210	4.320	4.410	4.480	4.540	4.590	4.630	4.660	4.690	4.720	4.740	4.760	4.770	4.780	4.790	4.790	4.790	4.790	4.790	4.790	4.790	4.790	4.790	4.790	4.790	4.790	4.790	4.790	4.790	4.790
⑥ Concentración de lodos de exceso (%)	%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	
⑦ Volumen de lodos de exceso (espesamiento por gravedad) (m³/d)	m³/d	2.443	2.528	2.590	2.643	2.689	2.728	2.761	2.789	2.813	2.833	2.850	2.864	2.876	2.886	2.894	2.899	2.901	2.901	2.901	2.901	2.901	2.901	2.901	2.901	2.901	2.901	2.901	2.901	2.901	2.901	2.901
⑧ Tasa de recuperación de SS (%)	%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	
⑨ Concentración de lodos de exceso (espesamiento por gravedad) (m³/d)	m³/d	422	437	449	458	465	470	473	475	476	477	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478
⑩ Volumen de lodos de exceso (m³/d)	m³/d	253	262	269	274	278	281	283	284	285	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286
⑪ Tasa de digestión (m³/d)	m³/d	253	262	269	274	278	281	283	284	285	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286
⑫ Tasa de recuperación de SS (%)	%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%
⑬ Humedad de lodos deshidratados (C.d)	%	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1
Costo de O&M	US\$/año	14.531,70	14.706,49	14.869,88	15.022,87	15.166,56	15.300,05	15.424,44	15.539,83	15.646,22	15.743,61	15.832,00	15.911,39	15.981,78	16.053,17	16.115,56	16.169,95	16.216,34	16.254,73	16.285,12	16.307,51	16.322,90	16.330,29	16.329,68	16.321,07	16.304,46	16.279,85	16.246,24	16.203,63	16.151,02	16.088,41	16.015,80
Presupuesto de externalización	US\$/año	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316	8.486,316
Costo de productos químicos (polímeros, etc.)	US\$/año	878,151	911,389	947,442	985,500	1.025,563	1.067,631	1.111,704	1.158,787	1.208,876	1.261,978	1.318,091	1.377,214	1.439,347	1.504,490	1.572,743	1.644,106	1.718,679	1.796,462	1.877,465	1.961,698	2.049,171	2.139,894	2.233,877	2.331,120	2.431,633	2.535,416	2.642,579	2.753,122	2.867,155	2.984,678	3.105,691
Costo de energía eléctrica	US\$/año	4728,508	4907,490	5053,000	5215,000	5392,500	5585,500	5794,000	6018,000	6258,500	6515,500	6789,000	7079,000	7385,500	7708,500	8049,000	8407,500	8784,000	9178,500	9591,000	10022,500	10473,000	10942,500	11431,000	11938,500	12465,000	13011,500	13579,000	14167,500	14777,000	15408,500	16062,000
Costo de tratamiento de lodos	US\$/año	438,791	453,391	468,791	485,000	502,125	519,163	537,114	556,077	576,052	597,039	619,040	642,055	666,084	691,127	717,184	744,254	772,337	801,434	831,545	862,670	894,809	928,062	962,429	997,910	1034,505	1072,214	1111,037	1151,074	1192,325	1234,790	1278,460

Fig.3.4.1 Pronóstico de costo de operación y mantenimiento de la PTAR de Juan Díaz

4 Plan de renovación de instalaciones de tratamiento

4.1 Lineamiento básico

4.1.1 Concepto de plan de renovación

De acuerdo con el diagnóstico y los problemas pendientes de la planta de tratamiento de aguas residuales, el plan de renovación de la planta se resume bajo el siguiente lineamiento.

4.1.1.1 Concepto de tratamiento de aguas residuales

- (i) Analizar métodos de operación y renovación de instalaciones de tratamiento de aguas residuales y de lodos residuales, conforme al pronóstico de flujo entrante y producción de lodos residuales.
- (ii) La renovación de maquinaria y equipos será analizada basándose en la vida útil adoptada en Japón (Solador: 20 años y otras máquinas: 15 años).
- (iii) Para la PTAR de Juan Díaz, el análisis se hará considerando que en 2020 habrá terminado la construcción de la 2ª fase.
- (iv) En caso de que se suspenda la operación de un módulo de tratamiento en la PTAR de Juan Díaz, en relación con el caudal enviado de la estación de bombeo Chanis, el caudal tratado es inferior (Caudal máximo enviado en febrero de 2016: 260.993 m³/día = 3,02 m³/s, caudal máximo tratado: 191.950 m³/día = 2,22 m³/s), lo que produce una descarga vía bypass. Por consiguiente, se planea que no se suspendan los módulos de tratamiento durante el periodo de la construcción y se dé una operación que atienda al caudal máximo diario de 2,75 m³/s.
- (v) En caso de deteriorarse la calidad de aguas residuales tratadas por introducir lodos del tanque séptico, se controlará la concentración de MLSS en el tanque de aireación para cumplir con la norma de la calidad de agua descargada (atender al nivel de calidad de flujo entrante de diseño de la 1ª fase).
- (vi) Debido a que la concentración de los lodos extraídos del sedimentador final es baja (actualmente 4.000 mg/l), es necesario mejorar dicha concentración. Una medida de solución puede ser la instalación de una valla de piquetes sobre los rastrillos (si lo permite la condición de carga).

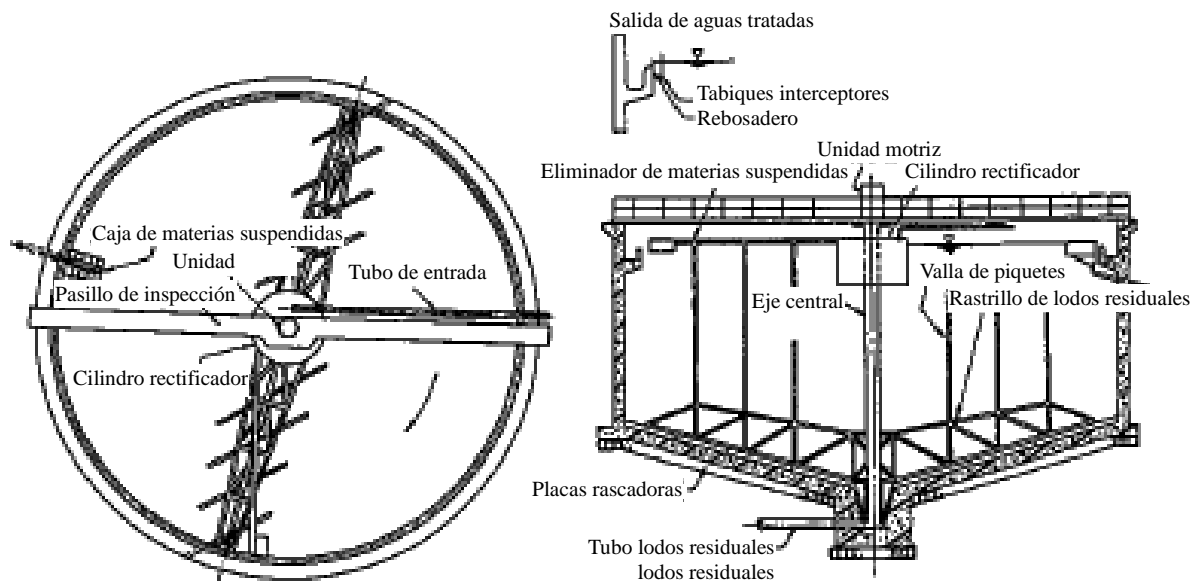


Fig.4.1.1 Ejemplo de la instalación de valla de piquetes en un sedimentador final

4.1.1.2 Concepto de tratamiento de lodos residuales

- (i) De acuerdo con el pronóstico de la cantidad de lodos residuales a producir, se determinará la magnitud de las instalaciones suponiendo una operación continua de las 24 horas de la condensación y deshidratación mecánica de los lodos residuales y teniendo en cuenta la cantidad de lodos para la siguiente renovación.
- (ii) Considerando el aumento de la cantidad de lodos residuales a transportar al relleno, se hará un análisis presuponiendo la reducción del peso de lodos residuales (secado) en la PTAR de Juan Díaz.
- (iii) El tanque de digestión de lodos residuales será ampliado conforme a la cantidad de lodos residuales a producir.
- (iv) El actual depósito de gas, hecho de membrana, será ampliado y renovado.
- (v) Actualmente la mitad de los gases producidos de digestión está utilizada en la generación eléctrica con un cogenerador, pero no se considerará la renovación del cogenerador existente y los gases de digestión serán destinados como fuente térmica del secado de lodos residuales.
- (vi) El secado de lodos residuales, según la cantidad de gases producidos de la digestión, logrará hasta un porcentaje de humedad del 55%, lo que reducirá a la mitad el volumen de lodos residuales actualmente producidos.

4.2 Plan de renovación de instalaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales

La tabla 4.2.1 muestra un plan de renovación de la planta de tratamiento de aguas residuales objeto, calculado según las condiciones arriba mencionadas.

Tabla 4.2.1 Plan de renovación de la PTAR de Juan Díaz

	unidad	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	
Flujo medio diario	[m³/s]	2.217	2.75	2.75	2.75	3.803	4.043	4.186	4.616	4.619	5.109	5.287	5.465	5.643	5.821	5.999	6.177	6.355	6.533	6.711	6.890	7.068	7.246	7.424	7.602	7.780	7.958	8.136	8.314	8.492	8.670	
① Cantidad media de flujo (m³/d)		191,549	237,600	237,600	237,600	328,579	349,315	361,670	398,822	399,082	441,418	456,801	472,185	487,568	502,952	518,335	533,719	549,102	564,486	579,869	595,253	610,636	626,020	641,403	656,787	672,170	687,554	702,937	718,321	733,704	749,088	
② Sustancias suspendidas (SS) entrantes (mg/l)	150mg/L	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	
③ Tasa de eliminación de SS (%)		88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	
④ SS saliente (mg/l)		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
⑤ Volumen de lodos de exceso $Q_5 = (Q_1 - Q_4) / 100 \times (t - D_s) / d$		25.28	31.36	31.36	31.36	43.37	46.11	47.74	52.64	52.68	58.27	60.3	62.33	64.36	66.39	68.42	70.45	72.48	74.51	76.54	78.57	80.6	82.63	84.67	86.7	88.73	90.76	92.79	94.82	96.85	98.88	
⑥ Concentración de lodos de exceso (%)	6000mg/l	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	
⑦ Volumen de lodos de exceso $Q_7 = Q_5 / 0.6$ (m³-WB/d)		4.210	5.230	5.230	5.230	7.230	7.690	7.960	8.770	8.780	9.710	10.050	10.390	10.730	11.070	11.410	11.740	12.080	12.420	12.760	13.100	13.440	13.780	14.120	14.460	14.800	15.140	15.480	15.820	16.160	16.500	
⑧ Concentración de lodos de exceso (espesamiento por gravedad) (%)		1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	
⑨ Volumen de lodos de exceso (espesamiento por gravedad) $Q_9 = Q_7 / 0.01$ (m³-WB/d)		2.528	3.136	3.136	3.136	4.337	4.611	4.774	5.264	5.268	5.827	6.030	6.233	6.436	6.639	6.842	7.045	7.248	7.451	7.654	7.857	8.060	8.263	8.467	8.670	8.873	9.076	9.279	9.482	9.685	9.888	
⑩ Tasa de recuperación de SS (%)		95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	
⑪ Concentración de lodos de exceso (espesamiento mecánico) (%)		5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	
⑫ Volumen de lodos de exceso $Q_{12} = Q_9 / 0.055$ (m³-WB/d)		437	542	542	542	749	796	825	909	910	1,006	1,042	1,077	1,112	1,147	1,182	1,217	1,252	1,287	1,322	1,357	1,392	1,427	1,462	1,498	1,533	1,568	1,603	1,638	1,673	1,708	
⑬ Tasa de digestión (%)		60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	
⑭ Lodos digeridos $Q_{14} = Q_{12} \times 0.6$ (m³-WB/d)		262	325	325	325	449	478	495	545	546	604	625	646	667	688	709	730	751	772	793	814	835	856	877	899	920	941	962	983	1,004	1,025	
⑮ Tasa de recuperación de SS (%)		95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	
⑯ Humedad de lodos deshidratados (CaO)		78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	
⑰ Lodos deshidratados $Q_{17} = Q_{14} / (100 - 78) \times 100 \times 0.01 \times 0.01$ (m³/d)		62.2	77.2	77.2	77.2	106.7	113.5	117.5	129.6	129.7	143.4	148.4	153.4	158.4	163.4	168.4	173.4	178.4	183.4	188.4	193.4	198.4	203.4	208.4	213.4	218.4	223.4	228.4	233.4	238.4	243.4	
Rejillas Mecánicas 2013 15años		No.1	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	
Rejillas Mecánicas 2020 15años		No.1	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	
Desarenadores 2013 Soplador:20años		No.1	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	
Desarenadores 2020 Soplador:20años		No.1	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	0.99m³/s	
Tanque de Aireación 2013		No.1	0.6m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	
Tanque de Aireación 2020		No.1	0.6m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s	0.688m³/s
Sopladores 2013 Soplador:20años		No.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Sopladores 2020 Soplador:20años		No.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Agitador :15(10años) 2013		No.1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Agitador :15(10años) 2020		No.1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Sedimentador Final 2013 Raspador de lodos :15años		No.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sedimentador Final 2020 Raspador de lodos :15años		No.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cámara de Bombas de Lodos Residuales 2013 15años		No.1	3(1)	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	
Cámara de Bombas de Lodos Residuales 2020 15años		No.1	3(1)	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	0.6m³/s	
Esposador de Prensa de Correa 2013 15años		No.1	70m³/hr	20(h)hr	16(h)hr	16(h)hr	23(h)hr	18(h)hr	19(h)hr	21(h)hr	23(h)hr	20(h)hr	12(h)hr	14(h)hr	15(h)hr	17(h)hr	18(h)hr	18(h)hr	18(h)hr	18(h)hr	18(h)hr	18(h)hr	18(h)hr	18(h)hr	18(h)hr	18(h)hr	18(h)hr	18(h)hr	18(h)hr	18(h)hr	18(h)hr	18(h)hr
Tanque de digestión 35años		No.1	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	5,000(m³)	
Deshidratador centrifugo 2013 15años		No.1	15m³/hr	5(h)hr	7(h)hr	7(h)hr	10(h)hr	10(h)hr	11(h)hr	12(h)hr	12(h)hr	13(h)hr	13(h)hr	14(h)hr	15(h)hr	15(h)hr	16(h)hr	16(h)hr														

5 Plan financiero

5.1 Costo de renovación

Se presenta a continuación los costos de renovación por año según el Plan de Renovación de la PTAR.

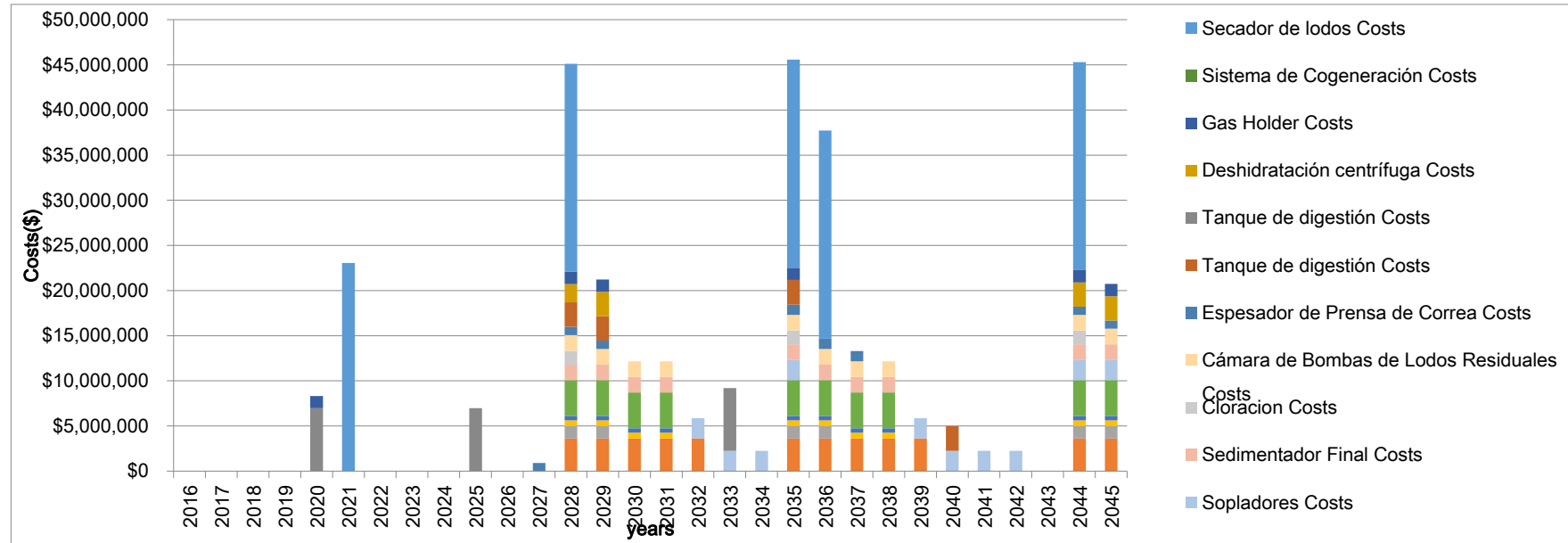


Tabla 5.1.1 Costo del proyecto de renovación por año según el Plan de Renovación

Los equipos mecánicos y eléctricos tienen una vida útil de aproximadamente 15 años, por lo tanto los costos de renovación se repite con un ciclo de 15 años. El Plan de Renovación tenía planeado invertir un secador de lodos (100m³/día) en 2021 y el segundo secador de lodos en 2028 el mismo año cuando el co-generador actual llega al fin de su vida útil (15 años). Sin embargo, como se muestra en la Tabla 5.1.1, si el costo de inversión del secador de lodos combina con el período de renovación de los demás equipos mecánicos y eléctricos, produce un pico en los costos de renovación anual. Por lo tanto, se elabora un plan que toma en cuenta la nivelación de los costos de inversión del secador de lodos.

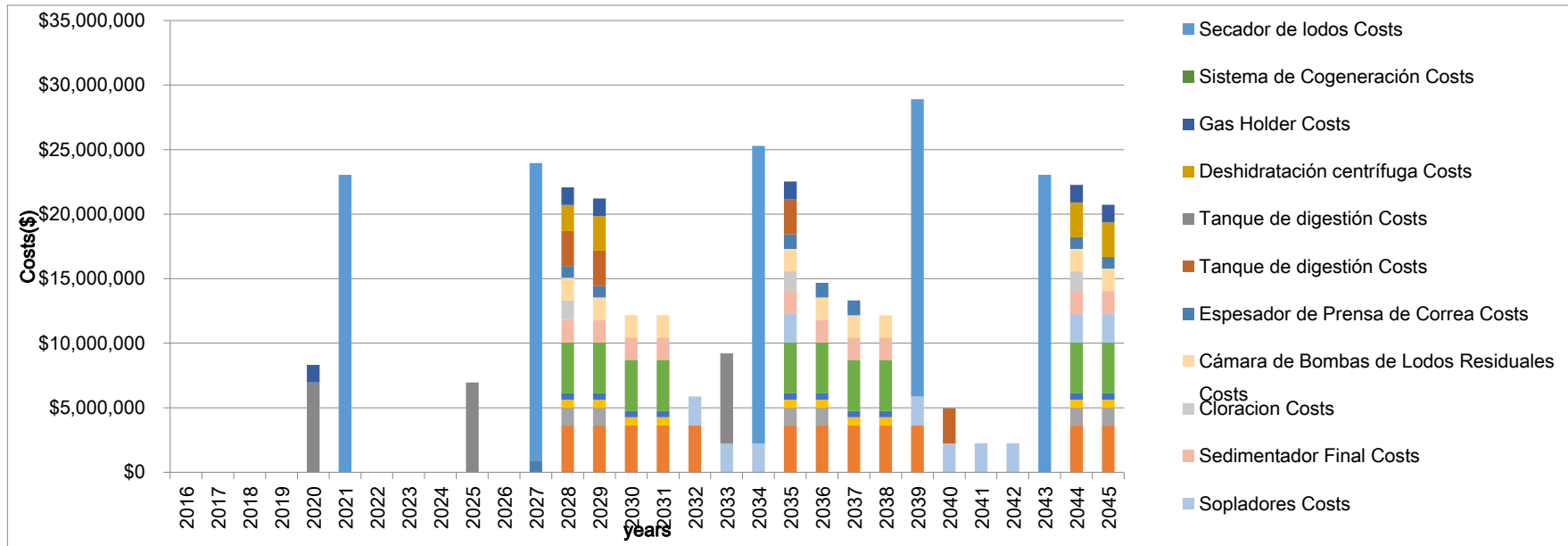


Tabla 5.1.2 Nivelación de los costos de renovación por año según el Plan de Renovación

La Tabla 5.1.2 muestra que es posible nivelar los costos de renovación de la PTAR de Juan Díaz al alrededor de 25 millones de dólares anuales. Sin embargo, estas cifras no incluyen los costos de renovación de los diferentes estaciones de bombeo relacionadas, por lo tanto sería deseable incluir los costos de renovación de cada estación de bombeo en la nivelación de costos.

Tabla 5.1.1 Costo del proyecto de renovación de la PTAR de Juan Día (después de la nivelación)

		unit	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045		
average daily flow		[m3/s]	2.217	2.75	2.75	2.75	3.803	4.043	4.186	4.616	4.619	5.109	5.287	5.465	5.643	5.821	5.999	6.177	6.355	6.533	6.711	6.890	7.068	7.246	7.424	7.602	7.780	7.958	8.136	8.314	8.492	8.670		
average daily flow		[m3/day]	191,549	237,600	237,600	237,600	328,579	349,315	361,670	398,822	399,082	441,418	456,801	472,185	487,568	502,952	518,335	533,719	549,102	564,486	579,869	595,253	610,636	626,020	641,403	656,787	672,170	687,554	702,937	718,321	733,704	749,088		
		Unit	Capacity	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	
Estacion de Bombeo el Tunel en Chanis costs	(\$)	3,621,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,621,000	3,621,000	3,621,000	3,621,000	3,621,000	0	0	3,621,000	3,621,000	3,621,000	3,621,000	3,621,000	0	0	0	0	3,621,000	3,621,000		
Cámara Modular de Reparto Costs	(\$)	1,366,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,366,000	1,366,000	0	0	0	0	0	1,366,000	1,366,000	0	0	0	0	0	0	0	0	1,366,000	1,366,000	
Rejillas Vecanicas Costs	(\$)	635,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	635,000	635,000	635,000	635,000	0	0	0	635,000	635,000	635,000	635,000	0	0	0	0	0	635,000	635,000		
Desarenadores Costs	(\$)	485,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	485,000	485,000	485,000	485,000	0	0	0	485,000	485,000	485,000	485,000	0	0	0	0	0	485,000	485,000		
Tanque de Aireación Costs	(\$)	3,964,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,964,000	3,964,000	3,964,000	3,964,000	0	0	0	3,964,000	3,964,000	3,964,000	3,964,000	0	0	0	0	0	3,964,000	3,964,000		
Sopladores Costs	(\$)	1,794,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					1,794,000	1,794,000	1,794,000	1,794,000				1,794,000	1,794,000	1,794,000	1,794,000	0	1,794,000	1,794,000		
Sedimentador Final Costs	(\$)	1,732,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,732,000	1,732,000	1,732,000	1,732,000	0	0	0	1,732,000	1,732,000	1,732,000	1,732,000	0	0	0	0	0	1,732,000	1,732,000		
Cloracion Costs	(\$)	1,529,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,529,000				0	0	0	1,529,000				0	0	0	0	0	1,529,000			
Cámara de Bombas de Lodos Residuales Costs	(\$)	1,732,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,732,000	1,732,000	1,732,000	1,732,000	0	0	0	1,732,000	1,732,000	1,732,000	1,732,000	0	0	0	0	0	1,732,000	1,732,000		
Espesador de Prensa de Correa Costs	(\$)	532,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	912,000	912,000	912,000	0	0	0	0	0	1,140,000	1,140,000	1,140,000	0	0	0	0	0	0	912,000	912,000		
Tanque de digestión Costs	(\$)	2,726,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,726,000	2,726,000	0	0	0	0	0	2,726,000	0	0	0	0	0	2,726,000	0	0	0	0	0	
Tanque de digestión Costs	(\$)	6,964,000	0	0	0	0	6,964,000	0	0	0	0	6,964,000	0	0	0	0	0	0	0	0	6,964,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deshidratación centrífuga Costs	(\$)	2,014,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,014,000	2,685,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,685,000	2,685,000	
Gas Holder Costs	(\$)	1,359,000	0	0	0	0	1,359,000	0	0	0	0	0	0	0	1,359,000	1,359,000	0	0	0	0	0	1,359,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,359,000	1,359,000	
Sistema de Cogeneración Costs	(\$)	11,712,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Secador de lodos Costs	(\$)	23,045,000	0	0	0	0	0	23,045,000	0	0	0	0	0	23,045,000	0	0	0	0	0	0	0	23,045,000	0	0	0	23,045,000	0	0	0	23,045,000	0	0	0	
Total Costs	(\$)		0	0	0	0	8323000	2.3E+07	0	0	0	6964000	0	2.4E+07	2.2E+07	2.1E+07	1.2E+07	1.2E+07	5415000	8758000	2.5E+07	2.2E+07	1.5E+07	1.3E+07	1.2E+07	2.8E+07	4520000	1794000	1794000	2.3E+07	2.2E+07	2E+07		

✘ Los costos de renovación se calcularon basado en los costos de construcción/instalación de los equipos mecánicos, eléctricos de la PTAR existente de Juan Díaz. Por otro lado, los costos desconocidos, por ejemplo los del secador de lodos, se estimaron basado en la experiencia en Japón.

5.2 Costo de operación y mantenimiento

Se presenta a continuación el costo de operación y mantenimiento basado en la previsión del caudal de entrada. Debido a que el gasto de disposición actual de lodos es bajo, aunque la inversión del secador pueda reducir a la mitad el volumen de lodos para disponer en comparación al lodo deshidratado, el costo anual de operación y mantenimiento (con el secador) incrementaría entre 400,000 y 500,000 dólares.

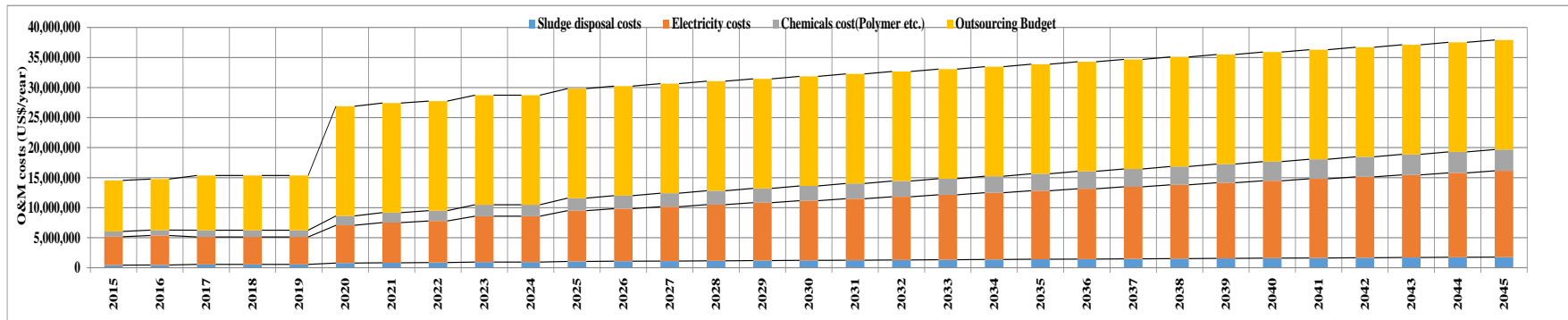


Tabla 5.2.1 Estimación del costo de operación y mantenimiento SIN el secador de lodos

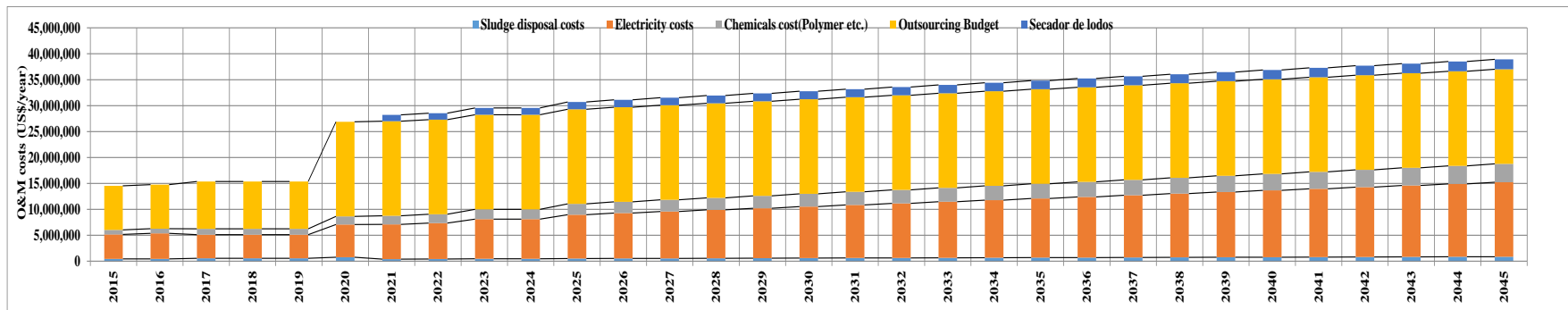


Tabla 5.2.1 Estimación del costo de operación y mantenimiento CON el secador de lodos

Tabla 5.1.2 Costo de operación y mantenimiento de la PTAR (sin secador de lodos)

Año	Costo de contratación (US\$/año)	Costo de químicos (US\$/año)	Costo de Electricidad (US\$/año)	Disposición de lodos (US\$/año)	Total (US\$/año)
2017	8,486,316	878,151	4,728,508	438,730	14,531,705
2018	8,486,316	911,389	4,907,480	455,304	14,760,489
2019	9,121,400	1,127,412	4,553,010	563,560	15,365,382
2020	9,121,400	1,127,412	4,553,010	563,560	15,365,382
2021	9,121,400	1,127,412	4,553,010	563,560	15,365,382
2022	18,242,800	1,559,108	6,296,399	778,910	26,877,217
2023	18,242,800	1,657,501	6,693,753	828,550	27,422,603
2024	18,242,800	1,716,126	6,930,509	857,750	27,747,185
2025	18,242,800	1,892,412	7,642,434	946,080	28,723,727
2026	18,242,800	1,893,642	7,647,401	946,810	28,730,653
2027	18,242,800	2,094,527	8,458,665	1,046,820	29,842,811
2028	18,242,800	2,167,521	8,753,451	1,083,320	30,247,093
2029	18,242,800	2,240,516	9,048,238	1,119,820	30,651,374
2030	18,242,800	2,313,511	9,343,025	1,156,320	31,055,656
2031	18,242,800	2,386,506	9,637,812	1,192,820	31,459,937
2032	18,242,800	2,459,501	9,932,598	1,229,320	31,864,219
2033	18,242,800	2,532,495	10,227,385	1,265,820	32,268,500
2034	18,242,800	2,605,490	10,522,172	1,302,320	32,672,782
2035	18,242,800	2,678,485	10,816,958	1,338,820	33,077,063
2036	18,242,800	2,751,480	11,111,745	1,375,320	33,481,345
2037	18,242,800	2,824,475	11,406,532	1,411,820	33,885,626
2038	18,242,800	2,897,469	11,701,318	1,448,320	34,289,908
2039	18,242,800	2,970,464	11,996,105	1,484,820	34,694,189
2040	18,242,800	3,043,459	12,290,892	1,521,320	35,098,471
2041	18,242,800	3,116,454	12,585,679	1,557,820	35,502,752
2042	18,242,800	3,189,449	12,880,465	1,594,320	35,907,034
2043	18,242,800	3,262,443	13,175,252	1,630,820	36,311,315
2044	18,242,800	3,335,438	13,470,039	1,667,320	36,715,597
2045	18,242,800	3,408,433	13,764,825	1,703,820	37,119,878

Tabla 5.1.3 Costo de operación y mantenimiento de la PTAR (con secador de lodos)

Año	Costo de contratación (US\$/año)	Costo de químicos (US\$/año)	Costo de Electricidad (US\$/año)	Disposición de lodos (US\$/año)	Secador (US\$/año)	Total (US\$/año)
2017	8,486,316	878,151	4,728,508	563,560		15,365,382
2018	8,486,316	911,389	4,907,480	563,560		15,365,382
2019	9,121,400	1,127,412	4,553,010	563,560		15,365,382
2020	9,121,400	1,127,412	4,553,010	778,910		26,877,217
2021	9,121,400	1,127,412	4,553,010	405,046	852,782	27,851,881
2022	18,242,800	1,559,108	6,296,399	419,364	870,237	28,179,036
2023	18,242,800	1,657,501	6,693,753	462,407	921,593	29,161,647
2024	18,242,800	1,716,126	6,930,509	462,759	922,009	29,168,611
2025	18,242,800	1,892,412	7,642,434	511,863	977,792	30,285,647
2026	18,242,800	1,893,642	7,647,401	529,695	997,595	30,691,063
2027	18,242,800	2,094,527	8,458,665	547,527	1,017,122	31,096,204
2028	18,242,800	2,167,521	8,753,451	565,360	1,036,387	31,501,083
2029	18,242,800	2,240,516	9,048,238	583,192	1,055,402	31,905,711
2030	18,242,800	2,313,511	9,343,025	601,024	1,074,176	32,310,099
2031	18,242,800	2,386,506	9,637,812	618,856	1,092,721	32,714,257
2032	18,242,800	2,459,501	9,932,598	636,688	1,111,044	33,118,195
2033	18,242,800	2,532,495	10,227,385	654,521	1,129,156	33,521,920
2034	18,242,800	2,605,490	10,522,172	672,353	1,147,064	33,925,442
2035	18,242,800	2,678,485	10,816,958	690,185	1,164,776	34,328,767
2036	18,242,800	2,751,480	11,111,745	708,017	1,182,299	34,731,904
2037	18,242,800	2,824,475	11,406,532	725,849	1,199,639	35,134,858
2038	18,242,800	2,897,469	11,701,318	743,770	1,216,804	35,537,724
2039	18,242,800	2,970,464	11,996,105	761,602	1,233,798	35,940,332
2040	18,242,800	3,043,459	12,290,892	779,434	1,250,628	36,342,776
2041	18,242,800	3,116,454	12,585,679	797,266	1,267,299	36,745,060
2042	18,242,800	3,189,449	12,880,465	815,098	1,283,815	37,147,191
2043	18,242,800	3,262,443	13,175,252	832,930	1,300,183	37,549,172
2044	18,242,800	3,335,438	13,470,039	850,763	1,316,405	37,951,008
2045	18,242,800	3,408,433	13,764,825	868,595	1,332,487	38,352,703

✧ El secador reducirá el costo de disposición de lodos, sin embargo agregará el costo de operación y mantenimiento del secador. El costo de operación y mantenimiento del secador está basado en el ejemplo de Japón.

**Proyecto de Mejoramiento de la
Administración de Aguas Residuales
en el Área Metropolitana de Panamá,
República de Panamá**

**[Cooperación técnica con financiamiento
reembolsable]**

(Segunda fase: fase de actividad plena)

**Informe de OJT en metodologías de estudio
y diagnóstico de las tuberías de
alcantarillado**

junio de 2018

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

(JICA)

Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

Índice

1. Equipos de acompañamiento para el presente Proyecto.....	1
2. OJT en metodologías de estudio y diagnóstico.....	4
2.1 OJT en screening de los tramos que presentan problema mediante el estudio de OD de los ríos	5
2.2 OJT en cámara endoscópica	7
2.3 OJT en caudalímetro de tubería de impulsión	10
2.4 OJT en pruebas de humo.....	10
2.5 OJT en estudio de infiltración de agua con medidor de EC	11
2.6 OJT en caudalímetro para tubería por gravedad	13

1. Equipos de acompañamiento para el presente Proyecto

Los equipos de acompañamiento utilizados en la Primera fase de OJT (capacitación en el trabajo) en metodologías de estudio y diagnóstico de las tuberías de alcantarillado y los equipos de acompañamiento utilizados en la Segunda fase son los siguientes.

Primera fase (equipos de acompañamiento)

Núm.	Nombre del equipo	Cantidad	Especificaciones, etc.	Uso
1	Medidor multiparámetros de calidad de agua portátil	1 unidad	HACH HQ40D	Análisis de calidad de agua

* Para conocer la ubicación de los tramos que presentan problema desde la calidad de las aguas fluviales, se utilizó el medidor multiparámetros de calidad de agua portátil que se utiliza en el estudio de efluentes de las fábricas.

Segunda fase (equipos de acompañamiento)

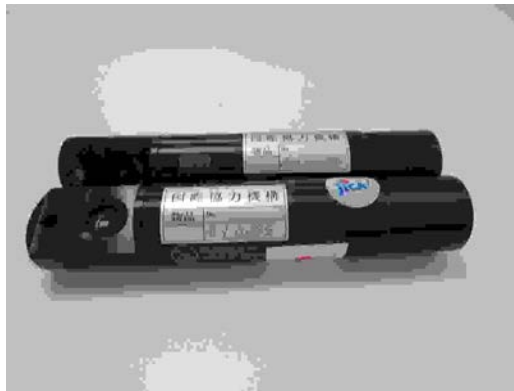
Núm.	Nombre del equipo	Cantidad	Especificaciones, etc.	Uso
2	Medidor de electroconductividad portátil	3 unidades	HOBO U24	Estudio de infiltración de agua
3	Caudalímetro ultrasónico (en canal abierto)	1 unidad	HACH FL900AV	Estudio de caudal
4	Caudalímetro ultrasónico (de tubería de impulsión)	1 unidad	GE PT878	Estudio de caudal
5	Fumigador	2 unidades	TERMONEBULIZADOR PORTÁTIL H200SF IGEBA TF35	Pruebas de humo
6	Cámara endoscópica	2 unidades	HWM EQUIPO DE REVISIÓN CCTV	Estudio con cámara endoscópica

A continuación, se muestran las fotografías de los equipos de acompañamiento utilizados para el presente Proyecto.

a. Medidor multiparámetros de calidad de agua portátil



b. Medidor de electroconductividad portátil



c. Caudalímetro ultrasónico (en canal abierto)

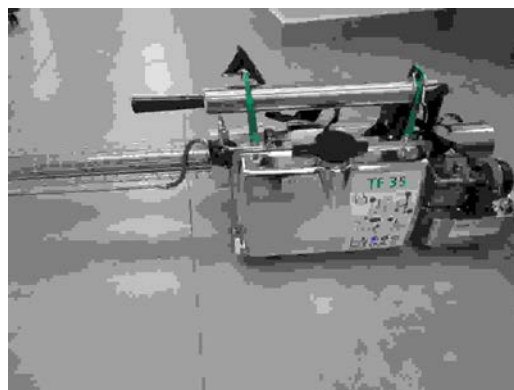


Hach FL900AV Flow Meter
(inset Sigma AV Sensor)

d. Caudalímetro ultrasónico (de tubería de impulsión)



e. Fumigador



f. Cámara endoscópica



2. OJT en metodologías de estudio y diagnóstico

Las siguientes Tabla 2-1 y Tabla 2-2 muestran los resultados de la ejecución de OJT en estudio y diagnóstico de las tuberías de alcantarillado.

Tabla 2-1 Ejecución de OJT en el primer año (5 encuentros)

Año, mes y día				Número de actividad	Ejecución de OJT
Año	Me s	Dí a	Día de la semana		
2016	4	5	Martes	3-4	Realización del estudio de OD en el Río Abajo
	7	18	Lunes	3-4	Realización del estudio de OD en los afluentes del Río Abajo (embocadura)
	7	21	Jueves	3-4	Realización del estudio de OD en el Río Juan Díaz, el Río Tapia, etc.
	7	22	Vierne s	3-4	Realización del estudio de OD en los afluentes del Río Abajo (dentro de la cuenca, sector de San Miguelito)
	12	16	Vierne s	3-4	Taller de uso de fumigadores para pruebas de humo, etc. dirigido a la contraparte

Tabla 2-2 Ejecución de OJT en el segundo año (18 encuentros)

Año, mes y día				Número de actividad	Ejecución de OJT
Año	Mes	Día	Día de la semana		
2017	6	1	Jueves	3-4	Realización del estudio de campo bajo la lluvia en los tramos de OJT en tuberías existentes
	6	6	Martes	3-4	Comprobación del funcionamiento de la cámara endoscópica en la inspección de entrega
	6	8	Jueves	3-4	OJT en cámara endoscópica en las tuberías de alcantarillado existentes
	6	12	Viernes	3-4	OJT preliminar dirigida la contraparte para instalar el caudalímetro de tubería de impulsión en la estación de bombeo tipo JD
	6	15	Jueves	3-4	OJT en instalación del caudalímetro de tubería de impulsión hacia la estación de bombeo tipo JD

Año, mes y día				Número de actividad	Ejecución de OJT
Año	Mes	Día	Día de la semana		
	6	21	Miércoles	3-4	OJT sobre los fumigadores para pruebas de humo
	6	21	Miércoles	3-4	OJT en recuperación de datos del caudalímetro hacia la estación de bombeo tipo JD
	6	23	Viernes	3-4	OJT en estudio con cámara endoscópica en las áreas de estudio
	6	26	Lunes	3-4	OJT en estudio con cámara endoscópica después de la limpieza de las tuberías consideradas bloqueadas
	6	29	Jueves	3-4	OJT en estudio de infiltración de agua con medidor de EC en las áreas de estudio
	10	27	Viernes	3-4	Operación de prueba de los equipos de pruebas de humo
	11	1	Miércoles	3-4	Realización de las pruebas de humo
	11	16	Jueves	3-4	Pruebas de humo en Don Bosco (llegaron al lugar, pero se suspendió por la lluvia)
	11	17	Viernes	3-4	OJT en instalación del caudalímetro con tubería de descarga desde Johkasou
	11	21	Martes	3-4	OJT en cámara endoscópica y pruebas de humo en Don Bosco, etc.
	11	24	Viernes	3-4	OJT en instalación del caudalímetro con tubería de descarga desde Johkasou
	11	27	Lunes	3-4	OJT en instalación del caudalímetro con tubería de descarga desde Johkasou (revisión intermedia)
	12	1	Viernes	3-4	OJT en desmantelamiento del caudalímetro con tubería de descarga desde Johkasou (no se inició el sistema durante el trabajo de recuperación de datos)

Tabla 2-3 Ejecución de OJT en el tercer año (5 encuentros)

Año, mes y día				Número de actividad	Ejecución de OJT
Año	Mes	Día	Día de la semana		
2018	5	29	Martes	3-4	OJT en cámara endoscópica y pruebas de humo
	5	29	Martes	3-4	OJT en caudalímetro para tubería por gravedad
	6	6	Miércoles	3-4	OJT en instalación del caudalímetro para tubería por gravedad y el medidor de EC
	6	12	Martes	3-4	OJT en caudalímetro para tubería por gravedad (Desmantelando)
	6	14	Jueves	3-4	OJT en caudalímetro para tubería por gravedad (Recolección de datos e instalación C / P OJT)

2.1 OJT en screening de los tramos que presentan problema mediante el estudio de OD de los ríos

Se realizó la OJT en screening (tamizaje) de los tramos que presentan problema mediante el estudio de OD de

los ríos en la cuenca del Río Abajo (unas 2.200ha) señalada como sector con tuberías obsoletas de IDAAN por UCP.

Primero se realizó el estudio de OD en el río principal del Río Abajo, luego en fechas posteriores se realizó nuevamente el estudio de OD en los afluentes, de esta manera se seleccionaron los tramos destacados que presentan problema que se han convertido en fuentes de contaminación de los ríos.

Una característica del estudio de OD es el uso del medidor multiparámetros de calidad de agua portátil, lo cual permite realizar el estudio de OD en 10 tramos en aproximadamente medio día, además, permite conocer fácilmente cuáles son los sectores donde se filtran las aguas residuales.



Los expertos muestran las metodologías del estudio de OD.



La contraparte toma la iniciativa de realizar el estudio.

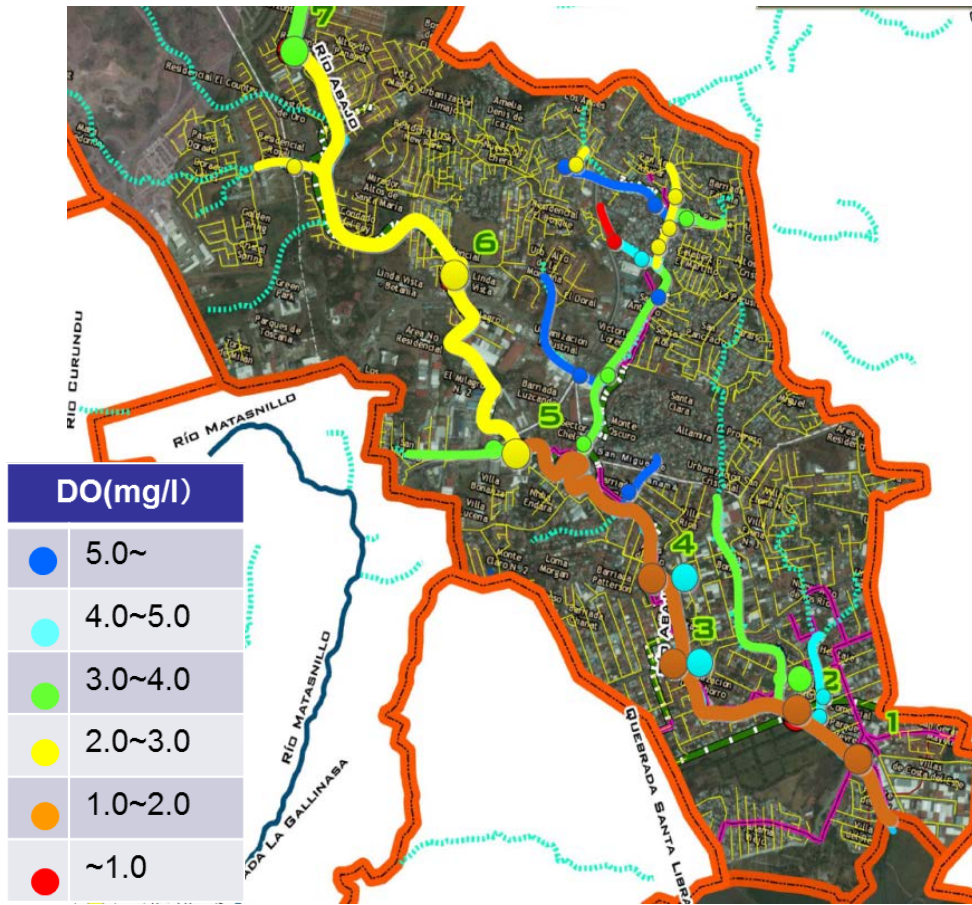


Figura 2-1 Mapa de resultados del estudio de OD (Río Abajo)

Los resultados del estudio han descubierto que en la cuenca del Río Abajo la incidencia del problema de falta de conexión domiciliar es mayor que el problema de tuberías obsoletas de IDAAN. En la reunión mensual de noviembre del 2016, se planteó identificar específicamente los sectores con problema de falta de conexión domiciliar y solicitar la mejora ante CONADES en el futuro.

2.2 OJT en cámara endoscópica

Actualmente, para realizar la operación y mantenimiento de las tuberías, tanto UCP como SOAP utilizan principalmente el método de inspección visual de los pozos de registro. En esta oportunidad, se realizó la OJT en estudio de revisión del interior de las tuberías con cámara endoscópica.



Comprobación del funcionamiento de la cámara



OJT en una tubería de alcantarillado

En la OJT en cámara endoscópica, para precisar el lugar de la toma de fotografías, se brinda orientación sobre la toma de los números artificiales y la toma en el sentido de las agujas del reloj desde el curso superior hacia el curso superior, entre otras técnicas.



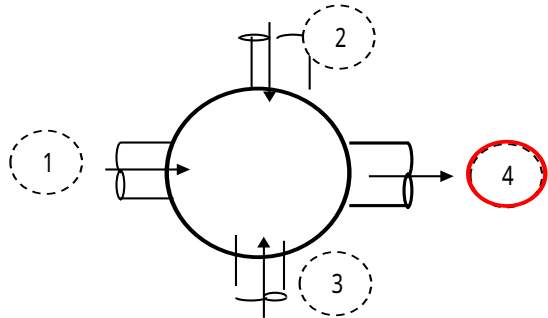


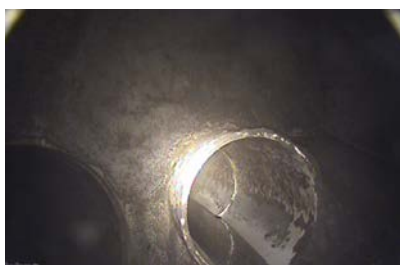

OJT preliminar



Imagen de la infiltración de agua

Asimismo, se recomienda utilizar el formulario de campo que integra muchas fotografías como se muestra en la siguiente página, con la finalidad de evitar la generación de prejuicios personales en los resultados del estudio.

Formulario para Inspección Interna de Alcantarillado

Fecha de Inspección	20170601	Tiempo (Condición meteorológico)	Rain	No. del pozo de inspección	CI-006905
Dirección					
Material		Diámetro		Longitud de la línea	
Alcantarillado Inspeccionado					Pozo
Estado del pozo	<input type="checkbox"/> Bien <input checked="" type="checkbox"/> Inundado <input type="checkbox"/> Otros ()				
Estado de alcantarillado	<input type="checkbox"/> Roto <input type="checkbox"/> Agrietado <input type="checkbox"/> Desalineado <input checked="" type="checkbox"/> Infiltración <input type="checkbox"/> Raíces de árbol				
	<input type="checkbox"/> Grasas <input type="checkbox"/> Conexión irregular <input type="checkbox"/> Caído, Sinuoso <input checked="" type="checkbox"/> Estancado <input type="checkbox"/> Arena, tierra				
Medidas tomadas	<input type="checkbox"/> Reparación de emergencia <input type="checkbox"/> Lavado de emergencia <input checked="" type="checkbox"/> Requiere la inspección detallada				
Fotos					
	Lugar		Estado interno del pozo de inspección		
					
	Boca de la tubería		Interior de la tubería		

2.3 OJT en caudalímetro de tubería de impulsión

En la estación de bombeo tipo JD y en Johkasou (tanque de tratamiento de aguas residuales) se realizaron varios encuentros de OJT en caudalímetro de tubería de impulsión para transferir las tecnologías de instalación de sensores, configuración del Datalogger y recuperación de datos.

Por otro lado, en las estaciones de bombeo administradas por UCP se observan muchos casos de falta de longitud en el tubo recto necesaria para conocer el caudal mediante el tubo de drenaje. Por esta razón, en la reunión semanal se explicó sobre la necesidad de analizar la pertinencia de la instalación del caudalímetro desde la etapa del diseño en las futuras construcciones de plantas de tratamiento de aguas residuales y estaciones de bombeo.



Imágenes de la instalación del caudalímetro en la estación de bombeo tipo JD



OJT en configuración del Datalogger

2.4 OJT en pruebas de humo

A través de las pruebas de humo con fumigadores, se realizó la OJT en estudio de conexiones erróneas de aguas pluviales y aguas residuales. Esta prueba es utilizada frecuentemente por la contraparte ya que se permite visualizar las conexiones erróneas.

En la OJT, se explican los siguientes asuntos:

- Ø Los humos se emanan de la mezcla de agua y glicerina, por lo tanto se esfuman en unos 5 minutos. Esto

causa menos incidencias de las quejas.

- Ø La glicerina es muy soluble al agua, por lo tanto, es difícil realizar esta prueba en las tuberías de mayor caudal o bajo la lluvia.



Explicación sobre el manejo del fumigador por un personal de la agencia



Operación de prueba del fumigador utilizando la mezcla de agua y glicerina

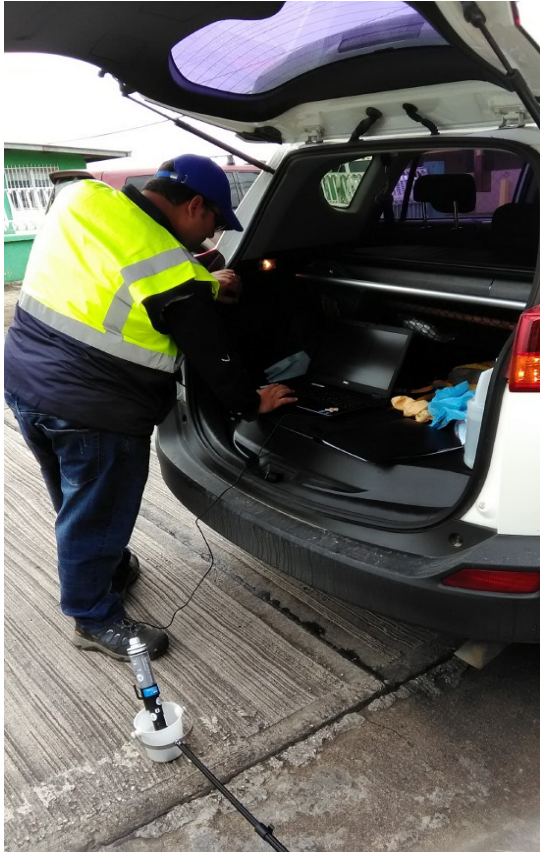


OJT en pruebas de humo en las cruces

2.5 OJT en estudio de infiltración de agua con medidor de EC

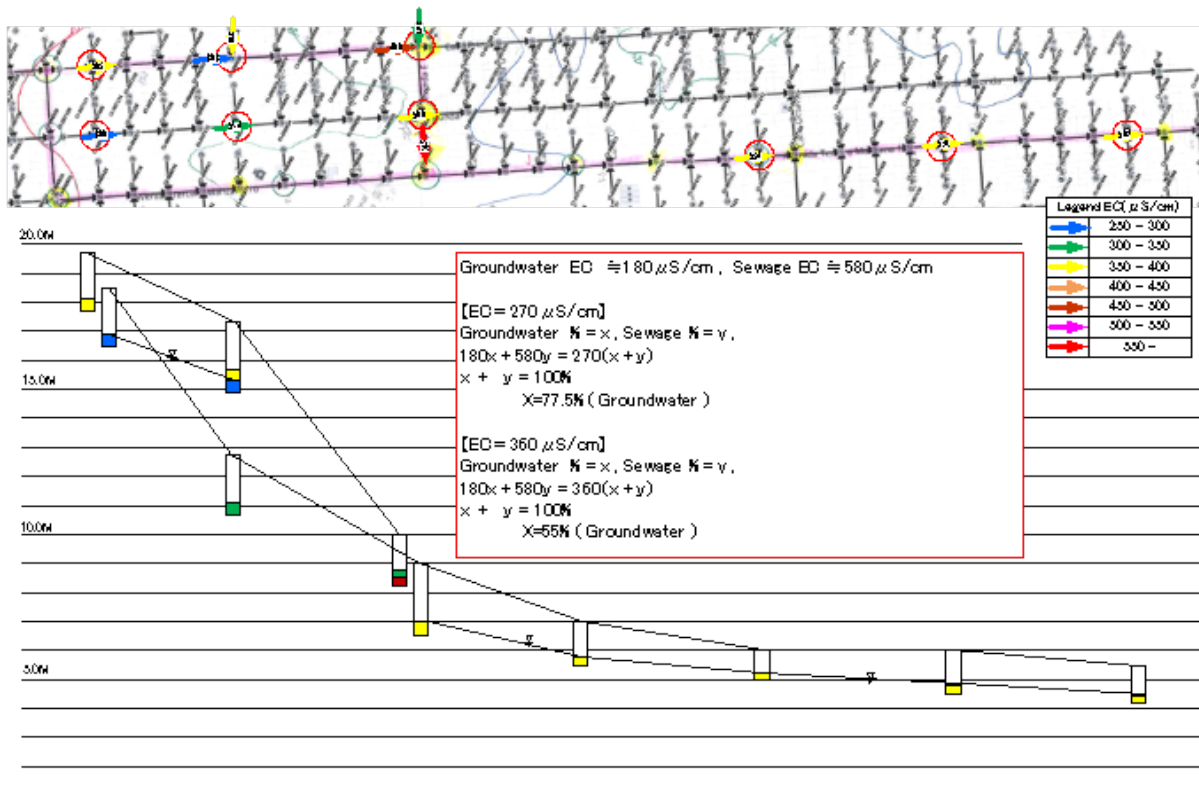
Durante la OJT en manejo de los equipos de estudio, se realizó el estudio en el sector de Don Bosco para identificar la causa de desbordes en las tuberías de alcantarillado. Según el libro mayor de IDAAN, las tuberías están instaladas a lo largo de la pendiente de la superficie de la tierra, además, la cámara endoscópica confirmó la infiltración de agua, por lo tanto se realizaron las pruebas de humo para detectar las conexiones erróneas con aguas pluviales. Sin embargo, los resultados del estudio indican que existen pocas conexiones erróneas y se

sospecha de la infiltración de agua subterránea, por lo que se realizó el estudio de infiltración de agua con medidor de EC.



Estudio de infiltración de agua con medidor de EC (después de la toma de agua, está analizando en computadora)

Como resultado del estudio de EC en 9 tramos de alcantarillado, se supone que el caudal de aguas subterráneas ocupa más del 70% del caudal de aguas residuales en los tramos con mayor infiltración de agua, por lo que la causa del desborde no es la obstrucción de la tubería de alcantarillado sino se presume que las aguas subterráneas filtran a las tuberías de alcantarillado por el nivel muy alto de las aguas subterráneas durante la época de lluvia en el sector de Don Bosco donde es una tierra ganada al mar.



Resultados del estudio de infiltración de agua con medidor de EC

2.6 OJT en caudalímetro para tubería por gravedad

Se realizó la OJT en manejo de caudalímetro para tubería por gravedad el 29 de mayo en la reunión semanal y el 6 de junio en el lugar actual. A continuación, se muestran las imágenes.



Imágenes de explicación sobre el manejo y la instalación

**Proyecto de Mejoramiento de la
Administración de Aguas Residuales
en el Área Metropolitana de Panamá,
República de Panamá**

**[Cooperación técnica con financiamiento
reembolsable]**

(Segunda fase: fase de actividad plena)

**Plan de gestión de las tuberías
existentes (Borrador)**

Mayo de 2018 (2018)

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

(JICA)

Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

Índice

1. Introducción.....	1
2. Situación actual de las tuberías	1
2-1 Situación actual de las tuberías y la zonificación de la cuenca	1
2-2 Situación del número de casos de quejas por sector.....	4
2-3 Principales problemas de las tuberías existentes	5
3. Estudio programado.....	9
3-1 Preparación preliminar	9
3-2 Estudio programado.....	9
3-3 Diagnóstico de tuberías de alcantarillado.....	10
3-4 Método de estudio de las tuberías	14
3-5 Casos de estudio (sector de Don Bosco)	22
4. Plan de gestión de las tuberías	29

1. Introducción

2. Situación actual de las tuberías

2-1 Situación actual de las tuberías y la zonificación de la cuenca

En la Figura 2-1 se muestra el Mapa de zonificación de la cuenca hidrográfica, en la Tabla 2-1 y la Figura 2-2 la Longitud total de las tuberías por cuenca hidrográfica, y en la Tabla 2-2 y la Figura 2-3 la Longitud total de las tuberías según diámetro (IDAAN).

Según la tabla de Longitud según diámetro, las tuberías de 6 pulgadas de diámetro ocupan el 39% de la totalidad y las de 6 a 8 pulgadas, el 77%, de igual manera, la cuenca del Río Juan Díaz administrado por UCP por el momento ocupa aproximadamente el 32% de la longitud total.

Tabla 2-1 Longitud total de las tuberías por cuenca hidrográfica

No	SISTEMA	Longitud_km	%
1	Paitilla	3.711	0,3%
2	Punta Pacífica	4.174	0,3%
3	Matasnillo	116.792	9,5%
4	Proyecto Hotelero	28.413	2,3%
5	Curundú	74.811	6,1%
6	Casco Antiguo y Chorrillo	31.855	2,6%
7	San Francisco	15.949	1,3%
8	Río Abajo	187.392	15,2%
9	Matías Hernández	163.672	13,3%
10	Tocumen	117.131	9,5%
11	Tapia	95.894	7,8%
12	Juan Díaz	390.961	31,8%
	Total	1.230.754	100,0%

Sistema de libro mayor de diciembre del 2016

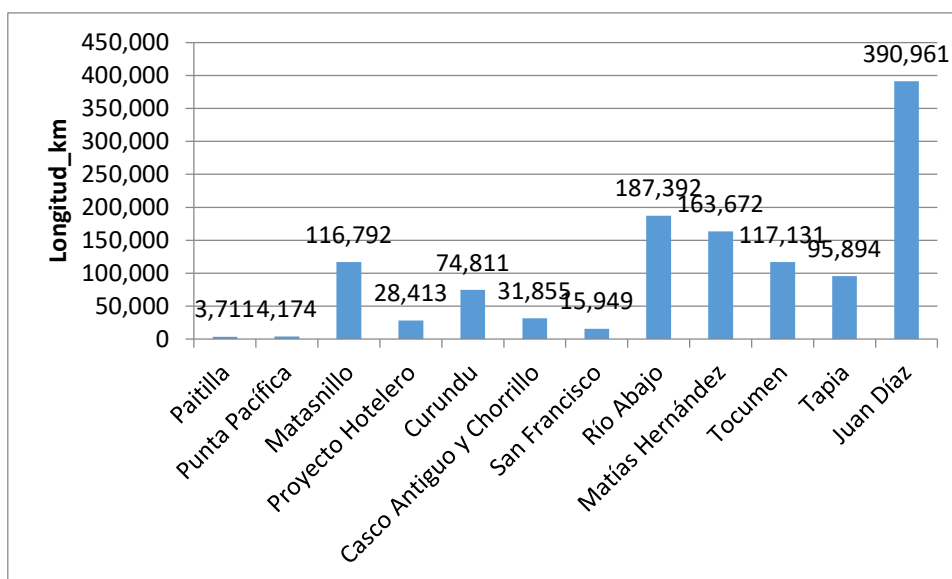


Figura 2-2 Longitud total de las tuberías por cuenca hidrográfica

Tabla 2-2 Longitud total de las tuberías según diámetro (IDAAN)

Diámetro	km	%
0 pulgadas	70,53	6,9%
6 pulgadas	397,87	38,7%
8 pulgadas	391,10	38,0%
10 pulgadas	66,07	6,4%
12 pulgadas	23,54	2,3%
14 pulgadas	1,07	0,1%
15 pulgadas	11,76	1,1%
16 pulgadas	0,63	0,1%
18 pulgadas	16,72	1,6%
20 pulgadas	1,06	0,1%
21 pulgadas	6,02	0,6%
24 pulgadas	17,20	1,7%
30 pulgadas	7,59	0,7%
36 pulgadas	13,75	1,3%
42 pulgadas	3,18	0,3%
48 pulgadas	0,48	0,0%
60 pulgadas	0,31	0,0%
TOTAL	1028,88	100%

Sistema de libro mayor de octubre del 2015

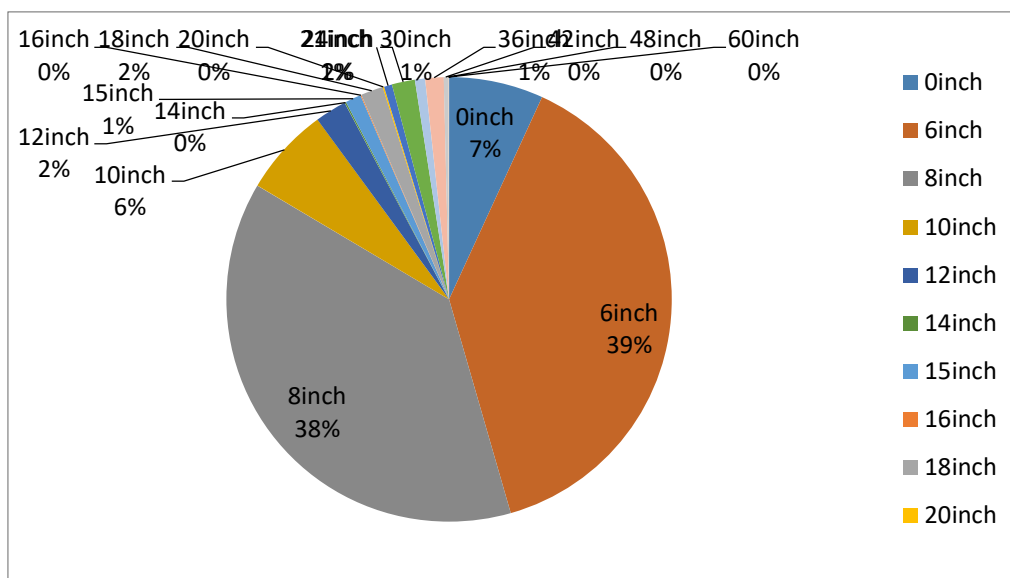


Figura 2-3 Longitud total de las tuberías según diámetro (IDAAN)

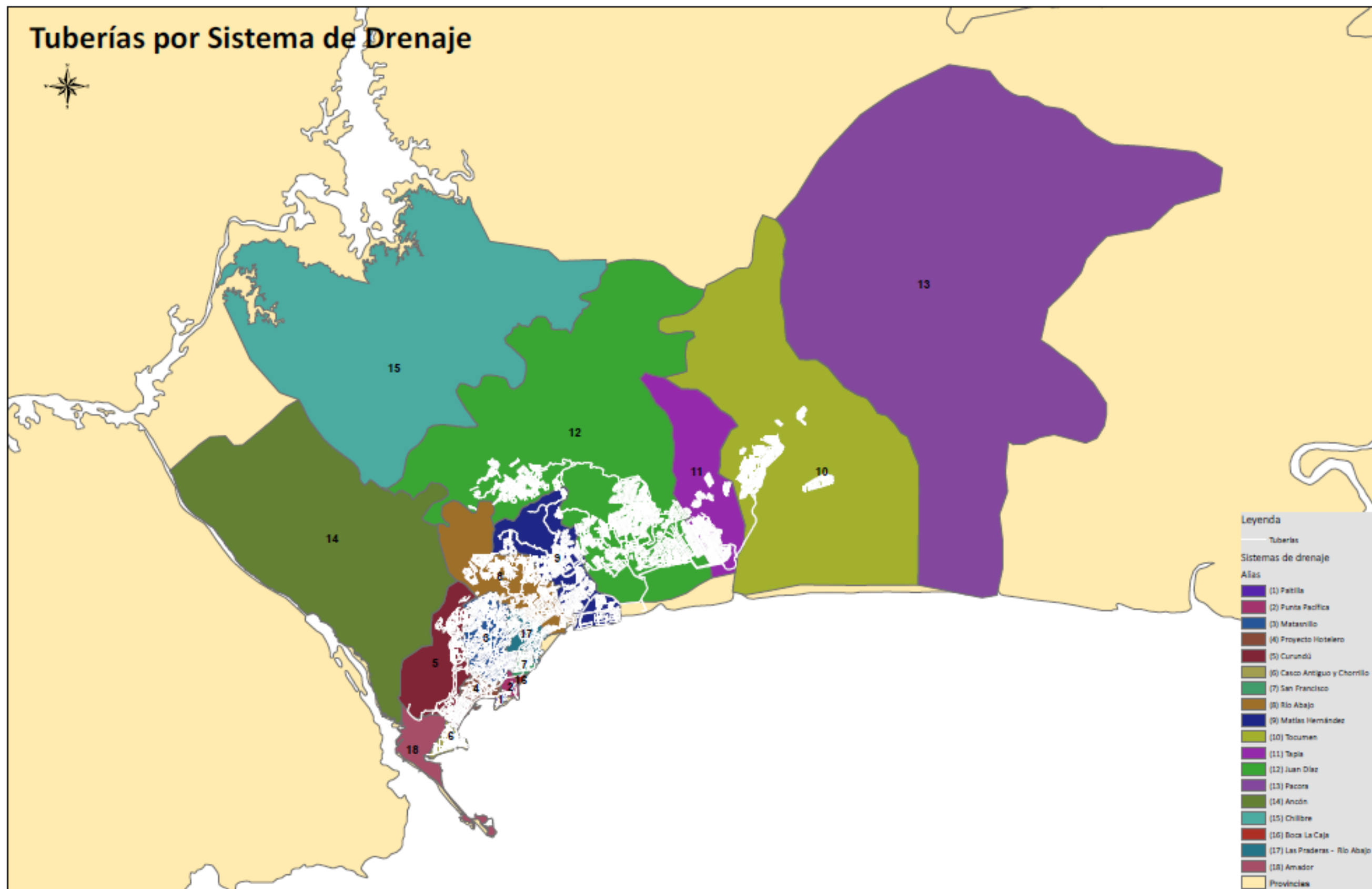


Figura 2-1 Mapa de zonificación de la cuenca hidrográfica

2-2 Situación del número de casos de quejas por sector

En la Figura 2-4 se muestra la situación del número de casos de quejas por sector por mes entre 2014 y 2017 en el área de entrada de efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales tipo JD. De 84 sectores fraccionados, 35 sectores presentan más de 3 casos de quejas por mes en un promedio de 4 años, y los sectores más quejosos son las zonas residenciales de la Cinta Costera construidas en las tierras ganadas al mar como el sector de Las Acacias, Juan Díaz y Don Bosco, entre otros.

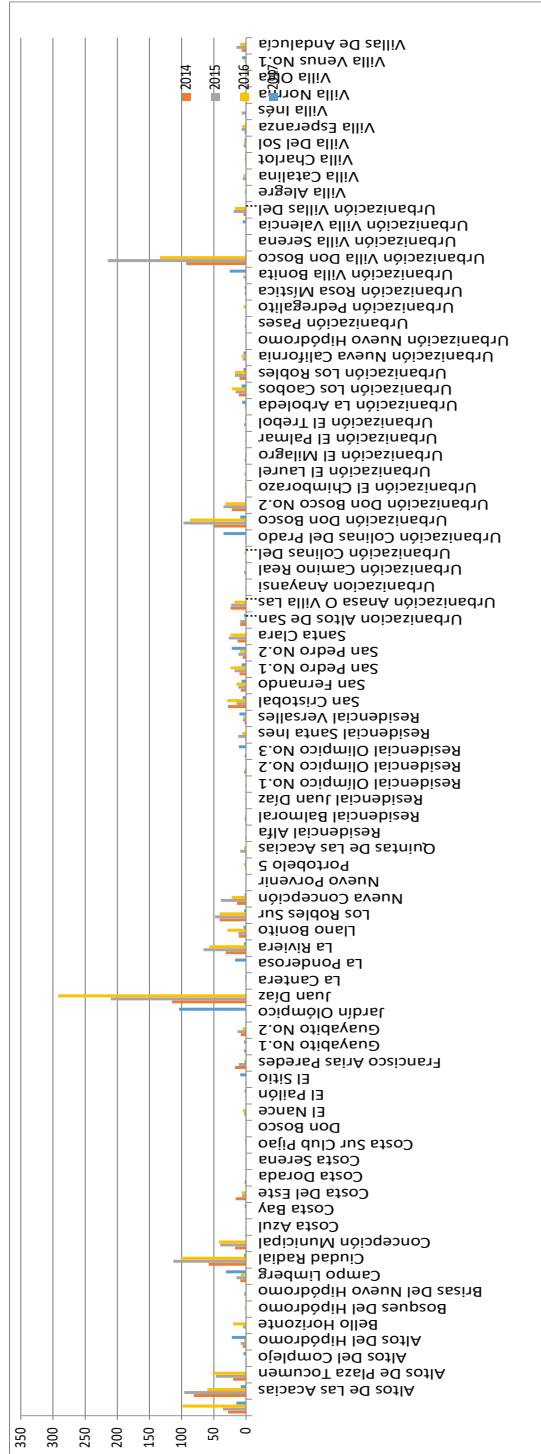


Figura 2-4 Número de casos de quejas por sector por mes entre 2014 y 2017 (desbordres de aguas residuales)

2-3 Principales problemas de las tuberías existentes

(1) Capacidad hidráulica de las tuberías de IDAAN

El 39% de la longitud de las tuberías de alcantarillado de IDAAN es de 6 pulgadas (ϕ 150mm) y el 38% es de 8 pulgadas (ϕ 200mm), por lo tanto, en muchos sectores se manifiesta la falta de capacidad hidráulica de las tuberías. Sobre todo en el Centro de la ciudad donde existen edificios

residenciales, edificios comerciales, etc., es necesario fortalecer la capacidad hidráulica de las tuberías.

Para estos sectores, la Unidad de Ingeniería está formulando gradualmente el plan maestro por sector, por lo tanto, es necesario reflejar estos resultados en la operación y mantenimiento para fortalecer la capacidad hidráulica de las tuberías.

(2) Problema de falta de conexión domiciliar para drenaje

En el sector de San Miguelito y otros sectores donde se mejoraron las redes de alcantarillado hace más de dos años, existen sectores donde no se han realizado obras de conexión domiciliar para drenaje. Según CONADES, estos sectores son “trabajo nuestro”, no obstante, tomando en cuenta que el trabajo de CONADES es a nivel nacional, difícilmente podría pensar que la factibilidad es alta. Consideramos que en el futuro es necesario atender el problema de falta de conexión domiciliar para drenaje con el apoyo básico como subsidios y préstamos.

(3) Problemas de metodología de diseño y de infiltración de agua

En la Figura 2-5 se muestran los problemas de metodología de diseño de las tuberías existentes. Se supone que la mayoría de las tuberías existentes administradas por IDAAN están instaladas a lo largo de la pendiente de la superficie de la tierra. Por esta razón, en los sectores ubicados en las laderas de la montaña como el sector de San Miguelito y el sector de Don Bosco, en la tierra plana los niveles de agua suben debido a la reducción de la velocidad de flujo de las aguas residuales después de fluir con mucha velocidad por los taludes.

Por esta razón, las aguas se desbordan en la tierra plana en lugares donde hay mayor incidencia de infiltración de agua pluvial o infiltración de agua subterránea.

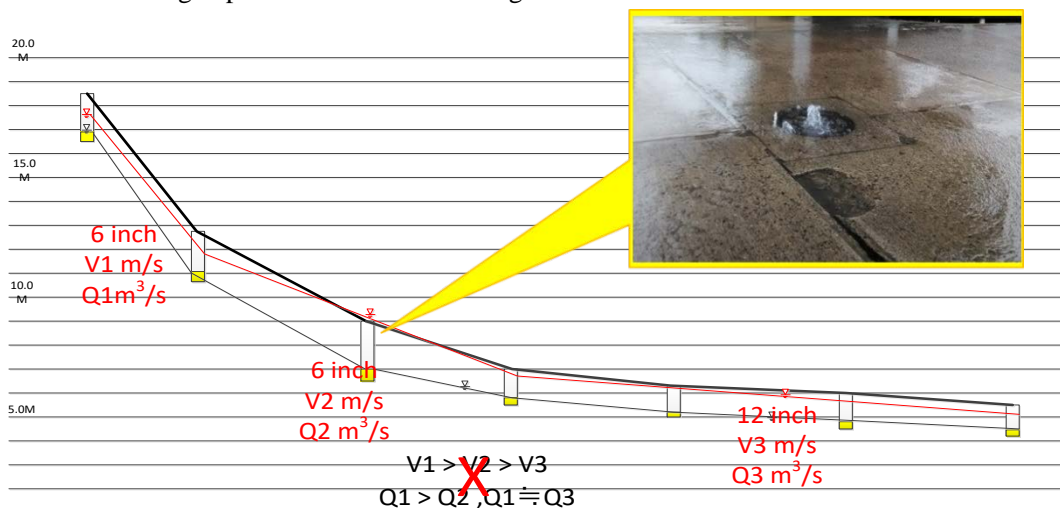


Figura 2-5 Problema de metodología de diseño de las tuberías existentes (imagen ilustrativa de la pendiente del movimiento del agua, la línea negra durante la época seca y la línea roja

durante la época de lluvia)

Básicamente, la velocidad de flujo debe ser aumentado y la pendiente debe ser reducida a medida que se acerca a la cuenca baja.

Básicamente la pendiente debe ser diseñada de tal manera que la velocidad de flujo en un troncal de alcantarillado se mantenga entre 0.6/seg (mínimo) y 3.0 m/seg (máximo). De esta manera se logra la velocidad de arrastre necesaria evitando la acumulación de los sedimentos dentro de las tuberías.

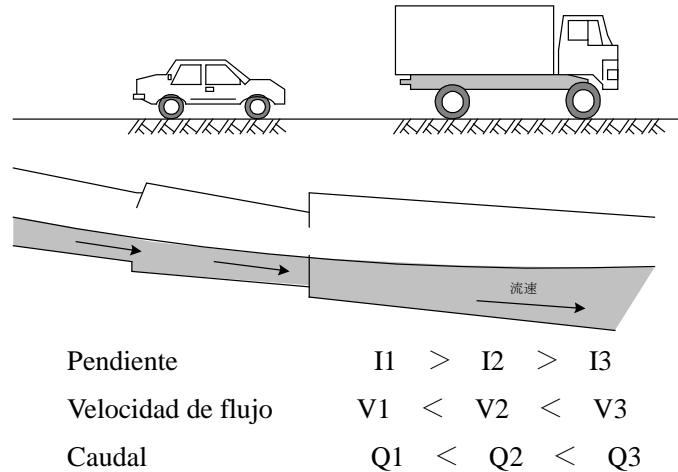


Figura 2-6 Los principios del diseño de las tuberías

(4) Flujo del trabajo de lavado de alta presión de las tuberías existentes y desafíos

Actualmente, a través de la contratación de empresas externas para delegar trabajos, se delegan dos trabajos de limpieza, el trabajo de atención a los desbordes, etc. en los tramos que presentan problema y el trabajo de limpieza normal. En la Figura 2-7 se muestra el flujo de los dos trabajos.

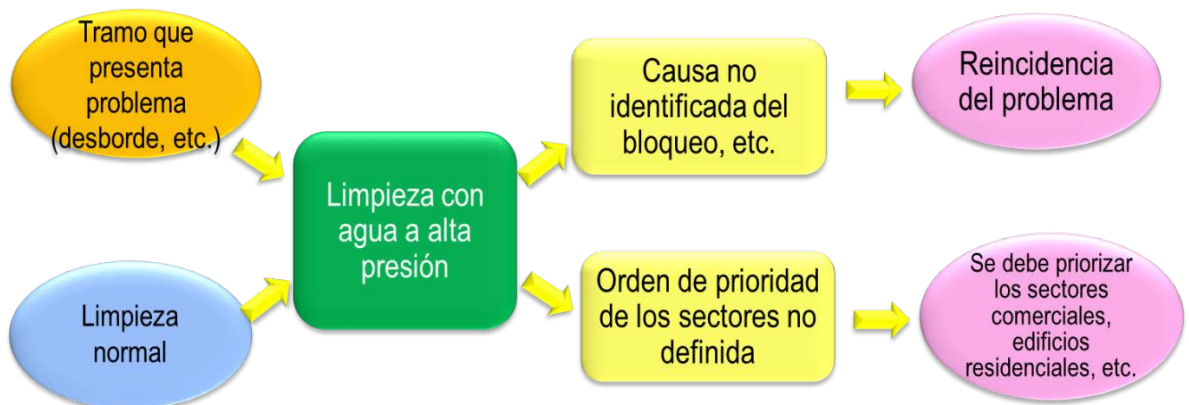


Figura 2-7 Flujo de trabajos de atención a los desbordes, etc. en los tramos que presentan problema y de limpieza normal, y desafíos

Como se muestra en la Figura 2-7, actualmente en la mayoría de los tramos que presentan problema de desbordes, etc. los problemas se atienden con el lavado de alta presión sin conocer las causas de anomalías como la obstrucción de la tubería de alcantarillado. Por ejemplo, si la causa es la penetración de las raíces de árbol o la adherencia de grasas, se puede eliminar la causa con el lavado de alta presión.

Sin embargo, si la causa es la obstrucción por arena y tierra que entraron por la parte rota de la tubería, es necesario reparar la tubería, ya que aunque se aplique el lavado de alta presión para eliminar la parte sobresaliente de la tubería de acceso, la tubería de acceso puede volver a salir.

Por otro lado, en caso de la limpieza normal, no se ha definido el orden de prioridad de los sectores, lo que se traduce en el problema de capacidad hidráulica, por lo tanto, es necesario realizar estudio y trabajo de limpieza priorizando las zonas comerciales, edificios residenciales, etc. con alta posibilidad de obstrucciones.

3. Estudio programado

3-1 Preparación preliminar

La preparación preliminar tiene como objetivo conocer las especificaciones de las tuberías existentes, el estado de deterioro, el ambiente del lugar, etc., y es preferible que previamente tengan organizados los datos como se muestra en la Tabla 3-1. Sobre todo, se deberá realizar la medición de los principales subcolectores conectados a los colectores, anotando en el libro mayor los datos de las tuberías como diámetro, tipo, elevación invertida, longitud, etc.

Tabla 3-1 Recopilación de la información

Rubro	Contenido
Información de las instalaciones	Libro mayor, año de instalación, sistema de drenaje, diámetro, tipo, forma de sección de las tuberías existentes, elevación invertida, alineación, caudal actual
Información geológica	Topografía, geología, nivel de agua subterránea
Otros	Precipitación, nivel de agua fluvial, inundaciones ocurridas, tráfico, etc.

3-2 Estudio programado

(1) Método de screening de inspección y estudio

Es difícil realizar un solo estudio de todas las tuberías del Área Metropolitana de Panamá de unos 12,000km de longitud, por lo que es necesario realizar el screening (tamizaje) de las áreas con mayores problemas para lograr mayor eficiencia en el estudio e implementar las medidas en los tramos que presentan problema.

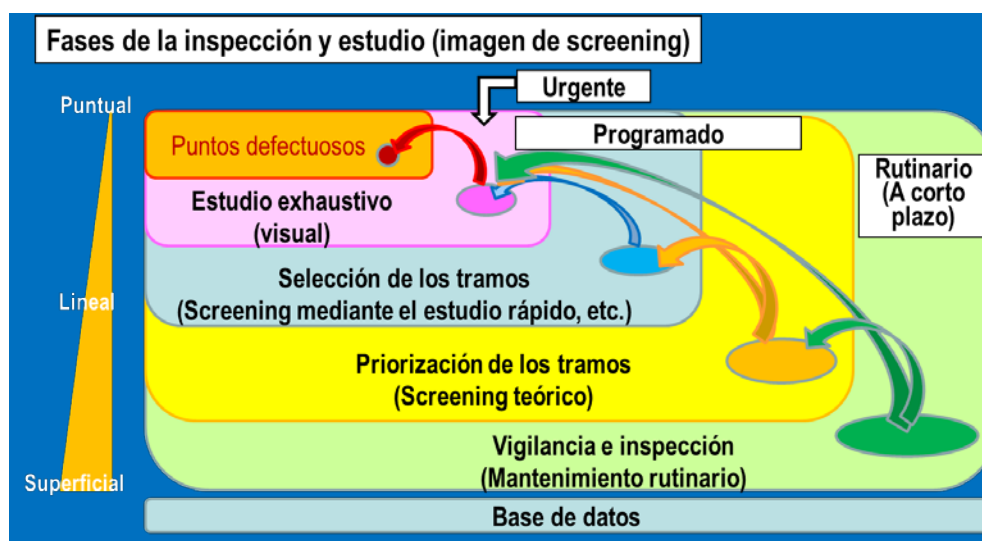


Figura 3-1 Imagen ilustrativa de screening de inspección y estudio

(2) Problemas de tuberías existentes y screening de los tramos de estudio

Como se menciona anteriormente, consideramos que los cuatro principales problemas de las tuberías existentes en el Área Metropolitana de Panamá son los siguientes: 1) Capacidad hidráulica de las tuberías, 2) Falta de conexión domiciliar de drenaje, 3) Infiltración de agua pluvial e infiltración de agua subterránea y 4) Tuberías obsoletas. En la Figura 3-2 se muestra el método de screening para estos cuatro problemas.

Cada uno de los desafíos tiene características sectoriales. Por ejemplo, el problema de la capacidad hidráulica se presenta en los sectores comerciales, edificios residenciales, etc., mientras el problema de la falta de conexión domiciliar se presenta en las zonas residenciales de estrato económicamente desfavorecido. Asimismo, el problema de la infiltración de agua pluvial e infiltración de agua subterránea se presenta en las tierras ganadas al mar de la Cinta Costera, mientras el problema de las tuberías obsoletas se observa frecuentemente en el Casco Antiguo, etc.

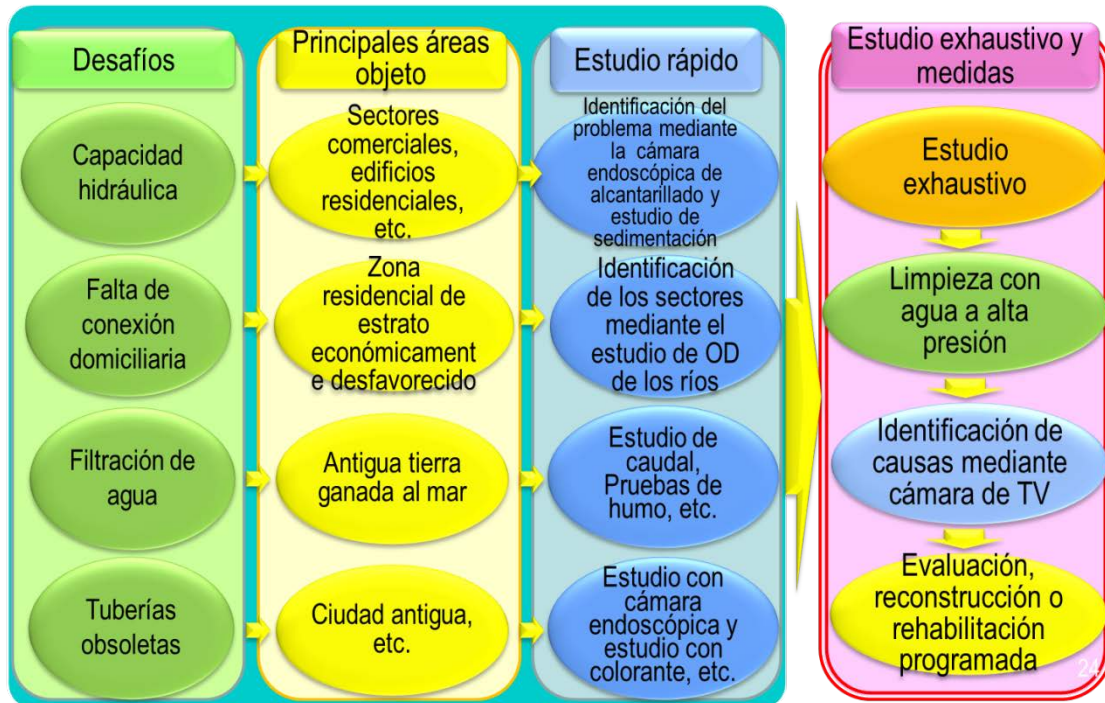


Figura 3-2 Problemas de tuberías existentes y método de screening

Para evitar contratiempos en estos estudios, es efectivo realizar el screening de acuerdo a las características de cada sector.

3-3 Diagnóstico de tuberías de alcantarillado

(1) Contenido de anomalías de las tuberías y criterios de evaluación

En la Tabla 3-2 se muestran los criterios de diagnóstico de las tuberías de alcantarillado en Japón. Las siguientes fotografías muestran las típicas anomalías de las tuberías.

Actualmente, en Panamá no existe suficiente estudio para conocer las causas de anomalías de la tubería de alcantarillado como la obstrucción, y en la mayoría de los tramos que presentan problema




los problemas se atienden con el lavado de alta presión. Por ejemplo, las causas como la penetración de las raíces de árbol o la adherencia de grasas, pueden ser eliminadas con el lavado de alta presión. Sin embargo, si la causa es la obstrucción por arena y tierra que entraron por la parte rota de la tubería, es necesario reparar la tubería, ya que aunque se aplique el lavado de alta presión para eliminar la parte sobresaliente de la tubería de acceso, la tubería de acceso puede volver a salir. En el futuro, es necesario conocer la causa y la gravedad del problema y eliminar la causa.

Por otro lado, cuando se realiza el lavado de alta presión en un tubo de cerámica, una alta presión puede causar que la boquilla de limpieza golpee y quiebre el tubo de cerámica, por lo tanto, es necesario revisar el estado del interior de la tubería después del lavado con una cámara de televisión.

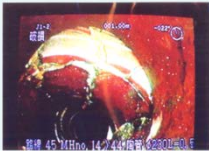
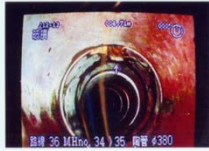
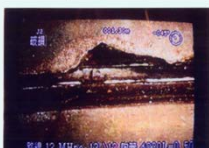
Tabla 3-2 Ejemplo de la clasificación de las anomalías y categorías (criterios de evaluación)

Anormalidades	Categoría		
	A	B	C
1) Corrosión de las tuberías	Exposición de las barras de refuerzo	Exposición de agregados	Otras anomalías de corrosión diferentes a A o B
2) Daño de las tuberías	Rotura (depresión)	Agrietamiento en toda la tubería	Otros daños diferentes a A o B
3) Grietas de las tuberías	5 mm o más	2 - 5 mm	Menos de 2 mm
4) Infiltración de agua	Brote de agua	Flujo de agua	Manchas de agua
5) Desplazamiento de las juntas	Desprendimiento total	40 - 60mm	20 - 40mm
Desplazamiento del anillo de caucho	Más de 1/2 del perímetro	Más de 1/4 del perímetro	Menos de 1/4 del perímetro
6) Adherencia de grasas	Más de 1/3 del diámetro de la tubería	Entre 1/3 y 1/10 del diámetro de la tubería	Menos de 1/10 del diámetro de la tubería
Adherencia del mortero	Más de 1/3 del diámetro de la tubería	Entre 1/3 y 1/10 del diámetro de la tubería	Menos de 1/10 del diámetro de la tubería
7) Penetración de las raíces	Más del 50 % de la sección tubular	Entre 10 y 50 % de la sección tubular	Menos del 10% de la sección tubular
8) Aflojamiento o movimiento sinuoso de las tuberías	Más de 3/4 del diámetro de la tubería	Entre 1/2 y 3/4 del diámetro de la tubería	Menos de 1/2 del diámetro de la tubería
9) Saliente del tubo lateral	Más del 50 % del diámetro del tubo	Entre 10 y 50 % del diámetro de la tubería	Más del 10 % del diámetro del tubo


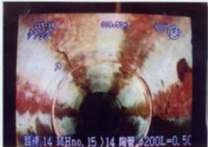
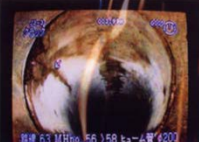
1) Corrosión de las tuberías

<p>[Categoría A]</p> <p>Exposición de las barras de refuerzo (HP)</p> 	<p>[Categoría B]</p> <p>Exposición de agregados (HP)</p> 
<p>[Categoría C]</p> <p>Superficie desgastada (HP)</p> 	<p>A: Se requiere reparar urgentemente B: Se requiere reparar programadamente C: Se requiere dar seguimiento</p> <p>HP: Tubo de hormigón centrifugado</p>

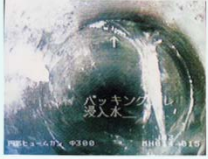


2) Daños de las tuberías

<p>[Categoría A]</p> 	<p>[Categoría B]</p> 
<p>[Categoría C]</p> 	<p>A: Se requiere reparar urgentemente B: Se requiere reparar programadamente C: Se requiere dar seguimiento</p>



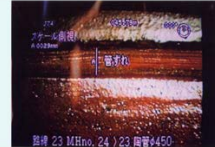
3) Grietas de las tuberías

<p>[Categoria A]</p> 	<p>[Categoria B]</p> 
<p>[Categoria C]</p> 	<p>A: Se requiere reparar urgentemente B: Se requiere reparar programadamente C: Se requiere dar seguimiento</p>



4) Filtración de agua

<p>[Categoria A]</p> 	<p>[Categoria B]</p> 
<p>[Categoria C]</p> 	<p>A: Se requiere reparar urgentemente B: Se requiere reparar programadamente C: Se requiere dar seguimiento</p>


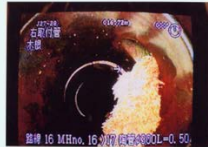
5) Desplazamiento de las juntas

<p>[Categoria A]</p> 	<p>[Categoria B]</p> 
<p>[Categoria C]</p> 	<p>A: Se requiere reparar urgentemente B: Se requiere reparar programadamente C: Se requiere dar seguimiento</p>

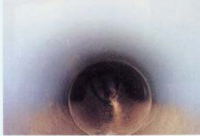
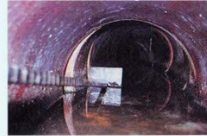

6) Adherencia de grasas

<p>[Categoria A]</p> 	<p>[Categoria B]</p> 
<p>[Categoria C]</p>	<p>A: Se requiere reparar urgentemente B: Se requiere reparar programadamente C: Se requiere dar seguimiento</p>

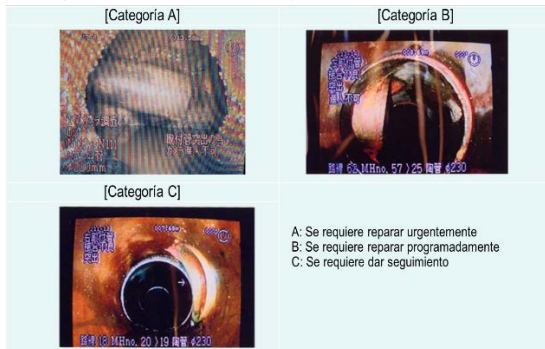
7) Penetración de raíces

<p>[Categoria A]</p> 	<p>[Categoria B]</p> 
<p>[Categoria C]</p>	<p>A: Se requiere reparar urgentemente B: Se requiere reparar programadamente C: Se requiere dar seguimiento</p>

8) Afloramiento y sinuosidad de las tuberías

<p>[Categoria A]</p> 	<p>[Categoria B]</p> 
<p>[Categoria C]</p> 	<p>A: Se requiere reparar urgentemente B: Se requiere reparar programadamente C: Se requiere dar seguimiento</p>

9) Saliente del tubo de acople



(2) Criterios de diagnóstico de las tuberías

En base a la anterior Tabla 3-2 “Clasificación de las anomalías y categorías (criterios de evaluación)”, es necesario diagnosticar las tuberías tomando en cuenta adicionalmente los siguientes criterios:

- 1) ¿Tiene capacidad hidráulica?
- 2) ¿Se observan obstáculos A y B?: Se consideran los obstáculos estructurales.

Daños, grietas (perímetro y eje), corrosión, desnivel y espacios abiertos

Por lo general, se considera que las grietas en sentido al eje del tubo afectan más la resistencia del tubo, mientras las grietas en sentido a la circunferencia afectan menos la resistencia del tubo.

Asimismo, las obstrucciones causadas por raíces de árbol y grasas pueden ser eliminadas con el lavado de alta presión, por lo tanto no se agrega como criterio de diagnóstico de las tuberías.

- 3) ¿Cómo están distribuidos los obstáculos A y B?

Distribución en todo el tramo \Leftrightarrow Obstáculos locales

Reconstrucción del tramo o Rehabilitación local

Para reconstruir o rehabilitar las tuberías de manera programada, es necesario determinar si se requiere realizar una reconstrucción de todo el tramo o una rehabilitación local.

- 4) Por lo general, únicamente los obstáculos de la categoría C requieren dar seguimiento.
- 5) ¿Cuántos años de obsolescencia? Más que la vida útil (50 años).

3-4 Método de estudio de las tuberías

(1) Falta de capacidad hidráulica de las tuberías

El 77% de las tuberías de alcantarillado de IDAAN son tuberías de 6 a 8 pulgadas (150mm - 200mm), por lo tanto en los sectores de edificios residenciales y comerciales puede existir la falta de capacidad hidráulica. Para ello, es necesario establecer estos sectores como sectores prioritarios y desarrollar activamente el estudio.

En los sectores donde puede existir la falta de capacidad hidráulica, también puede existir la alta incidencia de obstrucciones, etc., no obstante, es difícil realizar el lavado de alta presión en todas las tuberías. Primero es necesario realizar una inspección visual de los pozos de registro para comprobar el estado de estancamiento y flujo de agua en el pozo, a la vez realizar una inspección del interior de la tubería con cámara endoscópica, de esta manera focalizar los tramos que requieran la limpieza y el estudio detallado.



Inspección visual del pozo de registro



Cámara endoscópica



Imagen de la infiltración de agua (Don Bosco)



Rotura de tubería en la parte superior del tubo (Chanis)

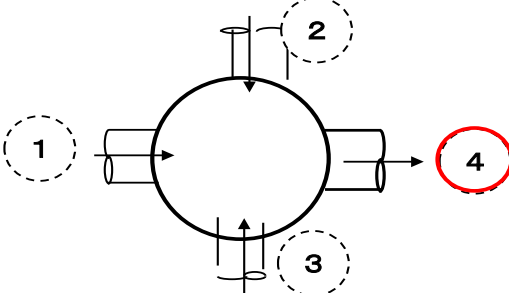




Formulario para Inspección Interna de Alcantarillado					
Fecha de Inspección	20170601	Tiempo (Condición meteorológico)	Rain	No. del pozo de inspección	CI-006905
Dirección					
Material		Diámetro		Longitud de la línea	
Alcantarillado Inspeccionado	 <p style="text-align: right;">Pozo</p>				
Estado del pozo	<input type="checkbox"/> Bien <input checked="" type="checkbox"/> Inundado <input type="checkbox"/> Otros ()				
Estado de alcantarillado	<input type="checkbox"/> Roto <input type="checkbox"/> Agrietado <input type="checkbox"/> Desalineado <input checked="" type="checkbox"/> Infiltración <input type="checkbox"/> Raíces de árbol				
	<input type="checkbox"/> Grasas <input type="checkbox"/> Conexión irregular <input type="checkbox"/> Caído, Sinuoso <input checked="" type="checkbox"/> Estancado <input type="checkbox"/> Arena, tierra				
Medidas tomadas	<input type="checkbox"/> Reparación de emergencia <input type="checkbox"/> Lavado de emergencia <input checked="" type="checkbox"/> Requiere la inspección detallada				
Fotos	 <p style="text-align: center;">Lugar</p>		 <p style="text-align: center;">Estado interno del pozo de inspección</p>		
	 <p style="text-align: center;">Boca de la tubería</p>		 <p style="text-align: center;">Interior de la tubería</p>		

Tabla 33 Ejemplo del formulario de estudio

(2) Problema de falta de conexión domiciliaria

Consideramos que el problema de la falta de conexión domiciliaria se observa frecuentemente en los años cuando se realizan obras de mejora del alcantarillado y especialmente en la zona residencial de estrato económicamente desfavorecido. El estudio de OD de los ríos se realiza para conocer la

situación de la contaminación de los ríos a través de la medición de OD. Este estudio permite realizar la medición visitando unos 10 tramos en una sola mañana, por lo que es idóneo para focalizar los tramos con problema de contaminación como la filtración de aguas residuales. En estos sectores, se puede determinar el orden de prioridad de los sectores con problema de contaminación identificando los niveles de contaminación de los ríos a través del estudio de OD, primero en los afluentes grandes y luego en los afluentes que presentan problema con un estudio más detallado.



Figura 3-3 Caso de estudio en el Río Abajo

(3) Estudio de infiltración de agua pluvial e infiltración de agua subterránea

El estudio de infiltración de agua pluvial e infiltración de agua subterránea se realiza para evaluar el caudal de infiltración a través de la instalación del caudalímetro, la medición consecutiva del caudal en el interior de la tubería y el cálculo del caudal de infiltración en base a los datos de precipitaciones durante el período de estudio. Asimismo, con el uso simultáneo del medidor de EC que permite una instalación y análisis más fácil en comparación con la instalación del caudalímetro, se puede realizar la evaluación rápida por sector.

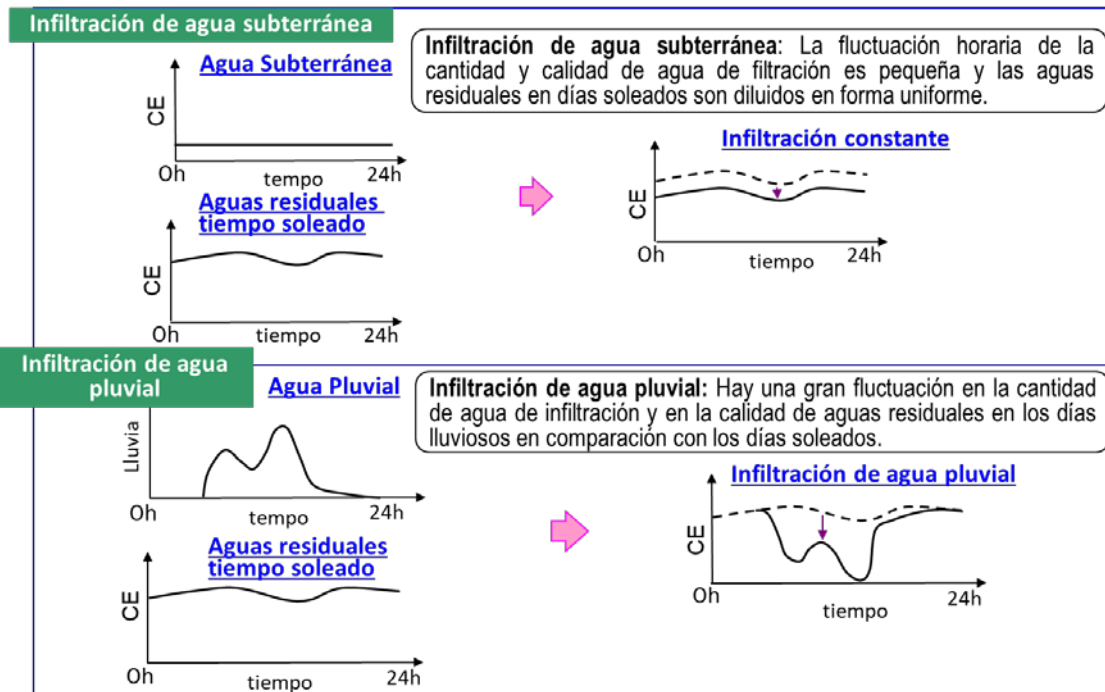


Figura 3-4 Comportamientos de la calidad del agua con medidor de EC

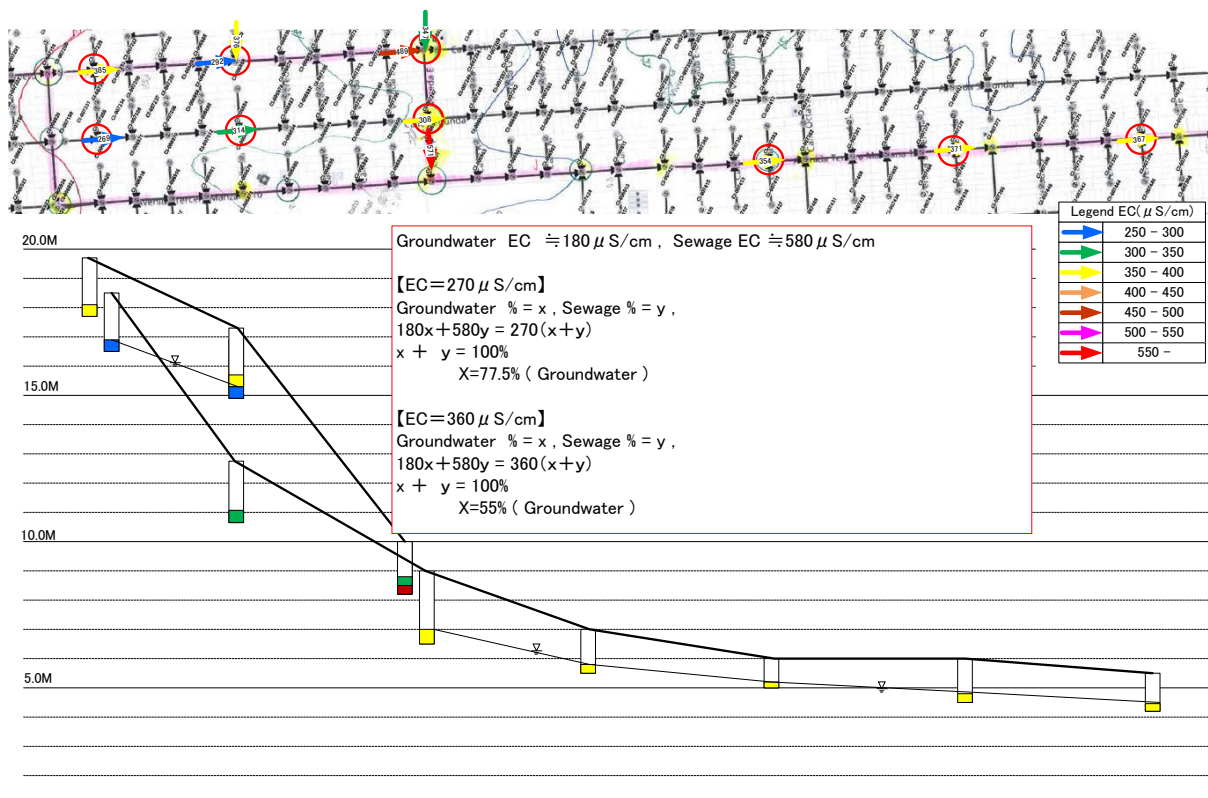


Figura 3-5 Estimación del caudal mezclado con agua subterránea con medidor de EC

Especialmente, el estudio de caudal muestra claramente la diferencia de caudal entre los días de sol y los días de lluvia, por lo tanto permite identificar cuáles son las tuberías con falta de capacidad hidráulica, lugares con mayor incidencia de infiltración de agua. etc.

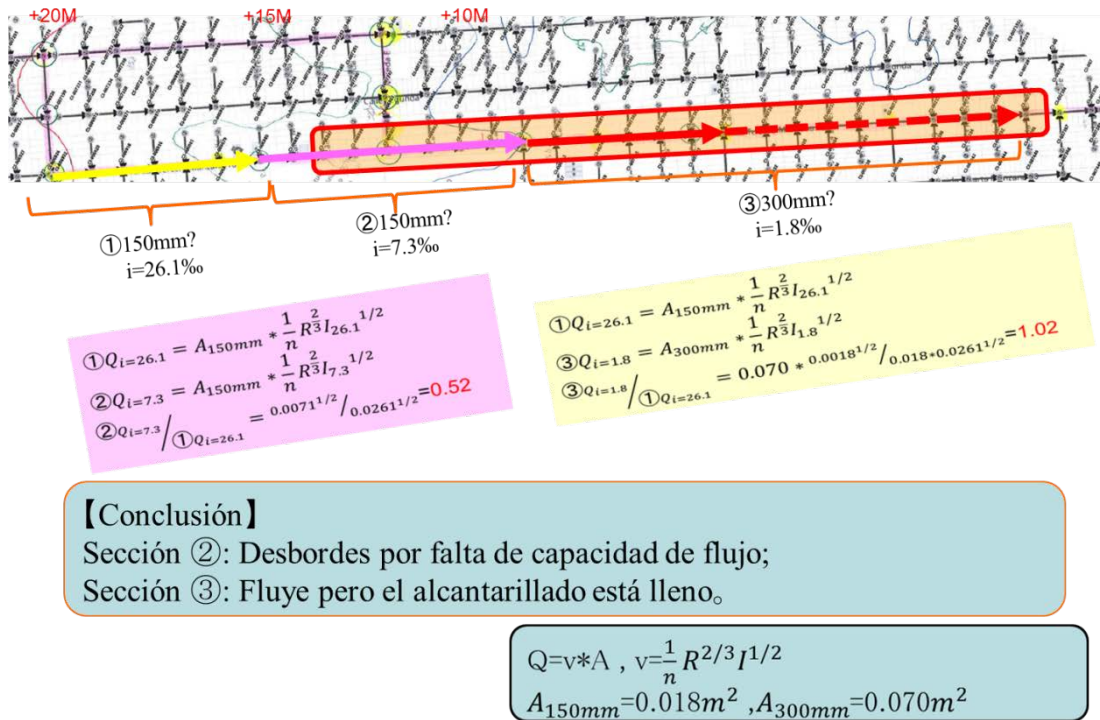


Figura 3-6 Evaluación rápida de capacidad hidráulica de las tuberías existentes

(4) Medición de caudal en canal abierto

Para la medición de caudal en canal abierto se utilizan el canal artificial y el caudalímetro de velocidad de entrada. A continuación, se describen los puntos de consideración para la medición.

El flujo de las aguas residuales en el pozo de registro es irregular en la parte invertida y en el curso inferior del pozo de registro, lo cual no permite realizar una medición exacta del caudal. Por lo tanto, es necesario instalar el sensor en el lado del curso superior del pozo de registro.

Además, en la parte del sensor fácilmente se adhieren residuos como el papel tisú y puede producir la falta de medición de datos de velocidad de flujo, por lo que es necesario realizar una inspección cada 10 días.

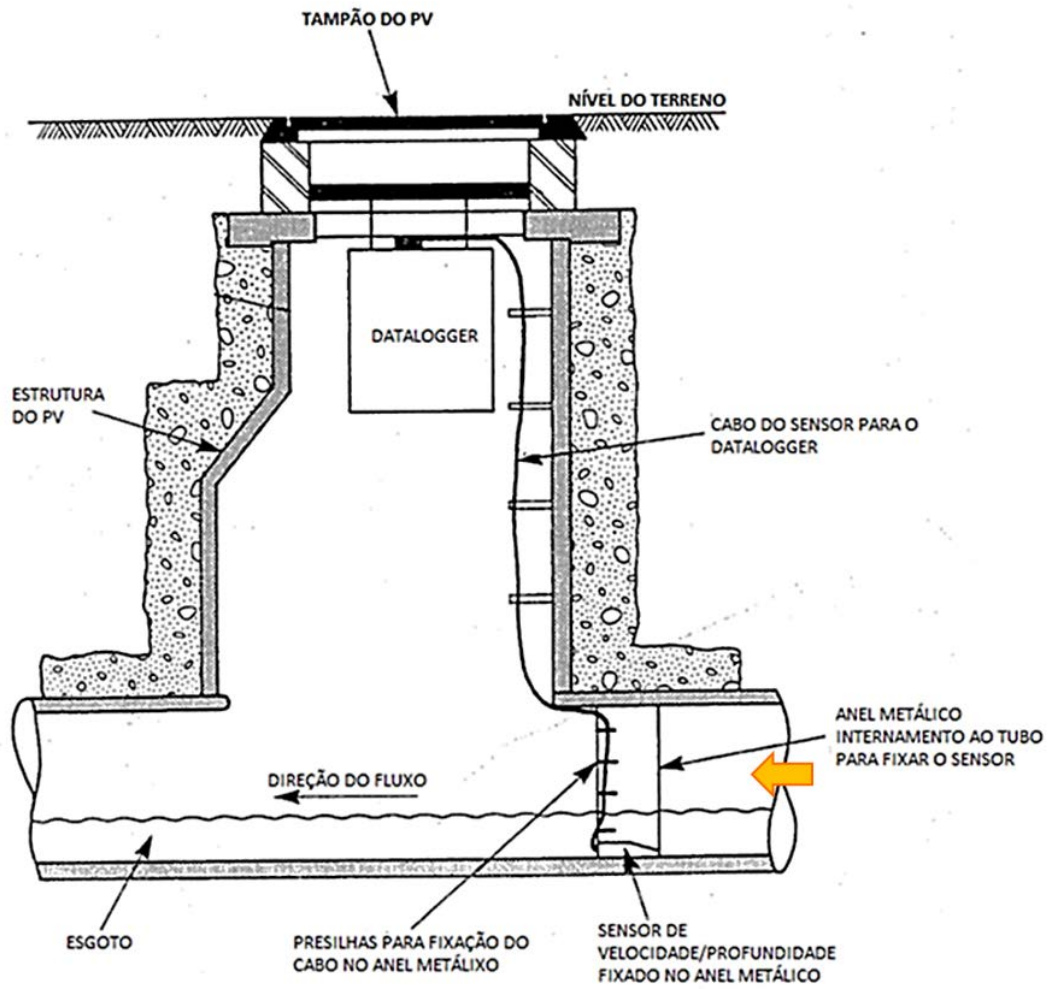


Figura 3-7 Figura de instalación del caudalímetro de velocidad de entrada

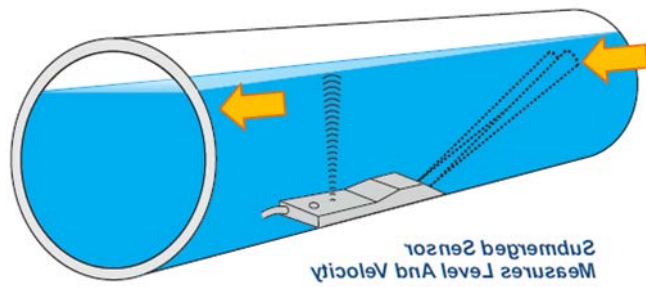
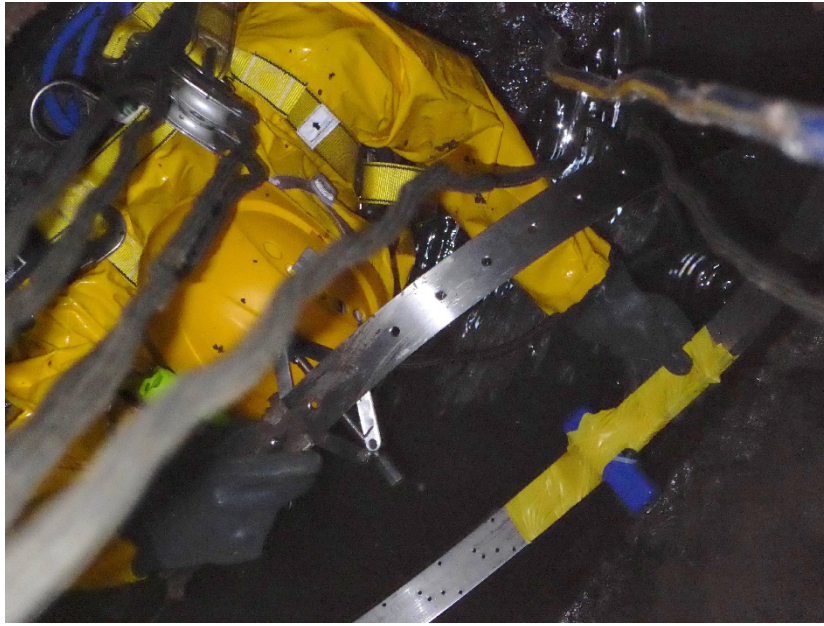


Figura 3-8 Imagen ilustrativa del sensor del caudalímetro de velocidad de entrada (sensor de presión de agua y sensor de velocidad de flujo)



Prevención de la pegadura de residuos en la parte del sensor

(5) Tuberías obsoletas

Con respecto al estudio de tuberías obsoletas, se supone que las tuberías obsoletas están ubicadas en el Centro de la ciudad y que se desconocen las rutas de instalación de tuberías, etc. Para estas tuberías obsoletas también es efectivo utilizar la cámara endoscópica para inspeccionar el estado de la rotura, las rutas, etc., así como las pruebas de tinte y las pruebas de sonido.

Las pruebas de tinte es un método que utiliza un flujo de tinte fluorescente diluido con agua, no tóxico para los procesos de tratamiento en las plantas de tratamiento de aguas residuales, etc., desde el curso superior por la tubería principal de alcantarillado, la tubería de acceso y la tubería de drenaje domiciliaria para estudiar las vías de flujo, las vías de fuga y el tiempo de llegada del flujo.

Las pruebas de sonido es un método para estudiar las vías de drenaje desde la tubería principal de alcantarillado hasta su tubería de acceso y hasta la tubería de drenaje domiciliaria. Existen dos métodos de prueba, la comprobación del sonido de golpe con un martillo, etc. y la comprobación por la resonancia de ondas sonoras.

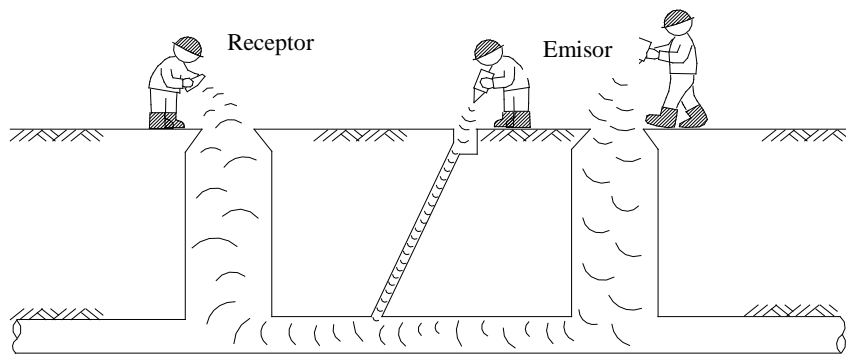


Figura 3-9 Diagrama de esquema de pruebas de sonido

3-5 Casos de estudio (sector de Don Bosco)

A continuación, se describe un caso de estudio en el sector de Don Bosco realizado junto con la contraparte durante la OJT (capacitación en el trabajo) en manejo de los equipos de estudio para identificar la causa de desbordes en las tuberías de alcantarillado. En la Figura 3-10 se muestra el flujo de estudio.

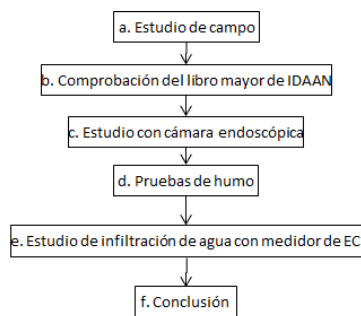


Figura 3-10 Flujo de estudio en la OJT

a. Estudio de campo

Explicación del método de estudio

El estudio de campo reveló que en el sector de Don Bosco existen numerosos casos de desbordes y estancamientos de agua en los pozos de registro del curso inferior.

b. Comprobación del libro mayor de IDAAN

En IDAAN, algunas veces hallan planos de diseño antiguos.

Las tuberías de alcantarillado en Panamá están instaladas a lo largo de la pendiente de la superficie de la tierra, de una forma donde “Pendiente del curso superior > Pendiente del curso inferior”, por lo tanto posiblemente exista la falta de capacidad en muchas tuberías del curso inferior.

En la Figura 3-11, se muestra la situación del estudio de campo realizado. El sector de Don Bosco anteriormente era una tierra ganada al mar, por lo tanto, se desarrolló el estudio formulando las siguientes hipótesis sobre la base de los resultados del estudio de campo.

[Hipótesis ⇒ Resultado]

- Los estancamientos de agua en los pozos de registro es producto de la infiltración de agua pluvial y no hay estancamiento de agua cuando hay sol.
⇒ Durante la época de lluvia, el nivel de agua no baja.
- En las tuberías de los pozos de registro donde presentan estancamientos de agua, las tuberías de alcantarillado están obstruidas.
⇒ Se realizó el lavado de alta presión, pero el nivel de agua no bajó. No es la obstrucción.
- El agua se desborda por la falta de capacidad hidráulica debido a la gran infiltración de agua cuando llueve.
⇒ Falta de capacidad hidráulica en las tuberías del curso inferior debido a “Pendiente del curso superior > Pendiente del curso inferior”. Se requiere tomar las medidas para reducir la infiltración de agua.

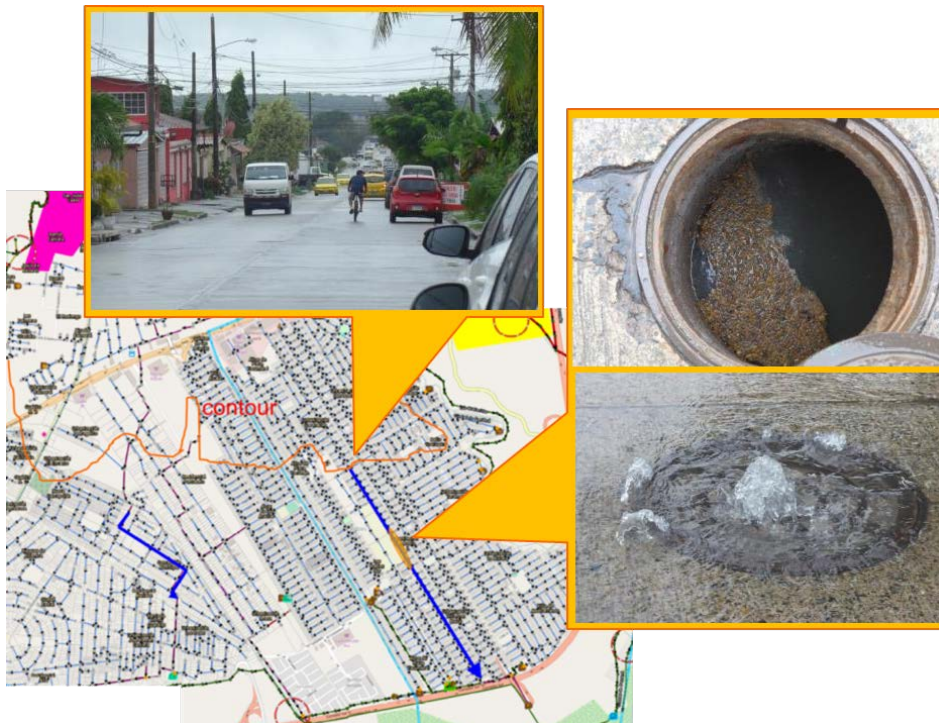


Figura 3-11 Sector de Don Bosco (unas 300ha)

c. Estudio con cámara endoscópica

En los sectores donde la altura sobre el nivel del mar es de 10m o menos aproximadamente, se presentan estancamientos de agua en el interior de los pozos de registro y fue imposible realizar el estudio de revisión del interior de las tuberías con cámara endoscópica. Por esta razón, se realizó el estudio con cámara endoscópica en los pozos de registro ubicados entre 15m y 20m de altura sobre el nivel del mar. Por lo general, las tuberías de los tramos de estudio estaban en buenas condiciones, aunque se observaba la infiltración de agua.



OJT en cámara endoscópica

A continuación, se muestra el ejemplo del formulario de campo. Como se muestra en las fotografías, se observa la infiltración de agua subterránea.

Formulario para Inspección Interna de Alcantarillado

Fecha de Inspección	6/26	Tiempo (Condición meteorológico)	Cloudy	No. del pozo de inspección	6879
Dirección					
Material		Diámetro	150mm?	Longitud de la línea	
Alcantarillado Inspeccionado	<p style="text-align: right;">Pozo</p>				
Estado del pozo	<input checked="" type="checkbox"/> Bien <input type="checkbox"/> Inundado <input type="checkbox"/> Otros ()				
Estado de alcantarillado	<input type="checkbox"/> Roto <input type="checkbox"/> Agrietado <input type="checkbox"/> Desalineado <input checked="" type="checkbox"/> Infiltración <input type="checkbox"/> Raíces de árbol				
	<input type="checkbox"/> Grasas <input type="checkbox"/> Conexión irregular <input type="checkbox"/> Caído, Sinuoso <input type="checkbox"/> Estancado <input type="checkbox"/> Arena, tierra				
Medidas tomadas	<input type="checkbox"/> Reparación de emergencia <input type="checkbox"/> Lavado de emergencia <input type="checkbox"/> Requiere la inspección detallada				
Fotos	<p style="text-align: center;">Lugar</p>		<p style="text-align: center;">Estado interno del pozo de inspección</p>		
	<p style="text-align: center;">Boca de la tubería 6881</p>		<p style="text-align: center;">Interior de la tubería 6880</p>		

d. Pruebas de humo

A través de las pruebas de humo, se realizó el estudio de conexiones erróneas con aguas pluviales. Esta prueba es utilizada frecuentemente por la contraparte ya que se permite visualizar las conexiones erróneas. Sin embargo, los resultados del estudio en el sector de Don Bosco indican que existían pocas conexiones erróneas y se sospechó de la infiltración de agua subterránea como la

causa principal.



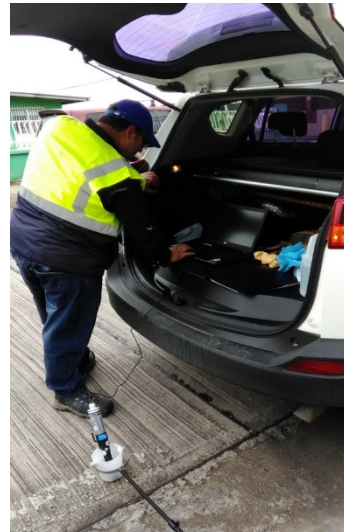
Mezcla de agua y glicerina



Estudio en el sector de Don Bosco
(no hay conexiones erróneas)

e. Estudio de infiltración de agua con medidor de EC

Los resultados del estudio con cámara endoscópica indican que existe la infiltración de agua, por lo tanto se realizó el estudio de infiltración de agua con medidor de EC para determinar el porcentaje de infiltración de agua en el caudal de aguas residuales.



Estudio de infiltración de agua con medidor de EC (después de la toma de agua, está analizando en computadora)

Como resultado del estudio de EC en 9 tramos de alcantarillado, se supone que el caudal de aguas

subterráneas ocupa más del 70% del caudal de aguas residuales en los tramos con mayor infiltración de agua, y que los niveles de aguas subterráneas alcanzan hasta la altura de 15m a 17m sobre el nivel del mar. Esto demuestra que la causa de estancamientos de agua en los pozos de registro no era la obstrucción, etc. de la tubería de alcantarillado. Se presumen dos causas: los niveles de aguas subterráneas son muy altos durante la época de lluvia porque el sector de Don Bosco es una tierra ganada al mar, y la tubería de alcantarillado está llena de aguas subterráneas.

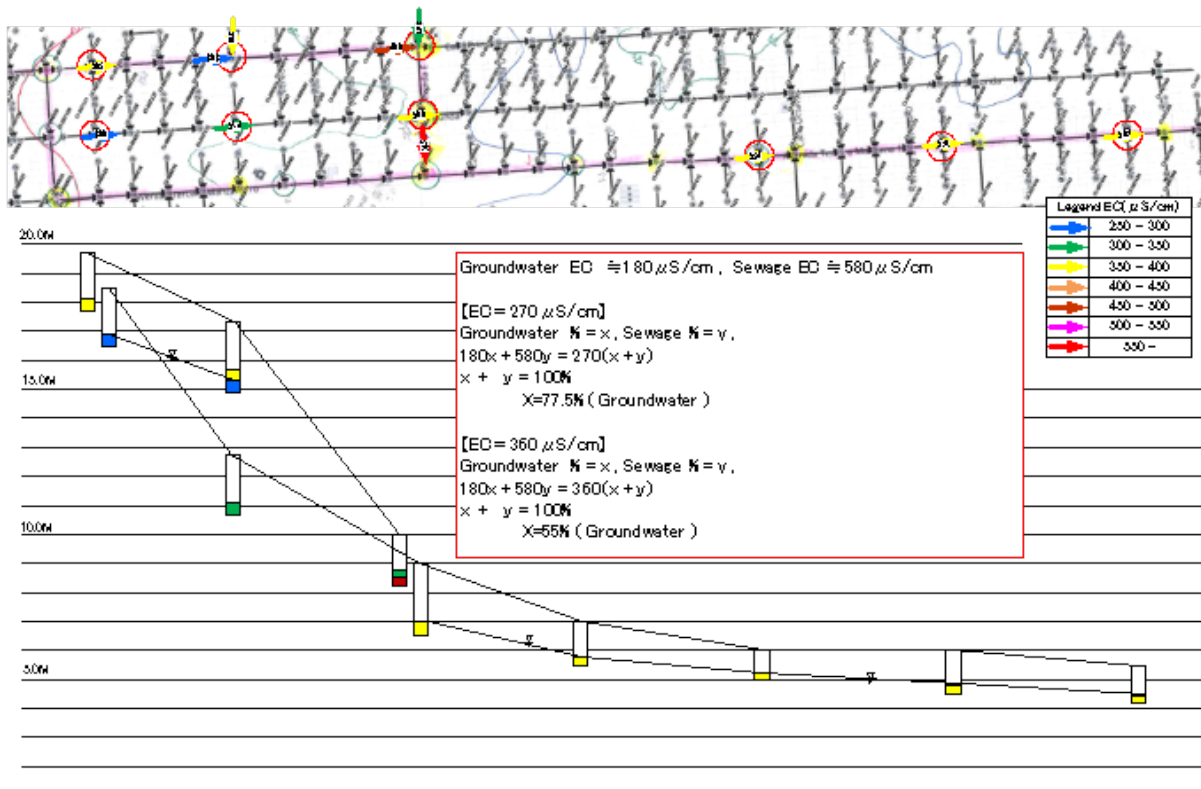


Figura 3-12 Resultados del estudio de infiltración de agua con medidor de EC

f. Conclusión

Posiblemente, los estancamientos de agua en el interior de los pozos de registro en el sector de Don Bosco se deben a los niveles de aguas subterráneas. Creemos que la causa es el terraplén de la autopista (Corredor Sur) que detiene el flujo de las aguas subterráneas hacia el lado costero. Como una medida, consideramos que es necesario separar las tuberías de alcantarillado en dos zonas, la zona baja (de menos de 10m-15m de altura sobre el nivel del mar) designada como área de drenaje por bombeo construyendo una estación de bombeo, y la zona alta (más alta que la zona baja) designada como área conectada con tubería de transmisión natural por presión.



Figura 3-13 Imagen ilustrativa de la medida (borrador) en el sector de Don Bosco

4. Plan de gestión de las tuberías

Consideramos que los cuatro principales problemas de las tuberías existentes en el Área Metropolitana de Panamá son los siguientes: 1) Capacidad hidráulica de las tuberías, 2) Falta de conexión domiciliar de drenaje, 3) Infiltración de agua pluvial e infiltración de agua subterránea y 4) Tuberías obsoletas.

Por otro lado, como se muestra en la Figura 2-4 “Número de casos de quejas por sector por mes”, de 84 sectores fraccionados, 35 sectores presentan más de 3 casos de quejas por mes en un promedio de 4 años, y los sectores más quejosos son las zonas residenciales de la Cinta Costera construidas en las tierras ganadas al mar como el sector de Las Acacias, Juan Díaz y Don Bosco.

Consideramos que una metodología de operación y mantenimiento programado de las tuberías es realizar estudio y diagnóstico designando estos sectores más quejosos como sectores prioritarios e ir formulando las medidas a implementar.

Es necesario realizar los estudios que hemos mencionado hasta ahora a través de la contratación de empresas externas para delegar trabajos, acumular los datos de los estudios y resumirlos como un plan a largo plazo que defina el orden de prioridad de los sectores de estudio.

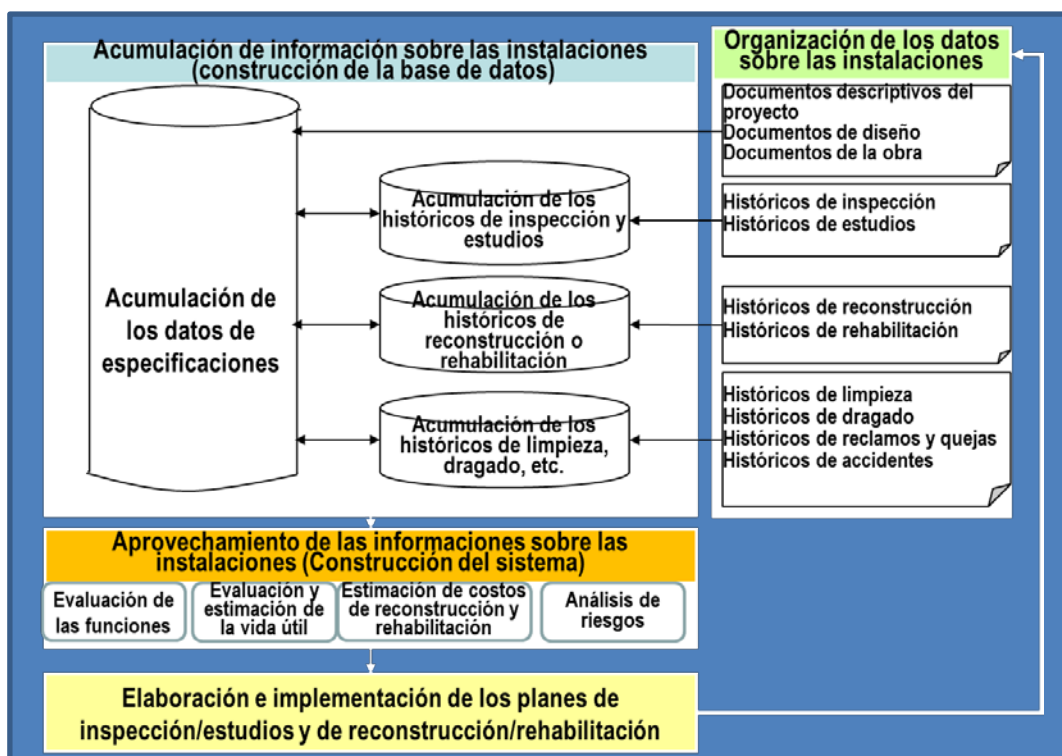


Figura 4-1 Creación de una base de datos para los datos de inspección, etc. y su aplicación

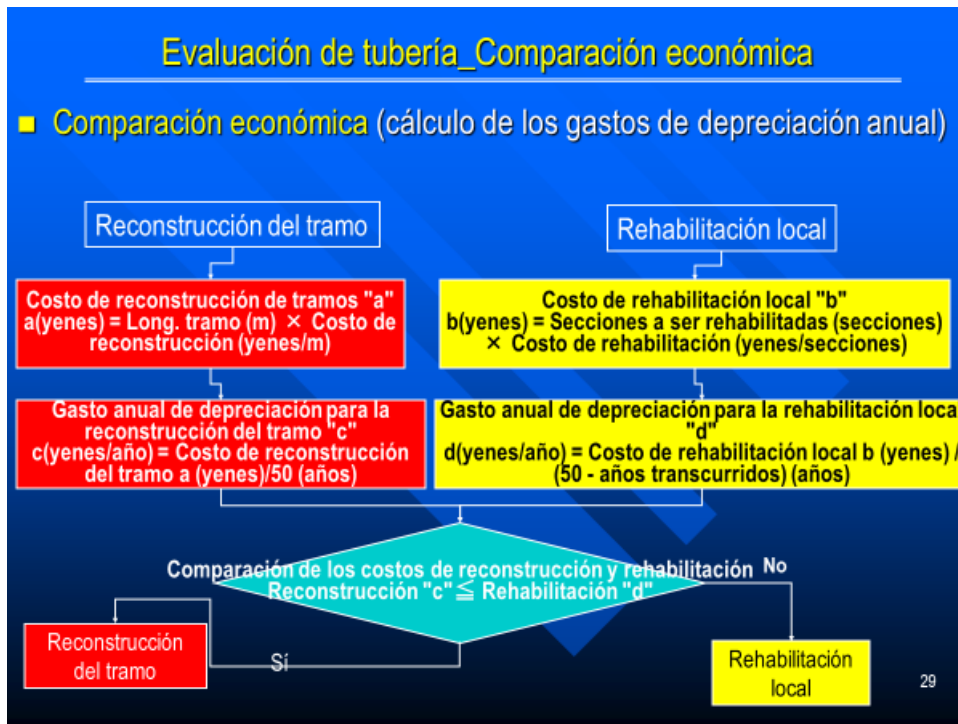


Figura 4-2 Comparación económica en el diagnóstico de las tuberías

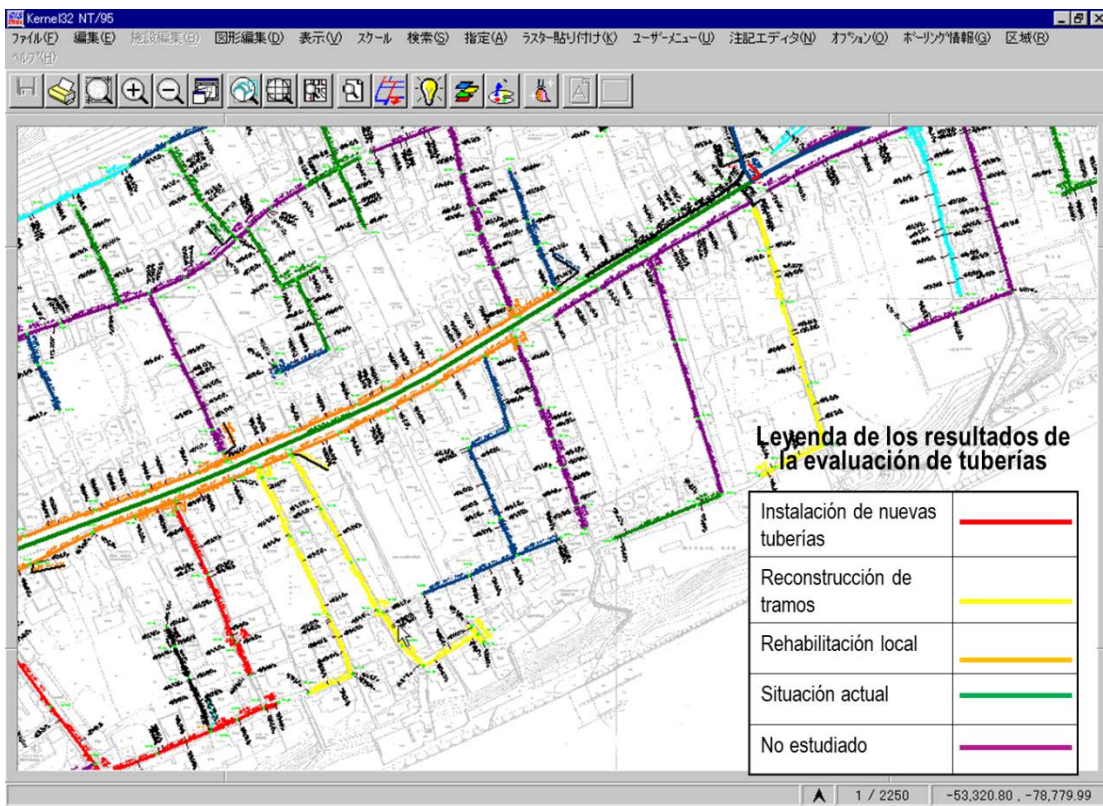


Figura 4-3 Definición del orden de prioridad de los sectores de estudio (plan a largo plazo)

**Proyecto de Mejoramiento de la
Administración de Aguas Residuales en
el Área Metropolitana de Panamá
【Asistencia Técnica en el Marco de la
Cooperación Financiera Reembolsable】
(Segunda Fase: Fase de Implementación
del Proyecto)**

Plan de Uso Efectivo de Lodos

**Julio de 2016
Agencia de Cooperación Internacional del Japón
(JICA)**

Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

**Proyecto de Mejoramiento de la Administración de Aguas Residuales en el Área
Metropolitana de Panamá
【Asistencia Técnica en el Marco de la
Cooperación Financiera Reembolsable】
(Segunda Fase: Fase de Implementación del Proyecto)**

Índice

1.	Estudio de base	1
1.1.	Situación actual sobre la volumen de lodos generados	1
1.1.1	Evolución de la cantidad de efluentes tratados	1
1.1.2	Situación de los rellenos sanitarios	2
2	Resumen de las condiciones básicas.....	6
2.1	Leyes relacionadas	6
2.1.1	Normas de utilización agrícola de lodos residuales	6
2.2	Factores previstos.....	9
2.2.1	Pronóstico sobre el flujo entrante	9
2.2.2	Volumen de lodos generados	9
2.2.3	Capacidad de las instalaciones actualmente disponibles.....	14
2.3	Pronóstico sobre el volumen de lodos generados	15
3	Plan de uso efectivo de lodos	17
3.1	Lineamiento básico	17
3.1.1	Concepto de uso efectivo de lodos	17
3.1.2	Sobre la estabilidad de uso efectivo.....	17
3.2	Manera de utilizar técnicas en diferentes sectores del proceso de tratamiento de lodos .	18
3.2.1	Manera de utilizar técnicas en diferentes sectores del proceso de tratamiento de lodos	18
3.2.2	Uso en campos verdes agrícolas	21
3.2.3	Uso para materiales de construcción.....	24
3.3	Imagen de reducción del volumen en el proceso de tratamiento de lodos	27
3.4	Técnicas de diferentes sectores para el proceso de tratamiento del lodo	29
3.4.1	Ejemplo de desecación del lodo (desecación granular)	29
3.4.2	Ejemplo de carbonización de lodos (a baja temperatura)	31
3.4.3	Ejemplo de incineración (incinerador en lecho fluidizado)	31
3.5	Primera selección del proceso de tratamiento de lodos	32

4. Estudio de mercado de técnicas de conversión en recursos.....	35
4.1 Necesidad de estudio de mercado	35
4.2 Ejemplo de la encuesta.....	37
4.2.1 Ejemplo de la encuesta para los fabricantes de cemento.....	37
4.2.2 Ejemplo de encuesta para los fabricantes de compost.....	44

1. Estudio de base

1.1. Situación actual sobre el volumen de lodos generados

1.1.1 Evolución de la cantidad de efluentes tratados

En la Figura 1.1 se muestra la evolución de la cantidad de efluentes tratados y lodos deshidratados, a partir del informe mensual de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Juan Díaz. El lodo se deshidrata hasta un contenido de agua inferior al 75%, para ser transportadas y desechadas en el Relleno Sanitario de Cerro Patacón.

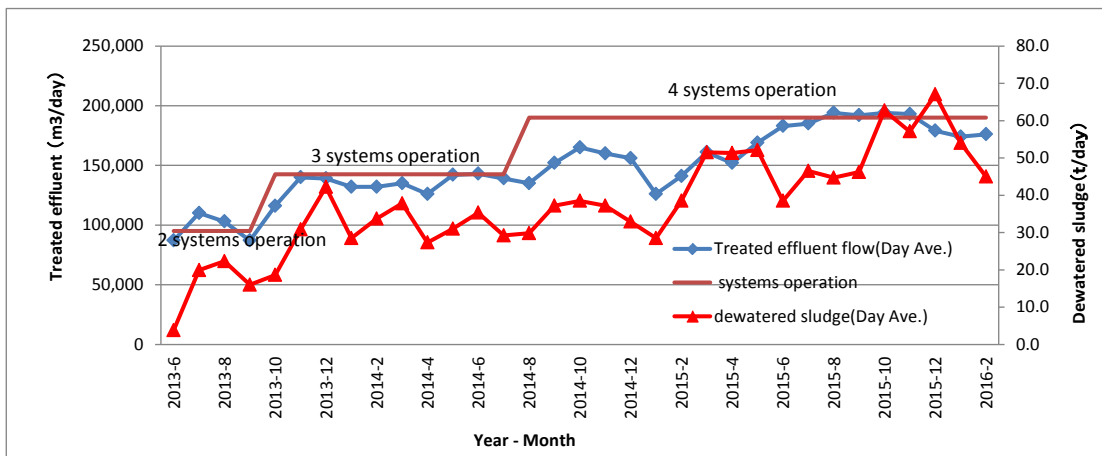


Figura 1.1 Evolución de la cantidad de efluentes tratados y lodos deshidratados

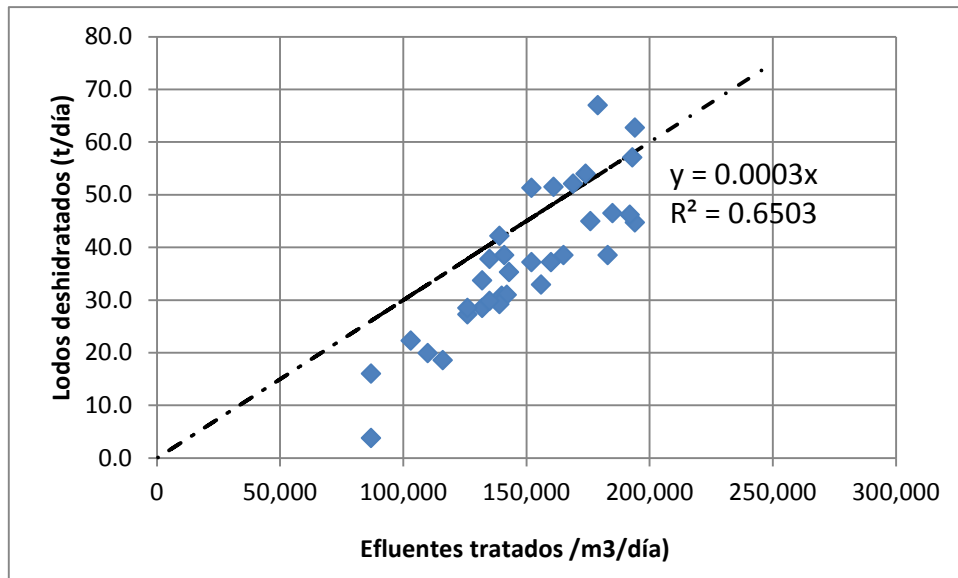


Figura 1.2 Relación entre la cantidad de efluentes tratados y el volumen de lodos deshidratados

1.1.2 Situación de los rellenos sanitarios

(1) Relleno Sanitario de Cerro Patacón

El Relleno Sanitario de Cerro Patacón empezó a funcionar en 1985, contando con una superficie de 132ha. Un promedio mensual de 60 mil toneladas (80 mil toneladas en diciembre) de basura se transporta allí para ser relleno.



Figura 1.3 Resumen del Relleno Sanitario de Cerro Patacón

“Taller sobre el modelo de emisiones en relleno sanitario para la región Centroamericana” San Salvador, El Salvador marzo 2007

En la Tabla 1.1 se muestra el volumen previsto de generación de basura. En las ciudades de Panamá y San Miguelito se generan 1.000t/día de desechos. La cantidad actual de lodos deshidratados en la PTAR de Juan Díaz es de 60m³ al día, aproximadamente, que corresponden al 6 % de la cantidad de tratamiento en el relleno sanitario.

Por otra parte, cuando se divide la capacidad de relleno según el diseño por el volumen de generación previsto, el resultado es: $6.400.000 \div 1.525 \text{ t/día} \div 365 = 11,5$ años. Aunque el volumen de tratamiento real puede ser algo menor al realizarse la recogida selectiva de basura, se considera que no hay holgura apenas en el relleno sanitario.

Tabla 1.1 Volumen de generación de basura previsto

Municipio	(Ton/día)
♦ Panamá y San M.:	1000
♦ Colón:	200
♦ David:	100
♦ La Chorrera	70
♦ Arraijan	40
♦ Chitré	20
♦ Los Santos	15
♦ Santiago	60
♦ Bugaba	20
Total	1.525

“Gestión de residuos sólidos: Impacto sobre los ecosistemas hídricos y áreas costeras” Ing. Erick N. Vallester E. Panamá, 10 al 20 de agosto de 2010.

Tabla 1.2 Capacidad de relleno según el diseño

Fase	Cantidad para Relleno (m ³)
Fase 1	1.300.000
Fase 2	1.200.000
Fase 3	1.100.000
Fase 4	2.800.000
Total	6.400.000

“Estudio sobre el Plan de Manejo de los Desechos Sólidos para la Municipalidad de Panamá en la República de Panamá” JICA

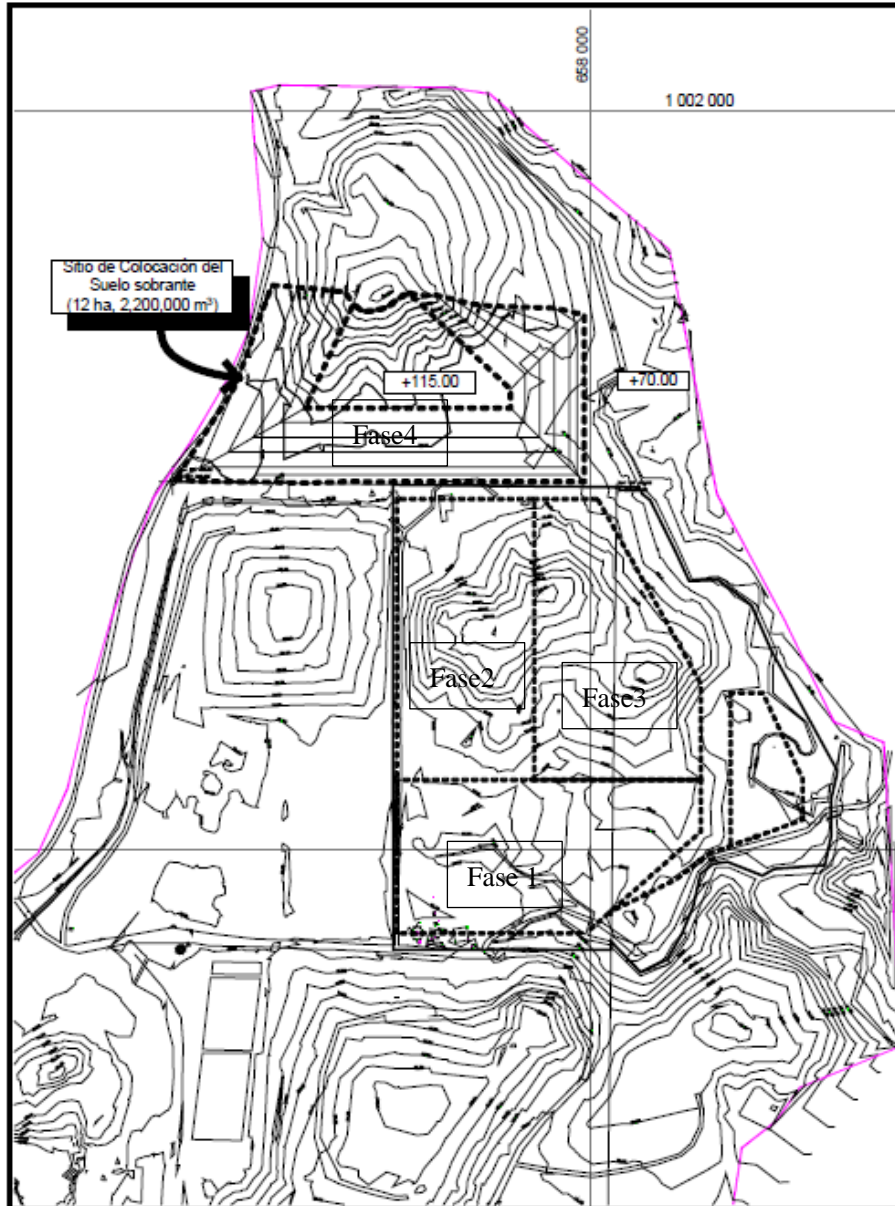


Figura 1.4 División del Relleno Sanitario de Cerro Patacón por fases

“Estudio sobre el Plan de Manejo de los Desechos Sólidos para la Municipalidad de Panamá en la República de Panamá” JICA



Estado del Relleno Sanitario de Cerro Patacón

http://images.prensa.com/sociedad/PRODUCCION-vertedero-mil-toneladas-diciembre_LPRIMA20151216_0209_25.jpg

2 Resumen de las condiciones básicas

2.1 Leyes relacionadas

2.1.1 Normas de utilización agrícola de lodos residuales

Las normas sobre la reutilización de lodos residuales se encuentran estipuladas en COPANIT-DGNTI47-2000. Según dichas normas, los lodos se clasifican entre la Clase I y la Clase II, conforme al método de tratamiento. Para los lodos que pertenecen a la Clase I se aplican la digestión aeróbica, digestión anaeróbica, secado al aire, conversión en abono (compost) o estabilización (ajuste de pH por la adición del compuesto alcalino). Para los lodos que corresponden a la Clase II se aplican el compost definido en la Clase I, secado con calefacción, digestión anaeróbica termófila o pasteurización (más de 70°C durante más d 30 minutos).

Tabla 2.1 Tipos de lodos y alcance de aplicación

Tipo	Alcance de aplicación
Conversión de Lodos en Abono (compost)	A) Fertilizante para especies hortícolas B) Viveros para plantas ornamentales C) Aditivos para mejorar las condiciones físicas de suelos D) Fertilizantes para áreas de recreación, tales como parques, campos de golf, etc.
Lodos líquidos (que contienen menos del 25 % de sólidos totales)	Fertilización de empastadas, estabilización de suelos, y aditivos para mejorar las condiciones físicas de suelos, tales como la estabilización de dunas o suelos.
Lodos deshidratados (que contienen al menos el 25 % de sólidos totales)	Estos lodos pueden ser aplicados en cultivo de forrajeras, viveros de plantas ornamentales, como un aditivo para suelos, campos de golf y otras áreas de contacto limitado con seres humanos, siempre que cumplan con los parámetros máximos especificados en las Tablas 2.2 y 2.3.
Lodos secos (que contienen al menos 40 % de sólidos totales)	Estos lodos pueden ser utilizados en aplicaciones agrícolas sin restricción, ya sea como abono o fertilizante en horticultura, cultivos de especies comestibles, plantaciones bananeras, viveros de especies frutales u ornamentales, forrajeras, etc. Se aplican siempre que cumplan con los parámetros máximos especificados en las Tablas 2.2 y 2.3.

Fuente: DGNTI-COPANIT 47-2000

Tabla 2.2 Límites Máximos de Metales Pesados y Coliformes Fecales Permitidos para Lodos a Ser Utilizados en Fabricación de Abonos

Parámetro	Límite máximo permitido	Unidades (en base al peso seco)
Arsénico	75	Mg/kg
Cadmio	85	Mg/kg
Cromo	3.000	Mg/kg
Cobre	4.300	Mg/kg
Plomo	840	Mg/kg
Mercurio	57	Mg/kg
Molibdeno	75	Mg/kg
Níquel	420	Mg/kg
Selenio	100	Mg/kg
Zinc	7.500	Mg/kg
Coliformes fecales	2.000	UFC/g
pH	9-12	

Fuente: DGNTI-COPANIT 47-2000

Tabla 2.3 Límites Máximos Permitidos de Metales Pesados y Coliformes Fecales para Lodos a Ser Utilizados en Aplicaciones Agrícolas

Parámetro	Límite máximo permitido (Mg/kg)	Ley de Control de Abonos (datos de referencia)	Ley de Medidas contra Contaminación del Suelo (datos de referencia)
Arsénico	40	50	150
Cadmio	40	5	150
Cromo	1.500	500	250
Cobre	1.500	—	—
Plomo	300	100	150
Mercurio	25	2	15
Molibdeno	25	—	—
Níquel	420	300	—
Selenio	50	—	150
Zinc	3.000	—	(120)
Coliformes fecales	2.000 (UFC/gr)	—	—
pH	9-12	—	—

Fuente: DGNTI-COPANIT 47-2000. Los datos de referencia basan a las leyes japonesas.

En la tabla de abajo se muestra la Carga Contaminante Máxima Anual Permitida para Lodos Usados en Agricultura

Tabla 2.4 Carga Contaminante Máxima Anual Permitida para Lodos Usados en Agricultura

Contaminante	Carga Máxima Anual Permitida (kg/ha/año)
Arsénico	2,00
Cadmio	1,90
Cromo	0,10
Cobre	75,00
Plomo	15,00
Mercurio	0,85
Molibdeno	0,10
Níquel	21,00
Selenio	5,00
Zinc	140,00

Fuente: DGNTI-COPANIT 47-2000

Tabla 2.5 Influencia de los elementos químicos sobre los seres vivos (referencia)

Clasificación	Elementos esenciales	Elementos importantes dentro de los lodos
Elementos esenciales para las plantas	Elementos importantes: Carbono, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre (Hay casos en que el calcio, magnesio y azufre se denominan elementos medianos)	Fósforo, potasio, calcio y magnesio
	Microelementos: Hierro, cobre, zinc, manganeso, boro, molibdeno y cloro	Hierro, manganeso y boro
Elementos esenciales para los hombres y animales	Elementos importantes: Oxígeno, carbono, hidrógeno y nitrógeno	
	Elementos medio-importantes: Calcio, fósforo, azufre, potasio, sodio, cloro, magnesio y hierro Microelementos: Zinc, cobre, yodo, selenio, manganeso, molibdeno, cromo y cobalto	
Elementos cuya cantidad es suficiente para el crecimiento normal de las plantas, sin embargo, para los animales no es suficiente desde el punto de vista de la nutrición.	Cobalto, cromo, cobre, yodo, hierro, manganeso, selenio y zinc	Cromo, cobre, manganeso, hierro y zinc
Elementos cuya concentración es apta para el crecimiento normal de las plantas, sin embargo, para los animales puede ser perjudicial, o puede causar un metabolismo deficiente.	Selenio, cadmio, molibdeno y plomo	Selenio y cadmio
Elementos con que el suelo y las plantas pueden ser obstáculos para defenderse los animales contra la toxicidad.	Arsénico, yodo, berilio, flúor, níquel y zinc	Arsénico, zinc, flúor y níquel

* Fuente: Documentos sobre el comportamiento de materiales perjudiciales dentro del abono, e Informe de Estudio sobre el Sistema Internacional de Seguridad del Abono, marzo de 2006, Asociación de Tierra de Japón.

2.2 Factores previstos

2.2.1 Pronóstico sobre el flujo entrante

De acuerdo con el resultado del pronóstico sobre el flujo entrante desde 2015 hasta 2025, realizado en el Plan Maestro Actualizado en 2015, se calcula el volumen de lodos generados. Por otra parte, según el pronóstico para el año 2045, se estima el flujo en $8,67\text{m}^3/\text{s}$, sin incluir Cabras y Zona Norte, por lo que desde 2015 hasta 2045 se ha trazado la gráfica mediante una aproximación lineal.

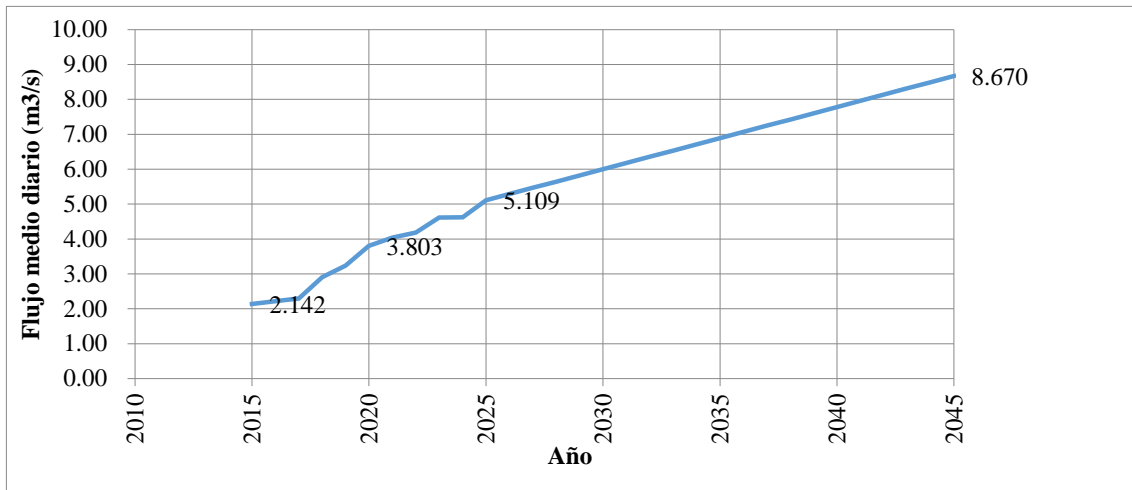


Figura 2.1 Pronóstico sobre el flujo entrante en la PTAR de Juan Díaz

Fuente: Plan Maestro Actualizado

2.2.2 Volumen de lodos generados

- (i) El volumen de lodos excedentes se calcula a partir de la cantidad de eliminación de sólidos en suspensión (SS), por lo que no se considera la conversión en lodos excedentes de la demanda biológica de oxígeno (BOD) ni la autólisis.

Volumen de lodos excedentes (cantidad de sólidos DS-t/d) = Cantidad de efluentes tratados previsto \times {Concentración de SS según el diseño \times Tasa de eliminación en los tanques reactivos} $\times 10^{-6}$

- (ii) Se considera que la concentración de SS diseño en la PTAR de Juan Díaz es como se indica más abajo. Por otra parte, al diseñar la dimensión de la instalación de tratamiento de lodos, considerando también la influencia de la calidad de agua por la carga del flujo de retorno, se calcula el volumen de lodos generados de acuerdo con la calidad del flujo entrante de diseño. Por lo tanto, se tiene en cuenta la tasa de recuperación de sólidos.
- (iii) La concentración de SS diseño en cada planta de tratamiento es tal como se muestra en la Tabla 2.6. Por otra parte, al determinar la dimensión de la instalación de tratamiento de lodos, considerando la influencia de la calidad de agua por la carga del flujo de retorno en el 20 %, se calcula el volumen de lodos generados de acuerdo con la calidad del flujo entrante de diseño.

- (iv) Se considera que la tasa de eliminación de SS en los tanques reactivos y tanques de sedimentación final es del 88%.
- (v) La densidad de lodos según las condiciones es tal como se indica en la tabla de abajo.

Tabla 2.6 Concentración de lodos, etc.

Condición	Valor	Observaciones
Concentración de SS del flujo entrante	125mg/l	Valor promedio en el informe mensual de O&M, febrero de 2016
Concentración de SS del flujo entrante de diseño	150mg/l	Valor promedio $\times 120$ % en el informe mensual de O&M, febrero de 2016
Concentración de SS en la descarga	18mg/l	Valor promedio en el informe mensual de O&M, febrero de 2016 O&M
Tasa de eliminación general de SS	85,6 %	"
Densidad de lodos excedentes	0,6 %	Referencia 2007SAPROF: 0,75 %
Densidad de lodos condensados por espesador	5,5 %	—
Tasa de recuperación de lodos condenados por espesador	95 %	—
Tasa de digestión	60 %	—
Contenido de agua de lodos deshidratados	80 %	Antes de adición de CaO (75 % después de adición)
Tasa de recuperación de lodos deshidratados	95 %	—

En la Figura 2.2 se muestra el balance de materia calculado en base al volumen medio diario de aguas residuales de febrero de 2016, calidad del flujo entrante, tasa de eliminación de la Tabla 2.5, etc. Como calidad del flujo entrante se ha utilizado la calidad actual, y para la tasa de eliminación se ha adoptado el valor real. En la Figura 2.3 se muestra el balance de materia calculado en base a la calidad del flujo entrante de diseño y la tasa de eliminación actual de SS.

Tal como se muestra en la Figura 2.2, la densidad de lodos excedentes retornados es baja, tratándose de MLSS 4.000mg/l. Por lo tanto, para que se pueda operar el tanque de aireación manteniendo la concentración de MLSS a 2.000mg/l, aproximadamente, se necesita retornar 176.000m³/día de los lodos excedentes. Se considera que aumentando más la densidad de lodos excedentes se puede reducir casi a la mitad el volumen de lodos de retorno. Con esto, es posible reducir enormemente el consumo de energía.

Asimismo, en la Figura 2.3 se muestra el balance de materia, calculado a partir de la calidad del flujo entrante de diseño (SS) en la PTAR de Juan Díaz y de la tasa de eliminación actual de SS. El volumen actual de lodos generados corresponde a un 70 % del plan inicial, por lo que en este momento no se requiere instalar de inmediato otras máquinas de centrifuga.

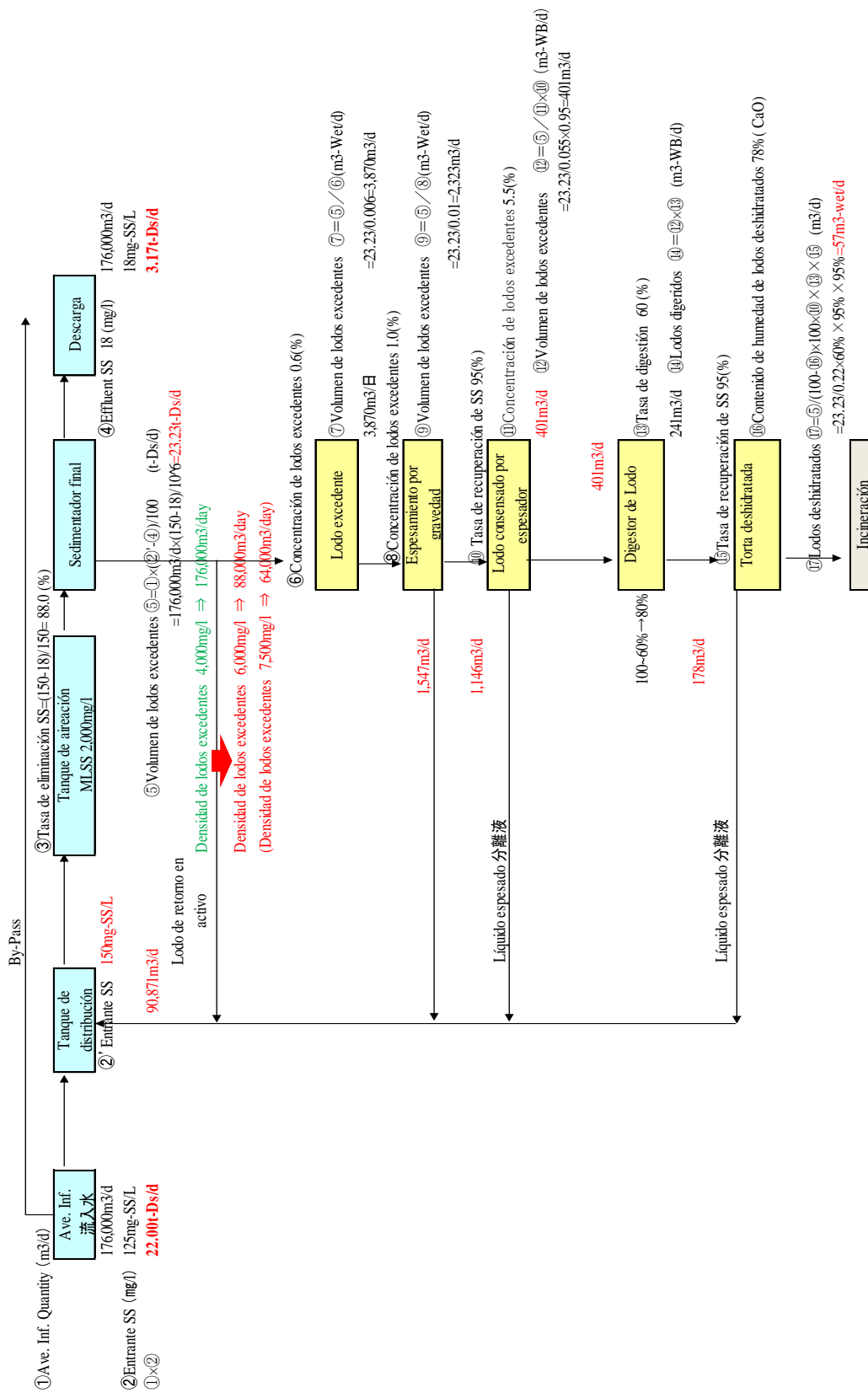


Figura 2.2 Balance de materia de la PTAR de Juan Díaz (resultados reales de febrero de 2016)

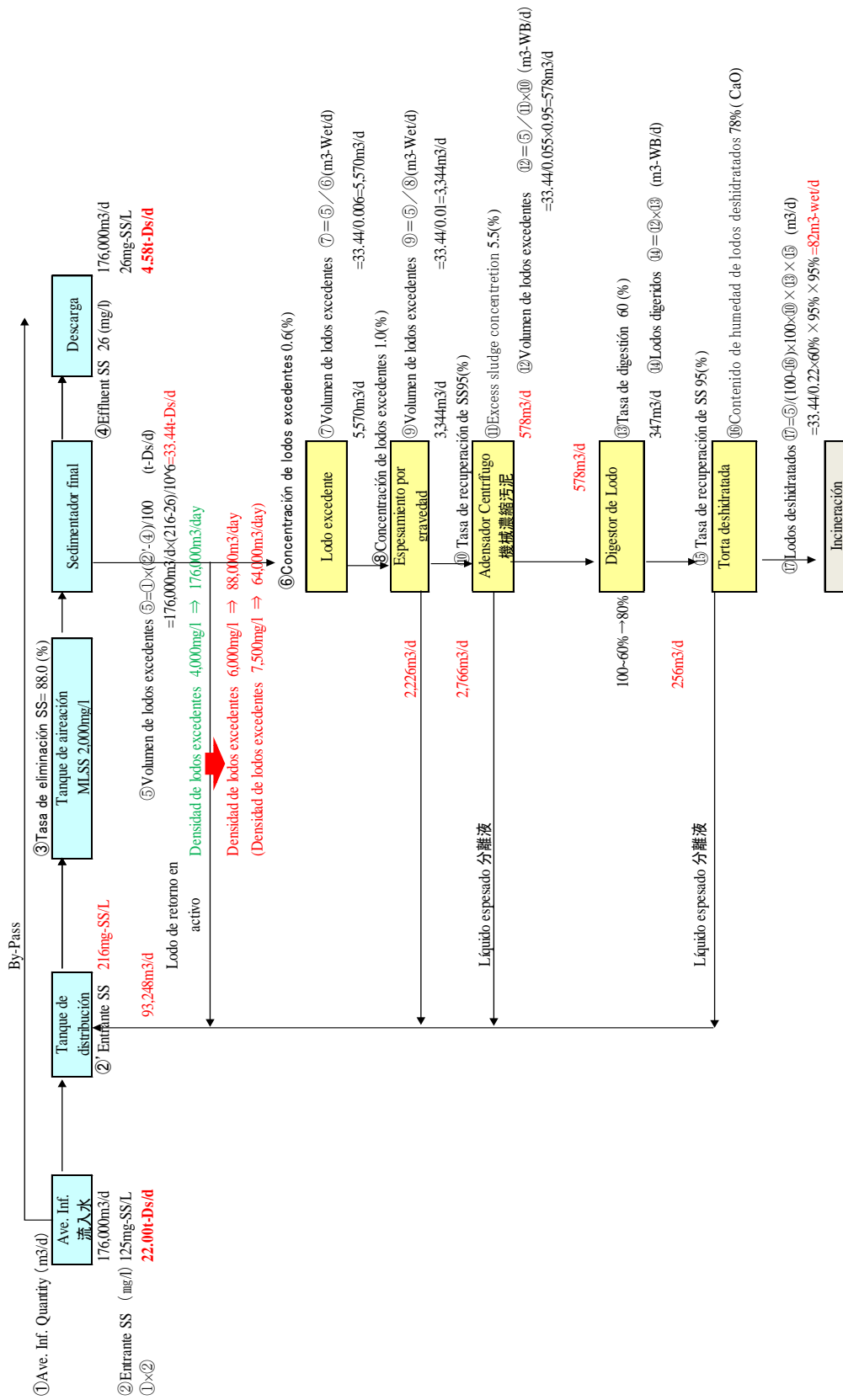


Figura 2.3 Balance de materia de la PTAR de Juan Díaz (resultados reales de febrero de 2016×SS de diseño)

2.2.3 Capacidad de las instalaciones actualmente disponibles

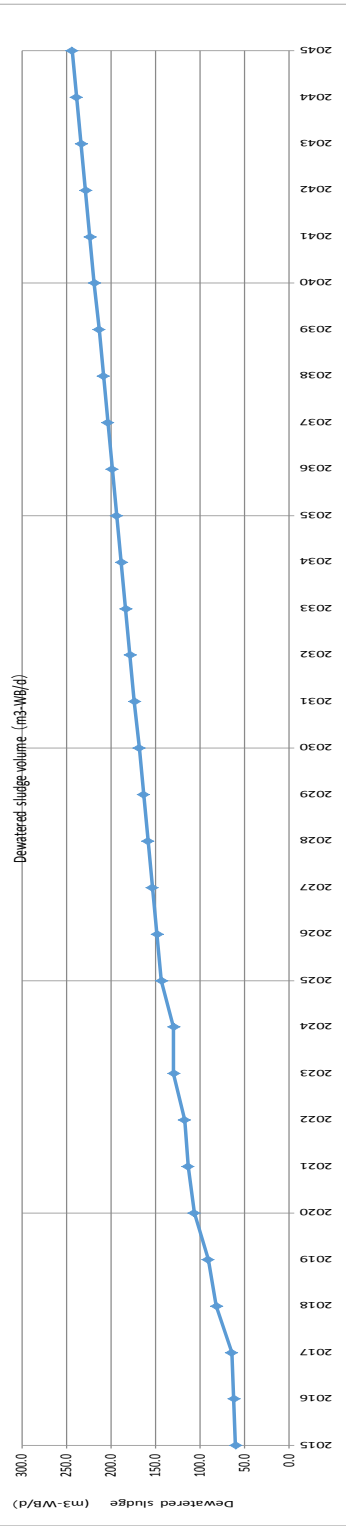
En la Figura 2.7 se muestra el sistema de tratamiento de lodos en el primer Módulo. Tal como se muestra en las Figuras 2.1 y 2.2, la densidad de lodos excedentes es baja, tratándose de MLSS4.000mg/l, por lo que el volumen de lodos que se introduce en el espesador es mayor, siendo alta la tasa de operación de esta máquina. Por otra parte, el volumen actual de lodos deshidratados se estima en 57m³/día, aproximadamente, respecto a los 92m³/día del diseño, y el tiempo de operación del espesador es de 12 horas, aproximadamente, con 2 unidades en funcionamiento, por lo que existe holgura en la capacidad de tratamiento de estas máquinas.

Tabla 2.7 Sistema de tratamiento de lodos en el primer Módulo

No	Nombre	No. de unidades	Modelo	Capacidad
1	Tanque de sedimentación final	8	•φ43m×H=4,1m, 1.452m ² /tanque •MLSS:4.000mg/l	•Tasa de desbordamiento 20,5m ³ /m ² •día
2	Bomba de retorno de lodos	2 + 1 de reserva		•Tasa de retorno100 % •1.240m ³ /hr ×rpm ×kw(PS) ×H = m
3	Bomba de lodos excedentes	1 + 1 de reserva		•50m ³ /hr × rpm × kw×H= m
4	Tanque de espesamiento por gravedad	2	•φ9m, V=236m ³ /tanque •MLSS:10.000~12.000mg/l	•472m ³ , 2hr
5	Espesador	2 + 1 de reserva	•Condensado por prensa de cinta •Tiempo de operación (plan): 22 hr •MLSS:55.000mg/l	•70m ³ /hr × kw
6	Bomba de transmisión	2 + 1 de reserva	Tipo espiral	•15m ³ /hr ×rpm ×kw×H=m
7	Tanque de digestión	2	•V=5,000m ³ /tanque×2 •VS/TS=77 % •Tasa de digestión :68 % •Período de digestión:18,8 días •MLSS 40.600mg/l	•Calentamiento : •10.000m ³
8	Tanque de almacenamiento de lodos	1	500m ³	
9	Centrifugadora de lodos	3	•Centrifugadora •Tiempo de operación (plan): 22 hr •Contenido de agua: 80 %, (78 % incluyendo CaO))	•15m ³ /hr × rpm × kw
10	Cogeneración	1	•Cogeneración •Tasa de generación eléctrica: 38,2 %	•630 kw
1	Gasómetro	1	•500m ³ , 22,6 hr	

2.3 Pronóstico sobre el volumen de lodos generados

En la Figura 2.4 se muestran el pronóstico sobre el flujo entrante, indicado en el apartado 2.2 “Factores previstos”, y el pronóstico sobre el volumen de lodos generados en base a estos factores. Según el Plan Maestro Actualizado, el flujo entrante de $2,1\text{m}^3/\text{s}$ ($185.000\text{m}^3/\text{d}$) del 2015 superará $3,8\text{m}^3/\text{s}$ ($328.000\text{m}^3/\text{d}$) en 2020. Por lo tanto, aunque se mantenga la calidad actual del flujo entrante (Inf. SS= 125mg/l), se supone que el volumen actual de lodos deshidratados de $60\text{m}^3/\text{d}$ superará $100\text{m}^3/\text{d}$.



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Flujación diario	2.142	2.217	2.296	2.384	2.484	2.598	2.728	2.874	3.036	3.216	3.414	3.630	3.864	4.116	4.392	4.686	5.004	5.346	5.712	6.102	6.516	6.954	7.426	7.932	8.474	9.054	9.672	10.326	11.016	11.742	12.504
Flujación diario	185.068	191.549	198.374	205.606	213.296	221.496	230.258	239.632	249.570	260.032	271.074	282.750	295.018	307.938	321.570	335.976	351.216	367.350	384.438	402.542	421.726	442.062	463.618	486.468	510.684	536.336	563.502	592.266	622.714	654.936	688.922
[Capacidad media del tanq. (m³/d)]	185.068	191.549	198.374	205.606	213.296	221.496	230.258	239.632	249.570	260.032	271.074	282.750	295.018	307.938	321.570	335.976	351.216	367.350	384.438	402.542	421.726	442.062	463.618	486.468	510.684	536.336	563.502	592.266	622.714	654.936	688.922
[SS en agua (mg/l)]	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%
[SS en agua (mg/l)]	185.068	191.549	198.374	205.606	213.296	221.496	230.258	239.632	249.570	260.032	271.074	282.750	295.018	307.938	321.570	335.976	351.216	367.350	384.438	402.542	421.726	442.062	463.618	486.468	510.684	536.336	563.502	592.266	622.714	654.936	688.922
[Volumen de lodos excedentes (Q _{ex})(Q ₀)(t/d)]	34.4	35.2	36.1	37.1	38.2	39.4	40.7	42.1	43.6	45.2	46.9	48.7	50.6	52.6	54.7	56.9	59.3	61.8	64.4	67.1	70.0	73.0	76.2	79.6	83.2	86.9	90.8	94.8	99.0	103.4	108.0
[Concentración de lodos excedentes (%)	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%
[Volumen de lodos excedentes (Q _{ex})(Q ₀)(t/d-WB)]	4.00	4.21	4.43	4.65	4.88	5.12	5.37	5.63	5.90	6.18	6.47	6.77	7.08	7.40	7.74	8.09	8.46	8.84	9.23	9.63	10.04	10.46	10.89	11.34	11.80	12.27	12.75	13.24	13.74	14.25	14.77
[Concentración de lodos excedentes (respetando par. armonial) (%)	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
[Volumen de lodos excedentes (respetando par. armonial) (Q _{ex})(Q ₀)(t/d-WB)]	2.45	2.53	2.61	2.70	2.79	2.89	2.99	3.09	3.19	3.29	3.39	3.49	3.59	3.69	3.79	3.89	3.99	4.09	4.19	4.29	4.39	4.49	4.59	4.69	4.79	4.89	4.99	5.09	5.19	5.29	5.39
[Eficacia de recuperación de SS (%)	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%
[Eficacia de recuperación de SS (%)	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%
[Eficacia de recuperación de SS (%) (da-WB)]	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
[Eficacia de recuperación de SS (%) (da-WB)]	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
[Eficacia de recuperación de SS (%) (da-WB)]	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%
[Eficacia de recuperación de SS (%) (da-WB)]	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%
[Eficacia de recuperación de SS (%) (da-WB)]	60.1	61.2	62.4	63.6	64.9	66.2	67.6	69.0	70.5	72.0	73.5	75.0	76.5	78.0	79.5	81.0	82.5	84.0	85.5	87.0	88.5	90.0	91.5	93.0	94.5	96.0	97.5	99.0	100.5	102.0	103.5

Figura 2.3 Pronóstico sobre el volumen de lodos generados en la PTAR de Juan Díaz

3 Plan de uso efectivo de lodos

3.1 Lineamiento básico

3.1.1 Concepto de uso efectivo de lodos

El uso efectivo de lodos de aguas residuales debe ser estudiado teniendo en cuenta las características locales de Panamá.

Por otra parte, bajo las circunstancias en que se exige la operación efectiva del proyecto, para el abono de lodos, materiales de construcción hechos con lodos y generación de energía por lodos, se necesita contar con receptores de productos de lodos lo más cerca posible, así como planificar y fabricar los productos desde el punto de vista de satisfacer las necesidades de los usuarios. A este efecto, se requiere estudiar los problemas y contramedidas con las miras puestas en la promoción de uso, mediante estudios de necesidades y estudios del método de mercadotecnia en los sectores de abono, materiales de construcción y energía.

3.1.2 Sobre la estabilidad de uso efectivo

En Panamá se practica actualmente el relleno sanitario en el 100 %. Por lo tanto, teniendo en cuenta la capacidad de los sitios de relleno sanitario, se necesita estudiar el método de disminución de lodos, en lugar del método actual de relleno de lodos deshidratados, así como extender el reciclaje de lodos para abonos, materiales de construcción, etc.

Igualmente, para llevar a cabo el tratamiento y regeneración de lodos de manera estable, es necesario buscar aplicaciones más estables por un largo período de tiempo.

Con vistas a llevar adelante los estudios sobre las técnicas de utilización de lodos como nuevos recursos, se tendrán en cuenta todos estos aspectos, y se realizará la primera selección de dichas técnicas (entre varias opciones) desde el punto de vista de los resultados obtenidos en Japón y la eficiencia económica y sostenibilidad del proyecto.

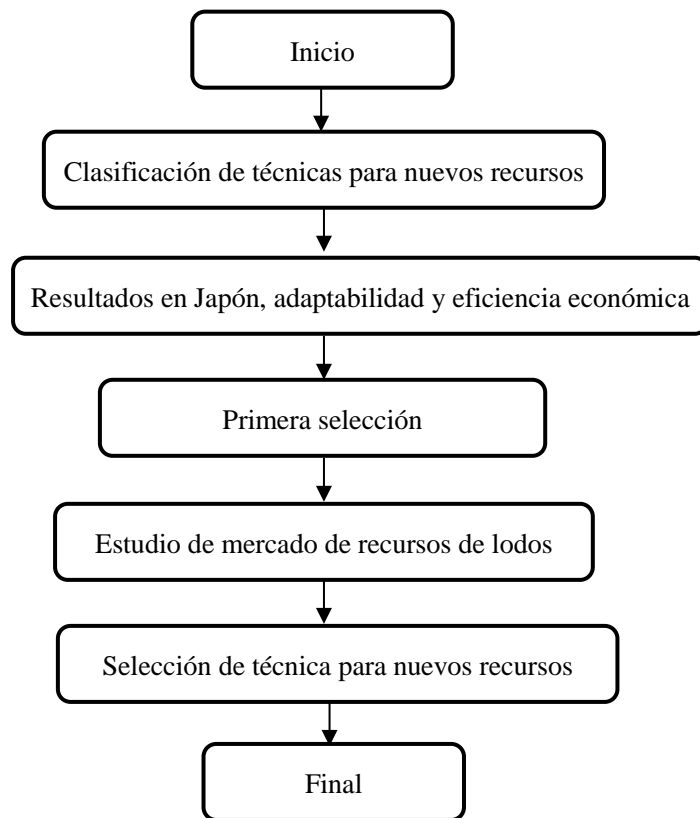


Figura 3.1 Flujo de selección del proceso para nuevos recursos

Existen diversos métodos de uso efectivo de lodos, sin embargo, teniendo en cuenta el proceso de tratamiento de lodos en la PTAR de Juan Díaz, se realizará la primera selección de las técnicas, de modo que sean aplicables al proceso posterior a la deshidratación de lodos y sean prometedoras en Panamá, de acuerdo con los resultados reales obtenidos en Japón, tendencia de la demanda, etc.

3.2 Manera de utilizar técnicas en diferentes sectores del proceso de tratamiento de lodos

3.2.1 Manera de utilizar técnicas en diferentes sectores del proceso de tratamiento de lodos

Para el tratamiento de lodos, se combinan varios procesos, tales como condensación, digestión, deshidratación, desecación/carbonización, incineración, etc., sin embargo, para que resulte adecuada esta combinación, se requiere tener en cuenta el uso efectivo de lodos, manera de relleno, tratamiento final, reciclaje y características locales. A tal efecto, es importante hacer la evaluación considerando el volumen del tratamiento de lodos, características de lodos, forma de uso efectivo, tendencia de las técnicas de tratamiento, condiciones ambientales, condiciones geográficas, posibilidades futuras, estabilidad, etc.

En la Figura 3.2 se muestra el proceso representativo de tratamiento de lodos junto con sus aplicaciones efectivas, y en la Figura 3.1 se indica el método de uso efectivo de lodos.

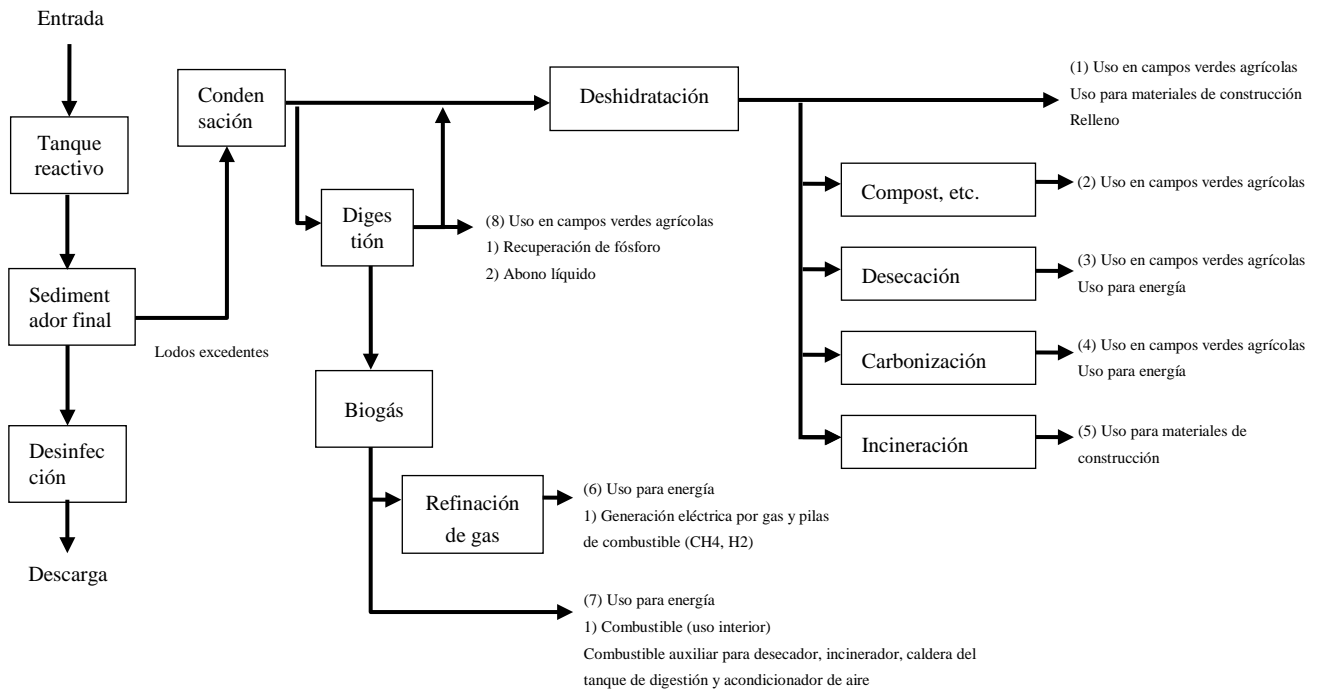


Figura 3.2 Proceso representativo del tratamiento de lodos junto con sus aplicaciones efectivas

Tabla 3.1 Método de uso efectivo de lodos

Aplicaciones de la Figura 3.1.2	Forma de lodo, materia prima	Proceso	Producto	Método de uso efectivo	Observaciones en la PTAR de Juan Díaz	
Uso para abono						
(1)	Uso en campos verdes agrícolas	Lodo deshidratado	—	Lodo deshidratado	Se utilizan los lodos deshidratados en los campos verdes agrícolas.	Se puede lograr la estabilidad de la calidad, incluida la seguridad contra bacterias en el proceso de digestión.
(2)	Uso en campos verdes agrícolas	Lodo deshidratado	Fermentación	Compost	Se fermentan los lodos deshidratados (compost) para mejorar la seguridad y manejo, y se utilizan en campos verdes agrícolas.	—
(3)	Uso en campos verdes agrícolas	Lodo deshidratado	Dsecación	Lodo seco	Se desecan los lodos deshidratados bajo el sol o mediante calentador, y se hacen polvo o granos para utilizar en campos verdes agrícolas.	—
(4)	Uso en campos verdes agrícolas	Lodo deshidratado	Carbonización	Lodo carbonizado	Se hornean los lodos deshidratados sin oxígeno para carbonizarlos, y se utilizan en campos verdes agrícolas.	—
(8)	1. Recuperación de fósforo	Lodo digerido	Recuperación de fósforo	Fosfato	Se recupera el fósforo dentro de los lodos digeridos, para utilizarlo como material alternativo de la fosforita y materia prima de abonos.	No se puede eliminar debidamente el fósforo en la PTAR de Juan Díaz, por lo que la cantidad de recuperación será pequeña.
	2. Abono líquido	Lodo condensado	Digestión	Líquido digestivo	Se utiliza el líquido digestivo, derivado de la digestión de lodos condensados, como abono líquido en campos verdes agrícolas.	En caso de no utilizar el líquido digestivo como abono líquido, se realizará un tratamiento normal.
Uso para materiales de construcción						
(1)	Uso para materiales de construcción	Lodo deshidratado	—	Lodo deshidratado	Se introducen los lodos deshidratados directamente en el horno de cemento o se mezclan con coagulantes de cal apagada para convertirlos en polvo seco, que se utiliza en el proceso de fabricación de cemento, como materia prima alternativa.	Es un método de uso barato, pero se necesita estudiar la escala de la fábrica de cemento, distancia de transporte, volumen aceptable, sostenibilidad, etc.
(5)	Uso para materiales de construcción	Lodo deshidratado	Incineración	Ceniza incinerada	Se incineran los lodos deshidratados para el uso eficiente de las cenizas como materiales de construcción, etc.	Hay casos en Japón de haberse utilizado lodos como materia prima de ladrillos, pero se necesitan técnicas para mantener la calidad de los productos respecto a la contracción.
Uso para energía						
(3)	Uso para energía	Lodo deshidratado	Dsecación	Lodo seco	Se desecan los lodos deshidratados y se evapora el contenido de agua, para utilizarlos como combustible. Existen métodos de desecación granular, desecación por reducción de presión en aceite caliente, desecación reformada, etc.	Hay desecación con temperatura baja, media y alta. Los lodos de aguas residuales son recursos de biomasa que tienen las características del carbono neutral, por lo que se puede esperar el uso efectivo si se convirtiera en combustible sólido mediante la desecación y carbonización de lodos deshidratados.
(4)	Uso para energía	Lodo deshidratado	Carbonización	Lodo carbonizado	Se hornean lodos deshidratados sin oxígeno, para carbonizar y utilizar como combustibles.	Hay posibilidad de utilizarlos como combustible dependiendo del establecimiento de la Ley sobre la Energía Renovable.
(6)	1. Generación eléctrica por gas y pilas de combustible	Lodo condensado	Digestión y refinación	Biogás (CH ₄ , H ₂)	Se eliminan los componentes impuros de cantidad mínima dentro del biogás, como sulfuro de hidrógeno, siloxano, etc. para el uso de generación eléctrica y pilas de combustible.	—
(7)	1. Combustible	Lodo condensado	Digestión	Biogás	Se utiliza el biogás como combustible para el desecador, incinerador, caldera del tanque de digestión, aire acondicionador, etc.	En la PTAR de Juan Díaz se práctica el MDL, por lo que el uso de biogás será una tarea de cara al futuro.

3.2.2 Uso en campos verdes agrícolas

(1) Componentes fertilizantes de lodos de aguas residuales

En la Tabla 3.2 se muestra un ejemplo de Japón sobre los componentes fertilizantes del abono cuya materia prima son lodos de aguas residuales. El valor de pH es de 7,1 a 8,0, mientras que el nitrógeno total (T-N) es del 2,4-4,7 %, el fosfato (PSO₅) del 3,3-5,3 % y el potasio (K₂O) del 0,3 %, caracterizándose este abono por el alto contenido de nitrógeno, fosfato y cal (caso de lodos calizos deshidratados) y por el bajo contenido de potasio, en comparación con otros abonos orgánicos.

Normalmente, las materias orgánicas incluidas dentro de los lodos de las aguas residuales, en su mayoría, son restos y productos de la descomposición de microbios muertos, abundando los compuestos aminoácidos de bajo peso molecular, por lo que son propensas a descomponerse dentro de la tierra.

Por otra parte, el factor que influye más sobre la velocidad de descomposición del nitrógeno es la relación de carbono y nitrógeno, pudiendo decirse que cuanto más pequeña es dicha relación, tanto más fácil se descompone el nitrógeno. La relación de C/N de materia orgánica muy grande, como paja de trigo, alcanza un valor alto superior a 20, siendo lenta la descomposición, por lo que se necesita un tiempo considerable hasta convertirse en nitrógeno aprovechable para las plantas. La relación de C/N del lodo de aguas residuales es baja, estimándose más o menos en 10, por lo que la descomposición es rápida, siendo fácil convertirse en nitrógeno de absorción rápida para las plantas.

Para promover el uso de lodos en campos verdes agrícolas, se deben conocer los componentes efectivos del abono que utiliza los lodos de aguas residuales de la PTAR de Juan Díaz

Tabla 3.2 Contenido de componentes efectivos dentro del abono que utiliza lodos de aguas residuales (estado deshidratado o seco)

Componente Tipo		Nitrógeno (N) (%)	Fosfato (P ₂ O ₅) (%)	Potasio (K ₂ O) (%)	Contenido de agua (%)	pH	Relación de C/N	Contenido de álcali (%)	Materia orgánica (%)
		Lodo deshidratado	No. de muestras	71	41	40	33	30	21
Valor medio	4,72		5,30	0,33	78,00	7,99	6,92	7,18	65,40
Valor máximo	8,30		13,70	1,20	87,00	12,40	13,90	31,60	97,60
Valor mínimo	1,04		0,38	0,02	60,60	5,28	1,00	0,15	38,30
Lodo desecado	No. de muestras	47	30	30	39	31	23	27	30
	Valor medio	4,01	3,62	0,29	16,80	7,11	6,53	7,10	53,30
	Valor máximo	6,97	9,94	0,65	50,30	11,20	9,46	25,20	82,80
	Valor mínimo	1,80	1,32	0,03	3,20	5,40	2,70	0,23	26,70

(2) Contenido de metal pesado dentro del lodo de aguas residuales usado para abono en Japón

En la Tabla 3.3 se muestra el contenido de metal pesado dentro del lodo normal de aguas residuales. En el caso de las plantas de tratamiento que reciben aguas residuales de origen industrial, la concentración de metal pesado dentro de dichas aguas, generalmente, es alta. También, los excrementos humanos, aguas de grifo y aguas pluviales contienen diversos metales pesados, aunque la concentración es baja.

Entre los problemas para la extensión del uso del abono hecho con lodos de aguas residuales, se puede indicar la siguiente imagen generalizada: Lodos de aguas residuales = Efluentes industriales = Metal pesado = Perjudicial para la salud. Es decir, existe la posibilidad de que los lodos de aguas residuales contengan metales pesados perjudiciales, y cuando dichas aguas provienen de los efluentes industriales, se incrementa aún más esta posibilidad.

Para hacer desaparecer esta imagen, se debe conocer el contenido de metales pesados dentro del lodo de las aguas residuales de la PTAR de Juan Díaz.

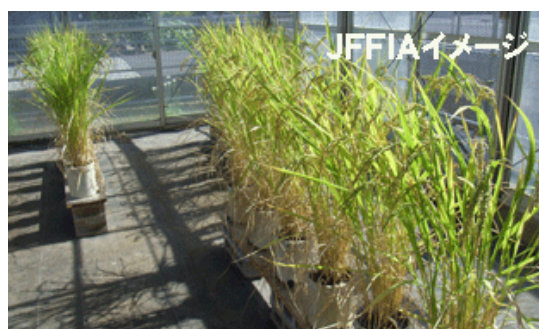
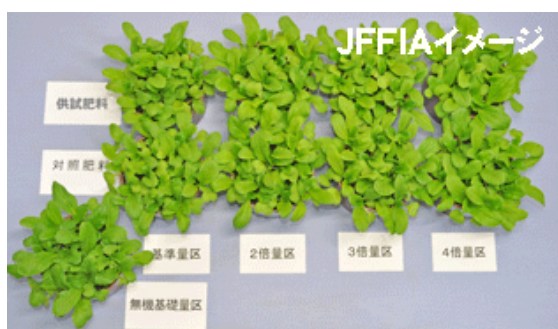
Tabla 3.3 Contenido de metales pesados dentro del lodo de aguas residuales
(estado deshidratado o seco)

Elemento	No. de muestras	No. de plantas	Contenido dentro del lodo de aguas residuales (mg/kg)			(Referencia) Límite superior del valor permisible en las normas oficiales (abono de lodos fermentados) (mg/kg)	
			Valor central	Valor máximo	Valor mínimo		
Arsénico	As	1.019	68	3,1	266	n.d.	50
Cadmio	Cd	945	66	1,2	10	n.d.	5
Mercurio	Hg	1.014	68	0,39	9,5	n.d.	2
Níquel	Ni	—	—	—	—	—	300
Cromo	Cr	767	59	17	1.115	n.d.	500
Plomo	Pb	805	61	14	127	n.d.	100
Zinc	Zn	847	58	620	10.000	7	—
Cobre	Cu	824	55	251	3.190	19	—

(3) Ejemplo de la prueba de cultivo para registrar el abono en Japón

La Ley de Control de Abonos de Japón obliga a hacer la prueba de cultivo, para ver los posibles daños en las plantas, y la prueba de confirmación de los efectos del abono, antes de registrarlo.

Para promover el uso de lodos como abono, se requiere hacer pruebas de cultivo y crecimiento de acuerdo con las leyes relacionadas con la fabricación de abonos de Panamá.



Prueba de cultivo para ver los daños en las plantas Prueba de confirmación de efectos del abono

(4) Ejemplo de uso del abono líquido hecho con líquido digestivo

El líquido digestivo, después de la fermentación del metano, tiene color negro, debido al coagulante (sulfato ferroso). El usuario del abono líquido puede sorprenderse ante el color totalmente negro y vacila en utilizarlo la primera vez. Hay ejemplos de tener que convencerle para que lo use, dándole explicaciones de que no es perjudicial. La aplicación de este abono en campos agrícolas se realiza mediante la máquina esparcidora.

La tarifa de aplicación del abono líquido es de 2.000 yenes/10a, en caso de vertido por camión aspirador, y 3.000 yenes/10a, en caso de esparcimiento por máquina esparcidora.

El uso del abono líquido puede reducir el costo a la mitad en comparación con el abono químico, y ofrece grandes méritos a los agricultores, no habiendo diferencia de cosecha ni sabor y sin problemas de seguridad, por lo que hay ejemplos de hacer esfuerzos para la difusión del abono líquido.



Máquina esparcidora

(5) Otros

Para que aumente la demanda de lodos como abono, deben asegurarse los momentos de fertilización de los cultivos aplicables, la calidad del abono hecho con lodos, los agricultores y ciudadanos usuarios, etc., así como se requiere extender las rutas de venta, siendo necesario también confirmar

la seguridad del abono mediante monitoreo, y hacerlo de fácil utilización para los usuarios. Si los momentos de fertilización no son regulares, se debe considerar también el ajuste del stock.

3.2.3 Uso para materiales de construcción

(1) Materia prima del cemento

Como materia prima del cemento, se utilizan normalmente caliza, hierro, sílice, arcilla, yeso, etc. Los componentes del lodo de aguas residuales son similares a la arcilla, por lo que el lodo se incinera junto con la cal y la sílice, en lugar de la arcilla, para generar minerales, como materia prima del cemento, y tras pasar por el proceso de trituración final, el lodo se regenera como cemento. El lodo de aguas residuales tiene características muy parecidas a la arcilla, por lo que se pueden reutilizar todos los lodos generados, sin que se produzcan nuevos residuos sólidos en el proceso de incineración.

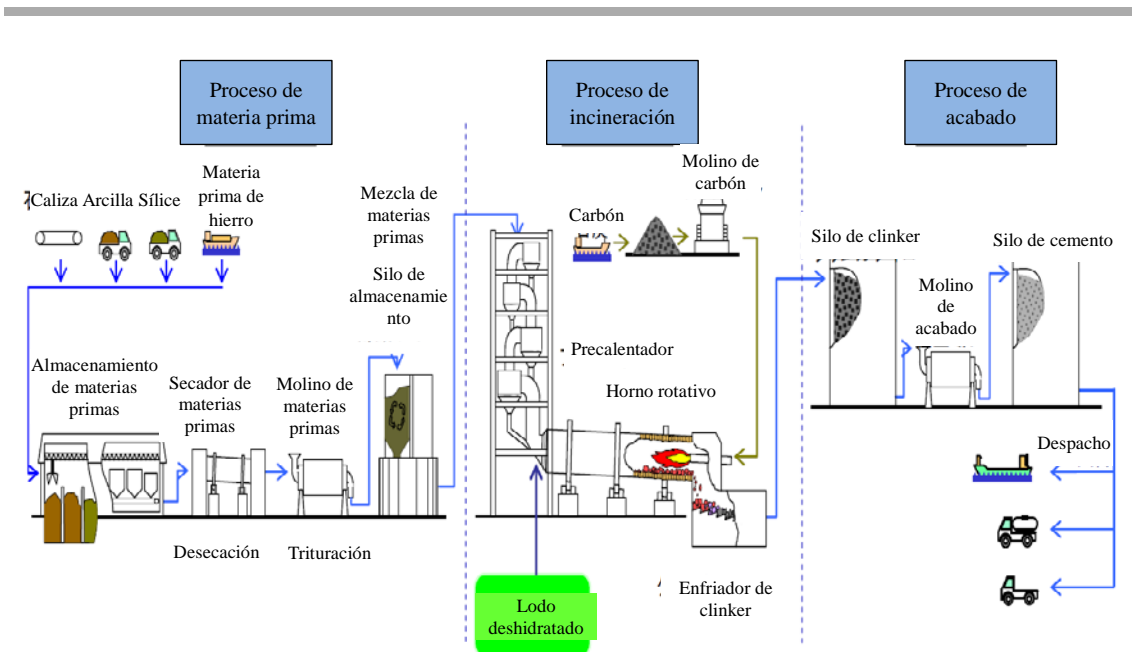


Figura 3.3 Conversión del lodo de aguas residuales en materia prima del cemento y proceso de fabricación de cemento

Tabla 3.4 Componentes que afectan a la calidad del cemento

Fósforo (P_2O_5)	Cuando el contenido dentro del cemento supera 0,5 %, disminuye la resistencia. (El contenido actual dentro del cemento es del 0,1 %. No hay valores controlados por JIS.)
Cloro (CL)	Cuando el contenido es alto, las varillas de acero sufren corrosión. (El contenido actual dentro del cemento es de 69mg/l. JIS establece este valor en menos de 200mg/l.)

Álcali (R ₂ O)	Cuando el contenido es alto, puede provocarse una reacción álcali-agregado. (El contenido actual dentro del cemento es del 0,6 %. JIS establece este valor en menos del 0,75 %.)
Metal pesado	El contenido actual no presenta problemas, y no hay valores controlados por JIS. (Se desconocen valores de límite superior.)
Variación de componentes	Cuando los valores de los componentes varían por la diferencia de fuentes o lotes, se puede causar la variación de la calidad del cemento.

Nota: R₂O (%) : Na₂O (%) + 0,658 × K₂O (%)

* JIS: Japanese Industrial Standard (Normas Industriales Japonesas)

(2) Ejemplo de uso para la capa base del pavimento

En el caso de utilizar la ceniza de lodos incinerados como material de la capa base del pavimento, se somete a prueba según las partes de aplicación. Si no se satisface la norma, se realiza el tratamiento de estabilización con cemento, cal, etc., para que se apruebe el uso de dicha ceniza.

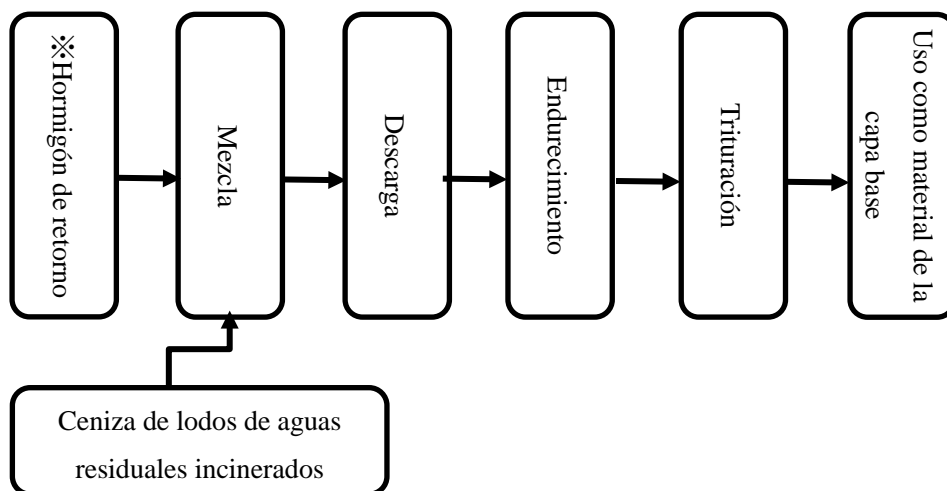


Figura 3.4 Método de fabricación del material para la capa base del pavimento

La cantidad de la ceniza que se produce en un día es limitada, por lo que se requiere depositar el volumen necesario conforme a la escala de la obra de pavimentación. Para el depósito de la ceniza, hay que prestar atención a los puntos abajo indicados, de manera que se pueda realizar un control adecuado del mismo.

1) En caso de utilizar la ceniza de lodos incinerados como material de la capa base del pavimento, la resistencia de este material depende enormemente del endurecimiento por la reacción de hidratación de la ceniza. Por lo tanto, para el depósito de la ceniza, se debe tener cuidado de que no se humedezca.

- 2) Teniendo en cuenta el ambiente de los alrededores del lugar de depósito y el ambiente laboral, se debe aplicar un método que impida esparcirse la ceniza.
- 3) La entrada de basura, barro o similares puede dar lugar a un cambio en las propiedades de la ceniza, por lo que se requiere prestar atención a que no entren sustancias extrañas.

(3) Ejemplo de ladrillos quemados

En la Figura 3.5 se muestra el proceso.

- 1) La ceniza que sale de la tolva 2) se prensa con la máquina hasta que se forma un bloque, 3) el cual se quema a una temperatura de más o menos 1070 °C en el horno quemador. 4) Los ladrillos fabricados a través de este proceso, se guardan una vez en el estante, y después de enfriarse, 5) se inspeccionan en la mesa, para ser despachados.

En este momento, aunque se examine estrictamente el tamaño, hay diferencia de elasticidad dependiendo del contenido del fósforo, razón por la cual aparecen productos fuera de las especificaciones. En este caso, los productos de mala calidad se pasan por la máquina trituradora, para convertirse en piedras trituradas, cuyas rutas de venta deben estar aseguradas aparte.

Los ladrillos suelen utilizarse principalmente en las obras públicas, como mejoramiento de aceras dentro de las ciudades. Se puede pensar, por ejemplo, en la posibilidad de aprovecharlos para revestir con ellos las galerías comerciales del casco urbano, para la jardinería familiar, etc.

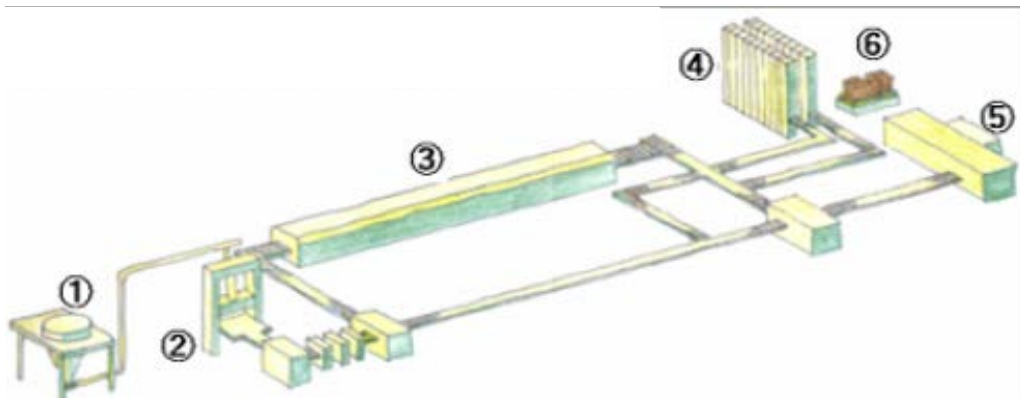


Figura 3.4 Fabricación de ladrillos quemados sólo con ceniza

(4) Ejemplos de uso para productos secundarios de hormigón

En la Figura 3.5 se muestra el proceso general de fabricación de bloques interconectados.

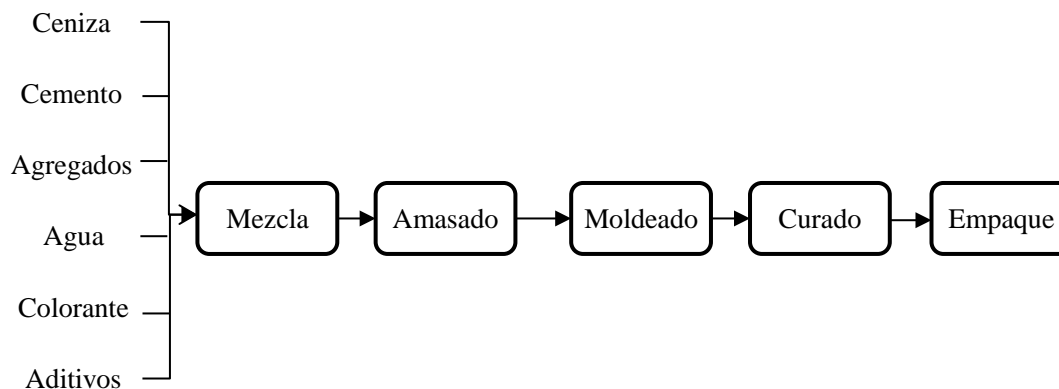


Figura 3.5 Proceso de fabricación de bloques interconectados

Los bloques interconectados están designados como productos importantes de compra verde, por lo que los municipios promueven la difusión de los mismos. Asimismo, se intenta aumentar las fábricas de productos con ceniza, para dispersar los riesgos entre varios fabricantes.

3.3 Imagen de reducción del volumen en el proceso de tratamiento de lodos

En el tratamiento de lodos de aguas residuales en Japón, la referencia para estudiar la incineración de lodos se basa en unas 100t/día de lodos directamente deshidratados (sin digestión). Si, en base a las 100t/día de lodos deshidratados, se establece la tasa de operación del sistema en el 80 %, la tasa de recuperación por la máquina centrifugadora en el 95 % y la densidad de lodos condensados en el 5.5 %, el volumen de lodos condensados en este sistema de deshidratación directa corresponde a 336m³/día y la cantidad de sólidos compactados a 18,5t/día. Por otra parte, cuando los lodos condensados se someten a la digestión y deshidratación, el volumen de lodos y otros valores son tal como se muestran en la Figura 3.6.

1) Cálculo del volumen de lodos (deshidratación directa)

Volumen de lodos deshidratados: $100\text{t/día} \times 0,8[\text{tasa de operación}] = 80\text{t/día}$

Contenido de agua dentro de lodos deshidratados: 78 %

Volumen de sólidos deshidratados: $80\text{t/día} \times (1 - 0,78) \doteq 17,6\text{t-DS/día}$

Tasa de recuperación por la máquina centrifugadora: 95 %

Volumen de sólidos condensados: $17,6\text{t-DS} / 0,95 \doteq 18,5\text{t/día}$

Densidad de lodos condensados: 5,5%

Volumen de lodos condensados: $18,5\text{t/día} \times 100 / 5,5 = 336\text{m}^3/\text{día}$

2) Cálculo del volumen de lodos (digestión y deshidratación)

VS: 80 %, tasa de digestión: 50 %

Volumen de sólidos digeridos: $18,5\text{t/día} \times (1 - 0,8 \times 0,5) \doteq 11,1\text{t/día}$

$$\begin{aligned} \text{Volumen de biogás} &= \text{Sólidos condensados (t/día)} \times 0.8 [\text{parte orgánica}] \times 0.55 \text{Nm}^3/\text{kg-VTS} \times 1000 \\ &= 18,5 \text{t/día} \times 0.8 \times 0,55 \times 1000 \\ &= 8.140 \text{Nm}^3/\text{día} \end{aligned}$$

Volumen de biogás utilizado para calentamiento: $5 \text{Nm}^3/\text{m}^3$ (valor obtenido por las preguntas)

Volumen de biogás para calentamiento: $336 \text{ m}^3/\text{día} \times 5 = 1.680 \text{ Nm}^3/\text{día}$

Volumen de biogás excedente: $8.140 - 1.680 = 6.460 \text{ m}^3/\text{día}$

Tasa de recuperación por la máquina centrifugadora: 95 %

Volumen de sólidos deshidratados: $11,1 \text{t/día} \times 0,95 = 10,55 \text{t/día}$

Contenido de agua dentro de lodos deshidratados: 80 %

Volumen de torta deshidratada: $10,55 \text{t/día} / (1 - 0,80) = 53 \text{t/día}$

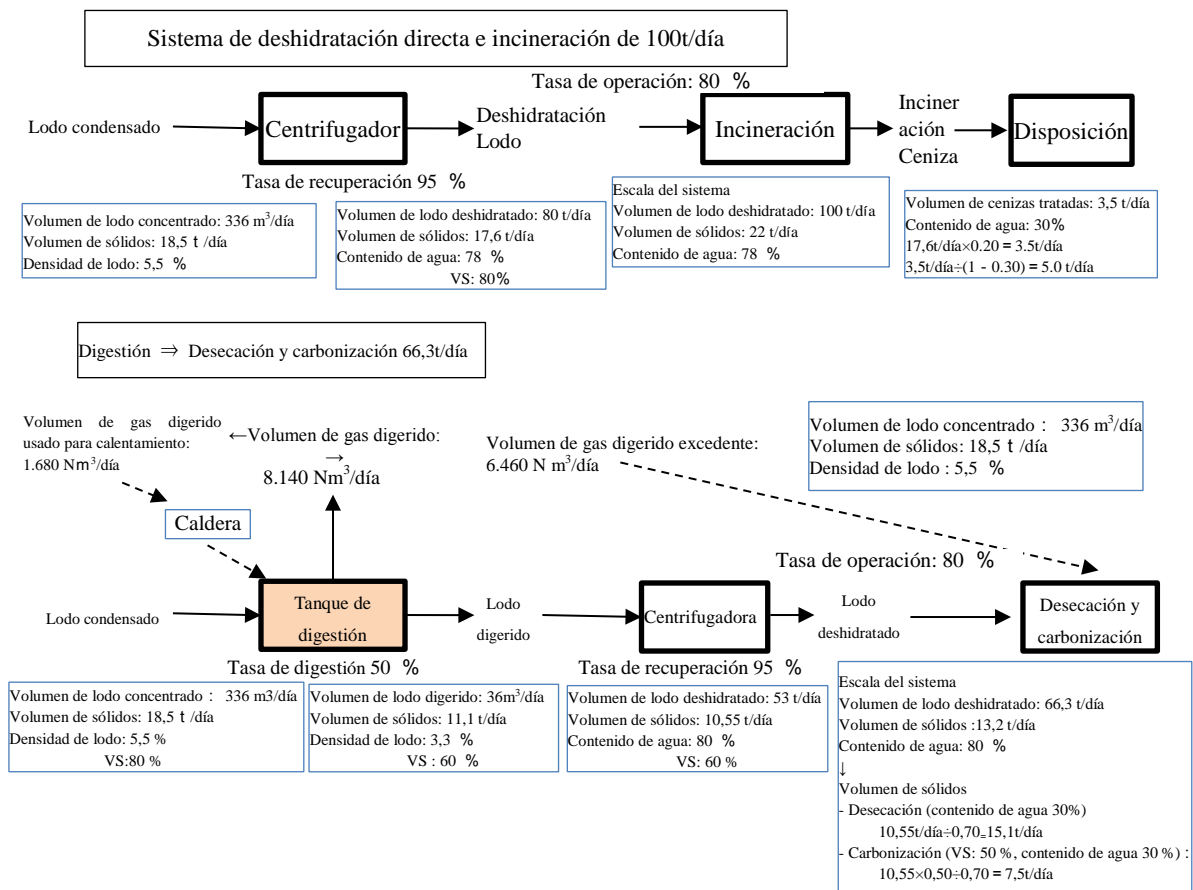


Figura 3.6 Cálculo del volumen de lodo en caso de digerir y deshidratar lodo condensado

3.4 Técnicas de diferentes sectores para el proceso de tratamiento del lodo

3.4.1 Ejemplo de desecación del lodo (desecación granular)

En la Figura 3.7 se muestra el flujo del sistema de desecación granular. Los productos tienen forma granular, por lo que son fáciles de manejar, pero el costo de construcción es alto.

(1) Características

- Fabricación de combustibles biosólidos de forma granular y fáciles de manejar.
- Técnica de desecación de alta seguridad por el sistema de calentamiento indirecto a través de la placa de transmisión de calor.
- Mejora de recuperación de calor del sistema por el uso del gas de escape para el calentamiento de lodos, etc.
- Reducción del costo por la desodorización y combustión del gas de escape mediante un sistema de calentamiento por conductores de calor.
- Reducción del costo utilizando el gas de digestión como combustible del sistema de calentamiento por conductores de calor, en caso de disponer del sistema de digestión.

Resultado obtenido en Japón

Centro de Purificación del Sur, Provincia de Miyagi (servicio suspendido debido a los daños causados por el terremoto)

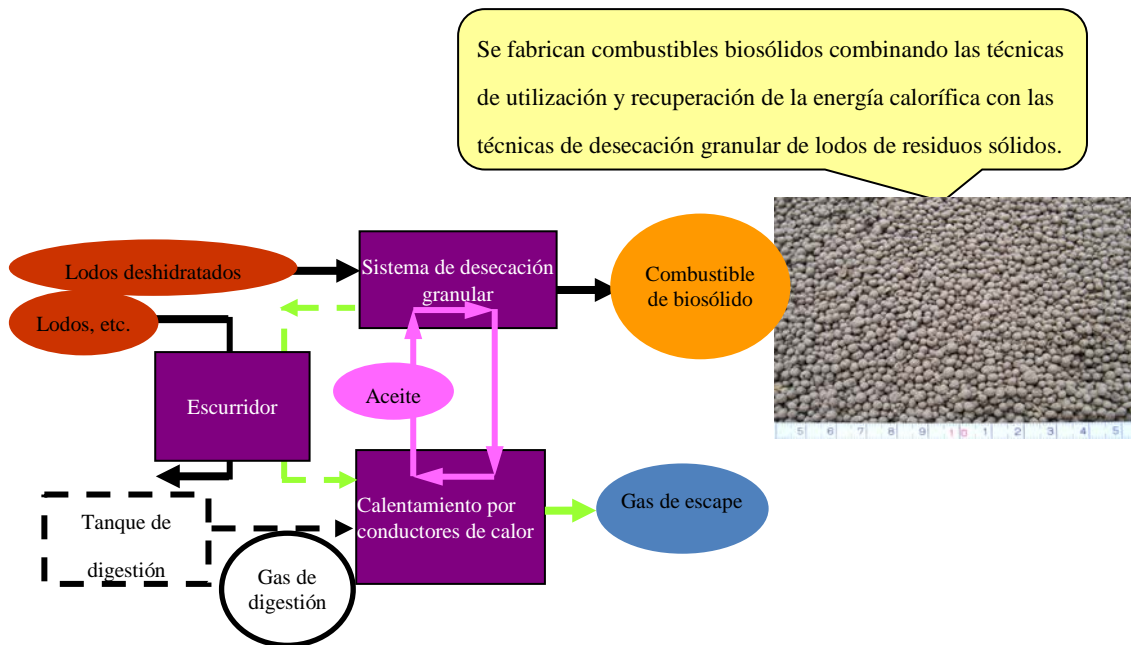


Figura 3.7

Flujo del sistema de desecación granular

(1) Métodos de desecación directa e indirecta

En la Figura 3.8 y en la Tabla 3.5 se muestra la comparación entre ambos métodos de desecación, directa e indirecta. En el caso de la desecación directa, se echa viento caliente directamente a la materia prima, por lo que la cantidad del gas de escape es mayor, siendo grandes los equipos posteriores, mientras que en el caso de la desecación indirecta se puede reducir el volumen del gas de escape.

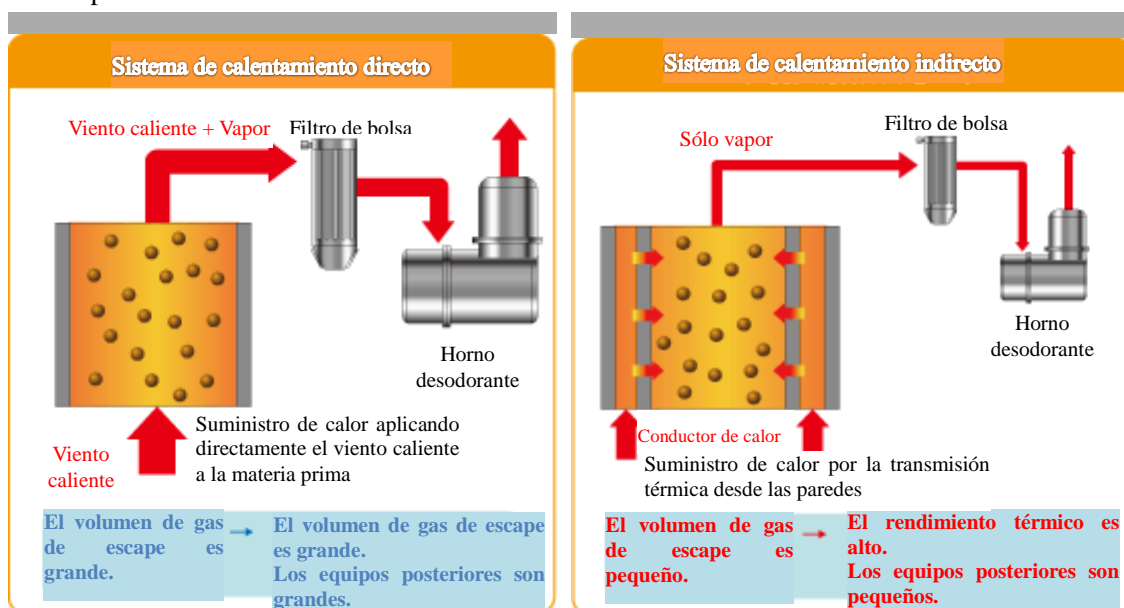


Figura 3.8 Comparación del método de desecación directa con el de desecación indirecta

Tabla 3.5 Métodos de desecación directa e indirecta

Parámetros comparativos		Método de desecación directa	Método de desecación indirecta
Tipo de sistema		Desecación giratoria con viento caliente mediante agitador	Desecación por ranuras mediante agitador
Método de desecación		Transmisión de calor directa por viento caliente	Transmisión de calor a través de las superficies calientes mediante conductores de calor
Gas de escape	Cantidad de gas	Grande	Pequeña (1/2 ~ 1/5 de desecación directa)
	Cantidad de polvo	Grande (1 ~ 10g/Nm ³)	Pequeña (0,1 ~ 2g/Nm ³)
	Temperatura	Baja (punto de rocío 40 ~ 70°C)	Alta (punto de rocío 80 ~ 95°C)
	Sistema de tratamiento de gas de escape	Grande	Pequeño
Rendimiento de desecación (%)		50 ~ 70	75 ~ 85*

* No se ha considerado la eficiencia térmica de la caldera, que es la fuente de generación de calor. Dicha eficiencia varía entre el 80 y 90 %, por lo que se puede considerar que la eficiencia térmica de la totalidad del sistema no es tan diferente a la de desecación directa.

3.4.2 Ejemplo de carbonización de lodos (a baja temperatura)

En la Figura 3.9 se muestra el flujo del sistema de carbonización a baja temperatura. Los productos tienen forma granular, siendo fáciles de manejar, y el olor no es tan fuerte, comparando con los lodos desecados, pero el costo de construcción es alto.

(1) Características

- Los productos combustibles tienen un poder calorífico equivalente o superior al de lodos desecados, y el olor y piroforicidad son reducidos, por lo que el valor agregado como combustible es alto.
- La cantidad de emisión de N₂O es sumamente pequeña, en comparación con la incineración en lecho fluidizado, lográndose una gran reducción de la cantidad de emisión de gas de efecto invernadero.

(2) Resultados obtenidos en Japón

- Centro de Purificación Oeste, Provincia de Hiroshima

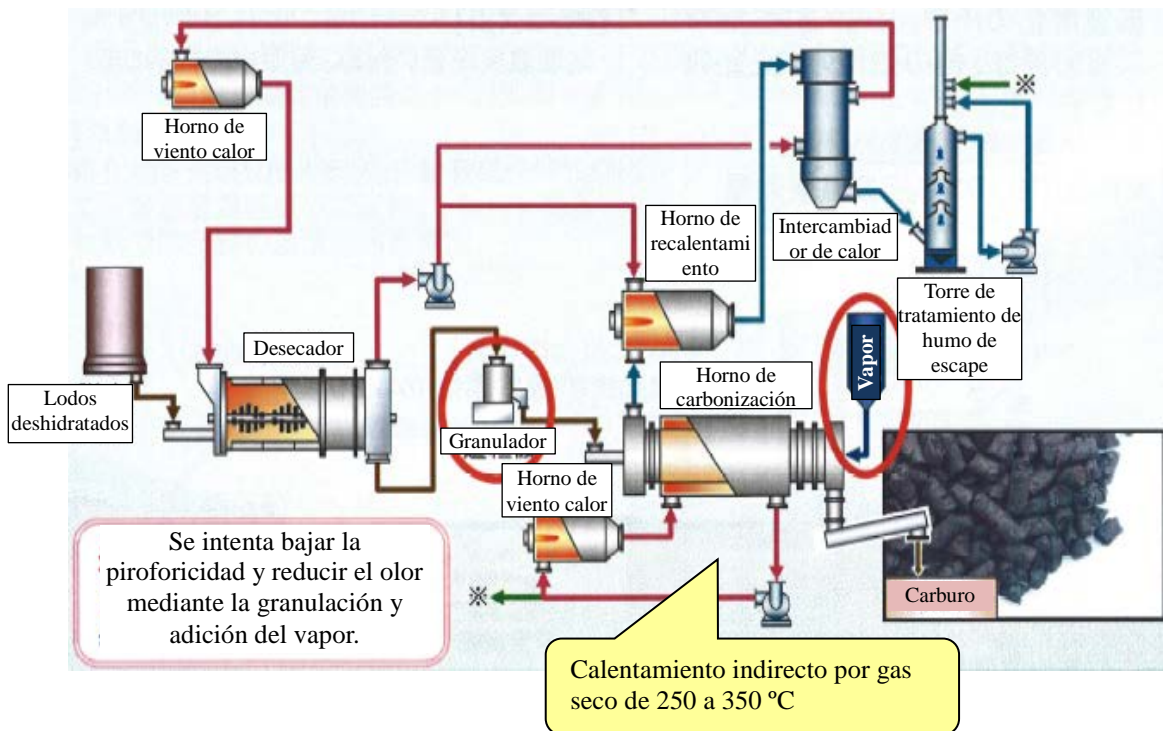


Figura 3.9 Flujo del sistema de carbonización a baja temperatura

3.4.3 Ejemplo de incineración (incinerador en lecho fluidizado)

En la Figura 3.10 se muestra el flujo del sistema de incineración en lecho fluidizado.

(1) Puntos importantes para la operación

- Confirmar que se pueda asegurar un volumen adecuado y estable de lodos desde el punto de vista de la operación y mantenimiento (tasa de operación anual del 75 al 90 %, en operación)

continua durante 24 horas al día).

- Controlar la temperatura de combustión dentro del horno (950-850°C) y el tiempo suficiente de combustión.
- Confirmar la estabilidad de incineración (bajar la concentración del monóxido de carbono cuando el suministro de aire sea suficiente).
- Vigilar la temperatura del horno y la concentración de aire y monóxido de carbono.

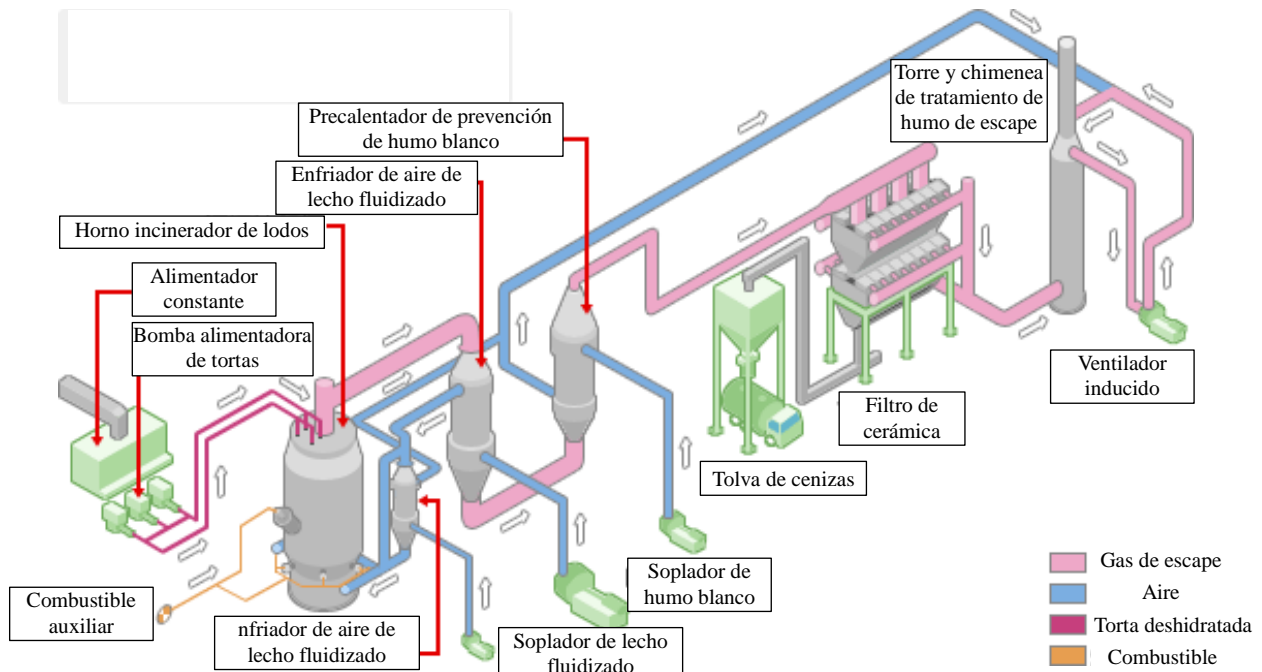


Figura 3.10 Flujo del sistema de incineración en lecho fluidizado

3.5 Primera selección del proceso de tratamiento de lodos

De acuerdo con el pronóstico sobre el volumen de lodos a generarse en la PTAR de Juan Díaz, y con los métodos de uso efectivo de lodos explicados hasta ahora, en la Tabla 3.6 se muestra la lista de primera selección de los métodos y procesos de tratamiento de lodos que se consideran prometedores en Panamá.

A continuación, se hace un estudio sobre los procesos de tratamiento de lodos, suponiendo que en 15 años (año 2030), vida útil aproximada de la instalación, el volumen de lodos deshidratados alcanzará 170m³/d, desde 60m³/d del volumen del momento de 2015.

Tabla 3.6 Resumen de las características de los métodos de uso efectivo de lodos prometedores en Panamá

Rubro	Lodo deshidratado	Lodo desecado	Lodo carbonizado	Ceniza incinerada
Resumen	Se continúa el tratamiento actual de lodos.	Se desecan lodos deshidratados en el sitio de disposición, para utilizar los lodos desecados como abono o combustible. Se puede reducir el volumen a 1/3 de los lodos deshidratados.	Se carbonizan los lodos deshidratados en la planta de tratamiento, para utilizar los lodos carbonizados como materiales destinados a mejorar la calidad de tierra o como combustible. Se puede reducir el volumen a 1/7 de los lodos deshidratados y 1/2 de los lodos desecados.	Se incineran los lodos deshidratados en el sitio de disposición, para utilizar los lodos incinerados en las fábricas de cemento y asfalto. Se puede reducir el volumen a 1/10 de los lodos deshidratados, 1/3 de los lodos desecados y 1/1,5 de los lodos carbonizados.
Característica	<p>Volumen de descarga de lodos: Grande Equipos e instalaciones (uso a baja temperatura) Costo (barato) Olor (malo)</p> <p>Combustible sólido (alta caloría)</p>		<p>Pequeño (uso a alta temperatura) (caro) (sin olor)</p> <p>(baja caloría)</p>	
Flujo de fabricación	<pre> graph TD A[Lodos deshidratados] --> B[Salida al exterior (para campos verdes y materia prima del cemento)] </pre>	<pre> graph TD A[Lodos deshidratados] --> B[Desecación] B --> C[Lodo desecado] C --> D[Salida al exterior (para campos verdes y materia prima del cemento)] </pre>	<pre> graph TD A[Lodos deshidratados] --> B[Carbonización] B --> C[Lodos carbonizados] C --> D[Salida al exterior (para campos verdes y mejora de tierra)] </pre>	<pre> graph TD A[Lodos deshidratados] --> B[Incineración] B --> C[Cenizas incineradas] C --> D[Salida al exterior (para fábricas de cemento y asfalto y para la mejora de tierra)] </pre>
Resultados en Japón	Teniendo en cuenta el volumen de lodos generados de la PTAR de Juan Díaz, sería normal introducir incineradores, etc. para reducir el volumen. Hay casos en que se envían directamente los lodos deshidratados, como materia prima de cemento, a los comerciantes privados. Abundan casos en que se realizan pruebas de cultivo en las estaciones de investigación agrícola, y una vez verificados los efectos fertilizantes, se registra como abono, para utilizar en los campos verdes agrícolas.	Ocupa el 3 % de los lodos de aguas residuales que se utilizan de manera eficiente en Japón (se basa en estado seco cuando se generan lodos, en 2008). Abundan casos en que se realizan pruebas de cultivo en las estaciones de investigación agrícola, y una vez verificados los efectos fertilizantes, se registra como abono, para utilizar en los campos verdes agrícolas. El costo, como abono, es relativamente caro. También, se utiliza como materia prima de cemento, etc.	En las instalaciones de escala relativamente pequeña que cuentan con una capacidad aproximada de 20t/d, hay casos en que los lodos carbonizados se utilizan como materiales para mejorar la calidad de la tierra, o se aprovechan en los campos de golf, etc., así como se registran como abono para ser utilizados en los campos verdes agrícolas. Como abono, el costo es relativamente alto. En las instalaciones con una capacidad aproximada de 100t/d, los lodos se utilizan como combustible de las fábricas de pasta de papel y centrales térmicas de carbón (se requiere que la ley sobre la energía renovable se encuentre establecida).	Ocupa un 60 % de los lodos de aguas residuales que se utilizan eficientemente en todo el país (se basa en estado seco cuando se generan lodos, en 2008). Normalmente, los metales pesados dentro de los lodos se concentran, por lo que apenas existen casos de utilizar la ceniza incinerada para la agricultura.
Méritos	<ul style="list-style-type: none"> • Si se cuenta con receptores seguros, sobresale el aspecto económico. • En caso de utilizarlo como materia prima del cemento, se considera que es bajo el contenido de ácido fosfórico, lo cual es la causa de la disminución de la resistencia del cemento. 	<ul style="list-style-type: none"> • El aspecto económico es superior al de la incineración. • El uso en los campos verdes agrícolas significa el reciclaje, propiamente dicho, siendo la forma más deseada de uso eficiente. • Se necesita coordinar con el MDL, aunque existe una alta posibilidad de cobertura por el uso del calor residual excedente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hay numerosas aplicaciones, por ejemplo, como material para la mejora de la calidad de tierra, como material desodorante, etc. • En caso de utilizar los lodos carbonizados, como alternativas del carbón activado, los productos competitivos tienen un precio relativamente alto. • Se necesita coordinar con el MDL, aunque existe alta posibilidad de cobertura por el uso del calor residual excedente. 	<ul style="list-style-type: none"> • El volumen de lodos que sale al exterior es el más pequeño. • Normalmente, la cantidad de cemento que se fabrica es enorme en comparación con el volumen de los lodos generados, por lo que se puede esperar más demanda. • En Japón se utiliza la ceniza como materia prima de ladrillos y bloques interconectados, pero se dice que es difícil hacer el control de calidad.
Deméritos	<ul style="list-style-type: none"> • El volumen de lodos a transportar al exterior es grande, por lo que no se puede asegurar la sostenibilidad y estabilidad de uso efectivo. • El volumen de lodos a transportar al exterior es grande, por 	<ul style="list-style-type: none"> • Las tuberías del sistema de desecación se obstruyen fácilmente con los polvos, siendo necesario hacer una limpieza periódica. • Se necesita hacer esfuerzos para conseguir clientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • El horno de carbonización tiene que ubicarse después de la máquina desecadora, por lo que el costo es relativamente alto en comparación con el del sistema de desecación. • Se adhiere el alquitrán en las tuberías del sistema de 	<ul style="list-style-type: none"> • Los receptores se limitan a fábricas de cemento, ladrillos, materiales para la mejora de tierra, etc., por lo que resulta difícil diversificar el uso efectivo.

	<p>lo que suele haber limitaciones en cuanto a la distancia de transporte y el volumen de lodos que se aceptan.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se presenta el problema del mal olor durante el transporte y reciclaje de lodos. • Se debe aclarar el contenido de elementos que afectan a la calidad del cemento, como cloro, alcalinidad total, etc. • Para utilizar como abono, el volumen de lodos es demasiado grande y el contenido del ácido fosfórico es bajo, siendo difícil el manejo por parte de los usuarios. • Dentro de los componentes fertilizantes, sobresale el nitrógeno, por lo que los usuarios tienen que añadir fósforo y potasio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere fortalecer el control de calidad como abono, indicando la calidad del producto, etc., por lo que puede haber casos de tener que desecharse los lodos deshidratados. • En caso de utilizar en los campos verdes agrícolas, es deseable que las materias orgánicas se encuentren estables en el proceso de digestión. Sin embargo, si se utiliza como combustible, al tener los lodos bajas calorías, es un uso no deseable. • Durante el proceso de fabricación, transporte, etc., se produce mal olor. 	<p>carbonización, siendo necesario quitar esta sustancia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se necesita hacer esfuerzos para conseguir clientes. • No hay normas de calidad oficiales para los lodos de carburo. • En caso de utilizar los lodos carbonizados como combustible, bajan las calorías por la subida de la temperatura más que en los lodos desecados. 	
Primera selección	<ul style="list-style-type: none"> • Entre las medidas inmediatas, se puede pensar en el estudio sobre el uso como materia prima del cemento. <p style="text-align: center;">△</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En los próximos 15 años el uso para el sector agrícola o como materia prima del cemento resultará efectivo, teniendo en cuenta el pronóstico sobre el volumen de lodos a generarse. <p style="text-align: center;">△</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Si no hay uso como combustible sólido, se considera que el efecto de la inversión es bajo comparando con el sistema de desecación. <p style="text-align: center;">—</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando se termine la segunda fase, el volumen de lodos a generarse superará 100m³/día, por lo que se necesitará reducir dicho volumen a través de la incineración. <p style="text-align: center;">○</p>

4. Estudio de mercado de técnicas de conversión en recursos

Para promover el uso efectivo de los lodos de aguas residuales, se requiere realizar un estudio de estrategias de mercadotecnia, teniendo en cuenta las necesidades según cada área respecto a la forma de utilizar los diferentes lodos. En este estudio se abordarán los puntos importantes para la gestión de dicho uso efectivo (condiciones exteriores e interiores).

En lo que se refiere a las técnicas de cada sector, la calidad y cantidad de los productos de lodos de aguas residuales que exigen los usuarios, la tendencia de la demanda, etc. son diferentes, por lo que se deberá conocer la situación real mediante entrevistas (preguntas y respuestas) y encuestas (auto-completación).

El estudio de mercado es el pilar principal de las actividades de mercadotecnia, tratándose de un método importante para obtener información que ayude a tomar decisiones al introducir los productos de lodos de aguas residuales que se fabrican con diferentes técnicas, por lo que es necesario realizar este estudio desde los siguientes 3 puntos de vistas: demanda (necesidades), eficiencia de las ventas y ambiente en torno al negocio.

4.1 Necesidad de estudio de mercado

En el uso efectivo de los lodos de aguas residuales, se presentan los siguientes problemas: En caso de su utilización como abono, existe un rango permisible para el contenido de componentes químicos; en caso de su utilización como material de construcción, no se sabe si la demanda como materia prima de cemento podrá continuar de manera estable durante un largo período de tiempo; y en caso de su utilización como energía, existen dificultades económicas debido a la cantidad limitada del biogás generado en el tanque de digestión, por lo que hay límites en el número de clientes. Teniendo en cuenta estos problemas, se requiere hacer estudios y deliberaciones desde el punto de vista de la gestión de uso eficiente y control de los riesgos correspondientes.

Antes de fabricar los productos, es importante determinar los posibles usuarios de los mismos, así como conocer las necesidades del mercado (tamaño del mercado), posibilidad de venta (volumen aceptable, precio deseado de venta, forma de entrega, etc.), esquema y escala de negocio, etc., para tomar decisiones y coordinarse con las entidades relacionadas, además de analizar las ventas y desventajas de la comercialización.

Este estudio de mercado servirá para obtener la información destinada a tomar decisiones sobre el negocio de ofrecer productos al mercado, por lo que se deberá realizar desde el punto de vista de la demanda (necesidades), eficiencia de ventas y ambiente en torno al negocio.

En la Tabla 4.1 se muestran las categorías del estudio de mercado.

Tabla 4.1 Categorías del estudio de mercado

Categoría	Resumen
1. Análisis de la demanda	<p>Conocer la escala y situación del mercado a partir de la cantidad de producción y ventas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de demanda (escala y tendencia del mercado, situación real del mismo, pronóstico de la demanda futura, etc.) • Clientes (motivo de la compra, etc.) • Adaptabilidad a los deseos de los clientes • Otros
2. Análisis de la eficiencia de ventas	<p>Conocer la situación y características de distribución a partir de los métodos de venta, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rutas de venta (estructura de las rutas de distribución, cambio de la forma de distribución, etc.) • Métodos de venta (actividades comerciales, forma de aceptación de pedidos, servicio posventa, etc.) • Clientes (motivo de la compra, etc.) • Promoción de venta (manera de propaganda, promoción, etc.) • Necesidad y selección de rutas de distribución (rutas existentes, desarrollo de nuevas rutas, etc.) • Otros
3. Análisis del ambiente en torno al negocio	<p>Conocer los factores del entorno que afectan al desarrollo del negocio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ambiente socioeconómico (tendencia de la situación económica, tendencia del mercado, perspectiva del porvenir, etc.) • Relación competitiva (situación de las compañías competidoras, productos competitivos, intervención de nuevos proveedores, etc.) • Cambio de la situación administrativa (factibilidad, sistema del negocio, cambio del método de administración, etc.) • Grado de influencia de otros mercados • Influencia de políticas y leyes • Otros

En la Tabla 4.2 se muestra el método de estudio de mercado sobre las diferentes técnicas.

Tabla 4.2 Método de estudio de mercado sobre las diferentes técnicas

Categoría	Abono de lodos	Materiales de construcción	Observaciones
Estudio sobre la situación real	Municipios - Situación real de diferentes casos - Propietarios del sistema de fabricación de abono	Municipios - Situación real de diferentes casos	Encuestas Entrevistas
	Usuarios - Fabricantes y compañías de distribución - Entidades y comerciantes de abono	Usuarios - Fabricantes y compañías de distribución	Encuestas Entrevistas
	Fabricantes y compañías de distribución	—	Encuestas
	Entidades y comerciantes de abono	—	Encuestas

4.2 Ejemplo de la encuesta

4.2.1 Ejemplo de la encuesta para los fabricantes de cemento

Encuesta sobre el uso efectivo de los lodos de aguas residuales

Solicitud de colaboración

Estimados señores:

Esperamos que sigan gozando de buena salud.

De acuerdo con el mejoramiento del alcantarillado, los lodos que se generan en las plantas de tratamiento de aguas residuales están aumentando cada año, por lo que resulta difícil asegurar sitios para la disposición final de dichos lodos, desde el punto de vista de las circunstancias sociales de estos últimos años. De ahora en adelante, para continuar la disposición segura de estos lodos, que se incrementan cada vez más, y promover las actividades para el uso efectivo de los residuos en el 100 %, tenemos que hacer frente a los problemas urgentes de reducir el volumen de los lodos y llevar adelante la conversión de los mismos en recursos naturales.

En vista de esta situación, la provincia de Akita está realizando un estudio sobre el plan de uso efectivo de los lodos de aguas residuales, y a este efecto, necesita de una encuesta a personas elegidas, con el objeto de escuchar sus opiniones, que servirán como referencia.

Les rogamos su colaboración al respecto, a sabiendas de sus múltiples ocupaciones.

Agradeciendo de antemano su atención, les saludamos muy atentamente.

★ **Manera de devolución:** Por favor, escriban su respuesta directamente en las hojas de encuesta, desde la tercera página, y devuélvannos a la dirección abajo señalada la encuesta rellena (hojas desde la tercera página).

★ **Fecha límite de devolución:** La fecha límite de devolución está establecida en el xx, mes xx, año xx., por lo que les pedimos su cooperación.

★ **Preguntas y opiniones:** Las preguntas y las opiniones sobre esta encuesta se recibirán en la siguiente sección:

Sección de Estudio:

★ Las respuestas a la encuesta quedarán sometidas a confidencialidad absoluta, por lo que no cabe ninguna preocupación al respecto.

★ Esta encuesta no tiene relación alguna con el suministro de lodos, por lo que les pedimos su colaboración sin ningún tipo de preocupación.

★ Puede haber casos en que se les pida confirmar sus respuestas por teléfono u otros medios, en cuya circunstancia, les rogamos su cooperación.

Sobre el uso efectivo de los lodos de aguas residuales

A continuación se da una explicación sobre el uso efectivo de los lodos de aguas residuales. Les rogamos que lean dicha explicación antes de contestar a la encuesta.

(1) Sobre las aplicaciones para el uso efectivo de lodos de aguas residuales

El uso efectivo de los lodos de aguas residuales se divide, en términos generales, entre el destinado a campos verdes agrícolas, el destinado a materiales de construcción y el destinado a combustibles.

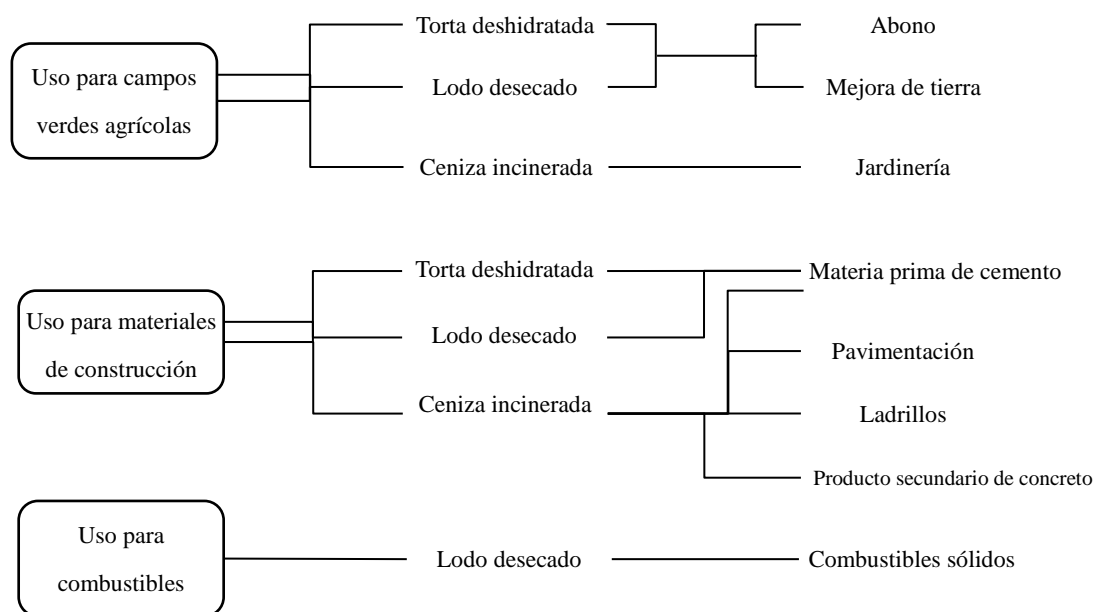


Figura 1 Aplicaciones para el uso efectivo de lodos de aguas residuales

(2) Sobre las aplicaciones que se consideran prometedoras respecto al uso efectivo de lodos de aguas residuales

Como posibles aplicaciones prometedoras respecto al uso efectivo de los lodos de aguas residuales, se han elegido las que se citan abajo.

Esta encuesta está dirigida a los fabricantes de los productos abajo indicados.

1. Abono
2. Materia prima de cemento
3. Materiales de construcción

(3) Sobre la forma de los lodos como materia prima para ser usados de manera efectiva (características de los lodos de aguas residuales)

Los lodos como materia prima para ser usados de manera efectiva se dividen, en términos generales,

entre lodos deshidratados, lodos desecados y residuos de lodos incinerados (en adelante, “ceniza incinerada”), dependiendo del proceso de tratamiento.

De entre los anteriores, se da una explicación sobre el uso efectivo de los desecados, después del proceso de desecación de los lodos deshidratados por la máquina desecadora. En la Tabla 1 se muestran las características de los lodos desecados, que en su mayoría se utilizan de manera efectiva para los campos verdes agrícolas, para el compost y para combustible alternativo del carbón.

Tabla 1 Ejemplo de estudio sobre las características de los lodos desecados de aguas residuales

Parámetros	Muestra	Lodo desecado	
		Temporada lluviosa	Temporada seca
Fecha de análisis			
Contenido de agua	%		
Contenido de sólido	%		
Pérdida por calcinación	%-DS		
Poder calorífico bruto	kJ/kg kJ/kg-DS		
Carbono	%-DS		
Hidrógeno	%-DS		
Oxígeno	%-DS		
Nitrógeno	%-DS		
Azufre	%-DS		

3. Vamos a deliberar después de realizar un estudio suficiente sobre los lodos de aguas residuales.

4. En el momento actual no pensamos en absoluto en la recepción.

5. Otros []

Q5. En caso de haber marcado la opción 2 en la pregunta Q4, ¿qué condiciones creen que sean necesarias para recibir lodos desecados o cenizas incineradas? (Pueden marcar todas las opciones que correspondan.)

1. Que satisfagan las normas de producción después del examen de las características y diferentes pruebas de calidad.

2. Que superen los problemas de mal olor e higiene.

3. Que no sea demasiado grande la inversión en equipos e instalaciones receptores.

4. Que se puedan esperar beneficios suficientes, contando con la ayuda económica de la municipalidad para la recepción.

5. Otros []

(2) Permítannos conocer el perfil de su fábrica

Q6. Si hay algún producto que fabrican Vds. entre los abajo indicados, márquenlo con . Los productos que no corresponden a ninguno de los abajo indicados, escríbanlos en el espacio del punto 4 "Otros". Pueden marcar todas las opciones que correspondan. Escriban también la cantidad de producción.

1. Materia prima de cemento [Cantidad de producción t/año (Año)]

2. Material de mezcla con asfalto [Cantidad de producción t/año (Año)]

3. Combustible con lodos [Cantidad de producción t/año (Año)]

4. Otros [Cantidad de producción t/año (Año)]

Q7. En caso de estar recibiendo lodos desecados o cenizas incineradas, enséñennos la cantidad máxima que pueden recibir.

(En cuanto a la unidad, marquen t/año o t/día con)

•Cantidad máxima de lodos desecados: [t/año o t/día]

•Cantidad máxima de cenizas incineradas: [t/año o t/día]

(3) Si tienen otras sugerencias sobre el uso efectivo de los lodos de aguas residuales, por favor, escríbanlas en el espacio de abajo con toda libertad.

(4) Enséñennos, por favor, la forma de tomar contacto con la persona que ha contestado a esta encuesta.

Compañía	
Departamento	
Cargo	
Nombre y apellido	
Dirección	
No. de teléfono	
No. de Fax	

Con esto, termina la encuesta. Muchas gracias por su colaboración, a sabiendas de sus múltiples ocupaciones.

4.2.2 Ejemplo de encuesta para los fabricantes de compost

Encuesta sobre el uso efectivo de los lodos de aguas residuales

Les rogamos que escriban sus respuestas directamente en estas hojas de encuesta y nos las devuelvan cumplimentadas desde esta página.

(1) Permítannos saber lo relativo a la recepción de lodos desecados.

Q1. ¿Reciben actualmente (o hasta ahora) lodos desecados como materias primas de sus productos y como objetos de valor? (Marquen una sola opción con un círculo ○.)

1. Estamos recibiendo en este momento.
2. Hemos recibido hasta ahora (pero no estamos recibiendo en este momento).
3. No hemos recibido hasta ahora.
4. No tenemos conocimiento al respecto.

Q2. En caso de haber marcado la opción 1 o 2 en la pregunta anterior Q1, enséñennos los detalles de la recepción (del año más reciente).

1) ¿Quién es el proveedor? (Si es una entidad comercial, enséñennos su especialidad profesional.)

1. Municipio []
2. Entidad comercial [(Especialidad)]

2) Enséñennos el estado de los lodos que reciben.

[Torta deshidratada, cenizas incineradas, lodos desecados, otros ()]

3) Enséñennos la cantidad de recepción. [t/año (Año)]

4) Enséñennos el valor de recepción. [yenes/t (Año)]

Q3. En caso de haber marcado la opción 1 en la pregunta Q1, enséñennos la cantidad máxima que pueden recibir. Enséñennos también su opinión sobre la posibilidad de continuar dicha recepción.

(En cuanto a la unidad, marquen t/año o t/día con ○.)

1) Cantidad máxima

de lodos deshidratados (de aguas residuales) : [t/año • t/día]

Otros [lodos desecados]: [t/año • t/día]

Otros [] : [t/año • t/día]

Otros [] : [t/año • t/día]

2) Continuidad de recepción

1. Hay plan de recepción continua.

2. Se estudiará la recepción según la demanda.

3. Otros []

Q4. En caso de haber marcado alguna opción excepto el número 1 en la pregunta Q1, ¿pueden decir si hay posibilidad o intención de recibir en el futuro lodos desecados como materia prima? (Marquen una sola opción.)

1. Tenemos la intención de recibir.
2. En el momento actual no pensamos en recibir.
3. Otros [_____]

(2) Enséñennos el perfil de su fábrica.

Q5. Escriban los productos de su fábrica y la cantidad de producción (Pueden escribir varios)

1. Abono fosfórico (abono fosfórico fundido) [Cantidad de producción t/año (Año _____)]

2. Otros

[Producto _____ Cantidad de producción t/año (Año _____)]

[Producto _____ Cantidad de producción t/año (Año _____)]

[Producto _____ Cantidad de producción t/año (Año _____)]

[Producto _____ Cantidad de producción t/año (Año _____)]

(3) Si tienen preguntas u otras sugerencias sobre el uso efectivo de los lodos de aguas residuales, por favor, escríbanlas en el espacio de abajo con toda libertad.

(4) Enséñennos, por favor, la forma de contacto con la persona que ha contestado a esta encuesta.

Compañía	
Departamento	
Cargo	
Nombre y apellido	
Dirección	
No. de teléfono	
No. de Fax	

Con esto, termina la encuesta. Muchas gracias por su colaboración, a sabiendas de sus múltiples ocupaciones.



Hacia un futuro
lleno de encanto

Sobre el uso efectivo de lodos

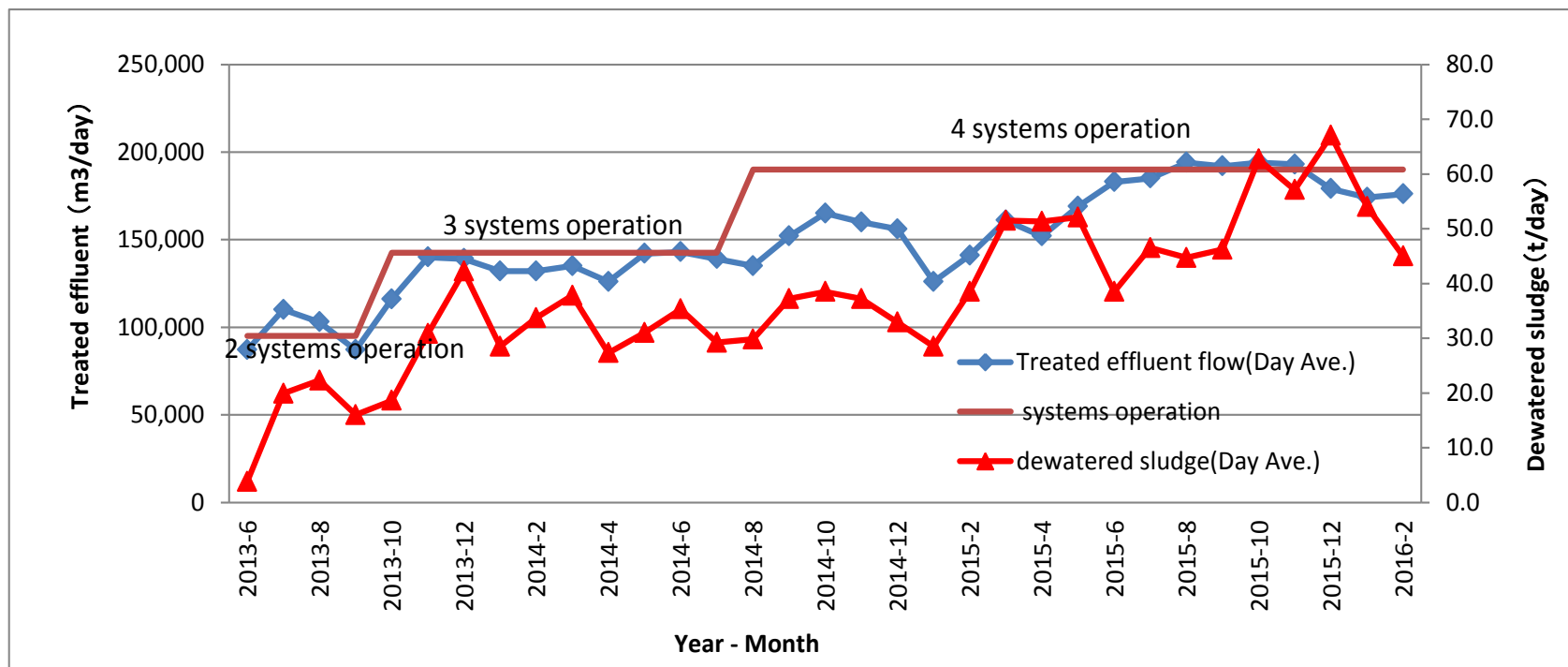


Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

1. Situación actual del volumen de lodos generados

1.1 Evolución del volumen de efluentes tratados y de lodos deshidratados en la PTAR-JD

- ☞ Los lodos son deshidratados hasta el contenido de agua inferior al 75 %.
- ☞ Los lodos se transportan al Relleno Sanitario de Cerro Patacón para la disposición final.



Según el informe mensual de la PTAR-JD

1.2 Relleno Sanitario de Cerro Patacón



- ☞ Empezó la operación en 1985.
- ☞ Superficie ocupada 132 ha ⇒ 6.4000.000m³
- ☞ $6.400.000 \div 1.525\text{t/día} \div 365 \doteq 11,5$ años

Cantidad de producción de residuos

Municipio	(Ton/día)
♦ Panamá y San M.:	1000
♦ Colón:	200
♦ David :	100
♦ La Chorrera	70
♦ Arraijan	40
♦ Chitré	20
♦ Los Santos	15
♦ Santiago	60
♦ Bugaba	20
total	1,525

“Taller sobre el modelo de emisiones en relleno sanitario para la región Centroamericana” San Salvador, El Ssalvador, marzo 2007

”Gestión de residuos sólidos: Impacto sobre los ecosistemas hídricos y áreas costeras” Ing. Erick N. VallesterE. Panamá, 10 al 20 de agosto de 2010.

2. Normas para el uso agrícola de lodos de aguas residuales

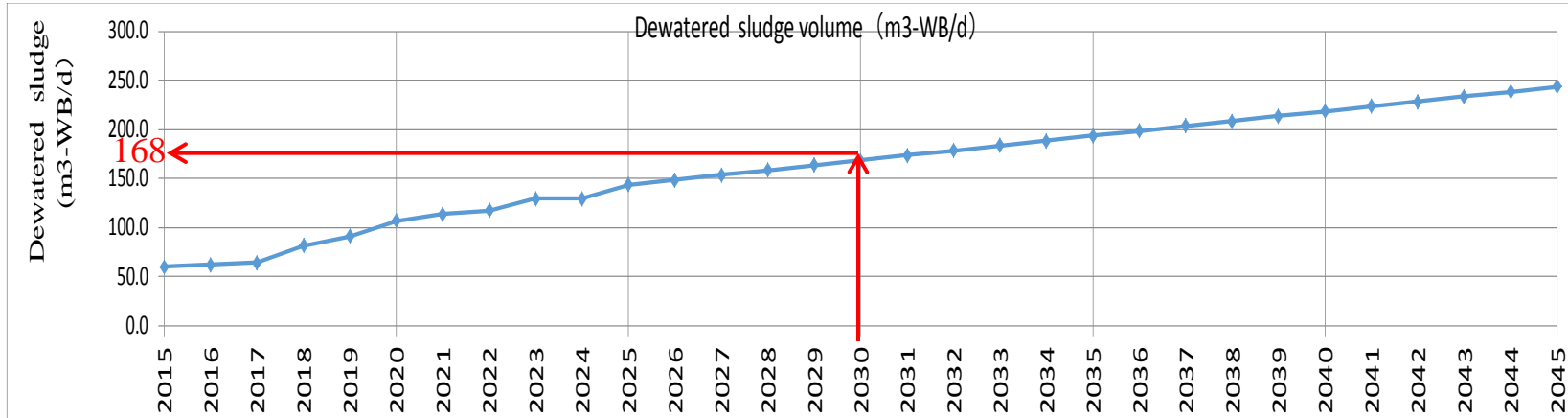
☐ COPANIT-DGNTI47-2000

☞ Para los lodos que pertenecen a Clase I: Se aplican la digestión aeróbica, digestión anaeróbica, secado al aire, compost o estabilización (ajuste de pH por la adición del compuesto alcalino).

☞ Para los lodos que pertenecen a la Clase II: Se aplican el compost definido en la Clase I, secado con calefacción, digestión anaeróbica termófila o pasteurización (más de 70°C durante más de 30 minutos).

Tipo	Alcance de aplicación
Conversión de Lodos en Abono (compost)	A) Fertilizante para especies hortícolas B) Viveros para plantas ornamentales C) Aditivos para mejorar las condiciones físicas de suelos D) Fertilizantes para áreas de recreación, tales como parques, campos de golf, etc.
Lodos líquidos (que contienen menos del 25 % de sólidos totales)	Fertilización de empastadas, estabilización de suelos, y aditivos para mejorar las condiciones físicas de suelos, tales como la estabilización de dunas o suelos.
Lodos deshidratados (que contienen al menos el 25 % de sólidos totales)	Estos lodos pueden ser aplicados en cultivo de forrajeras, viveros de plantas ornamentales, como un aditivo para suelos, campos de golf y otras áreas de contacto limitado con seres humanos, siempre que cumplan con los parámetros máximos especificados en las Tablas .
Lodos secos (que contienen al menos 40 % de sólidos totales)	Estos lodos pueden ser utilizados en aplicaciones agrícolas sin restricción, ya sea como abono o fertilizante en horticultura, cultivos de especies comestibles, plantaciones bananeras, viveros de especies frutales u ornamentales, forrajeras, etc. Se aplican siempre que cumplan con los parámetros máximos especificados en las Tablas .

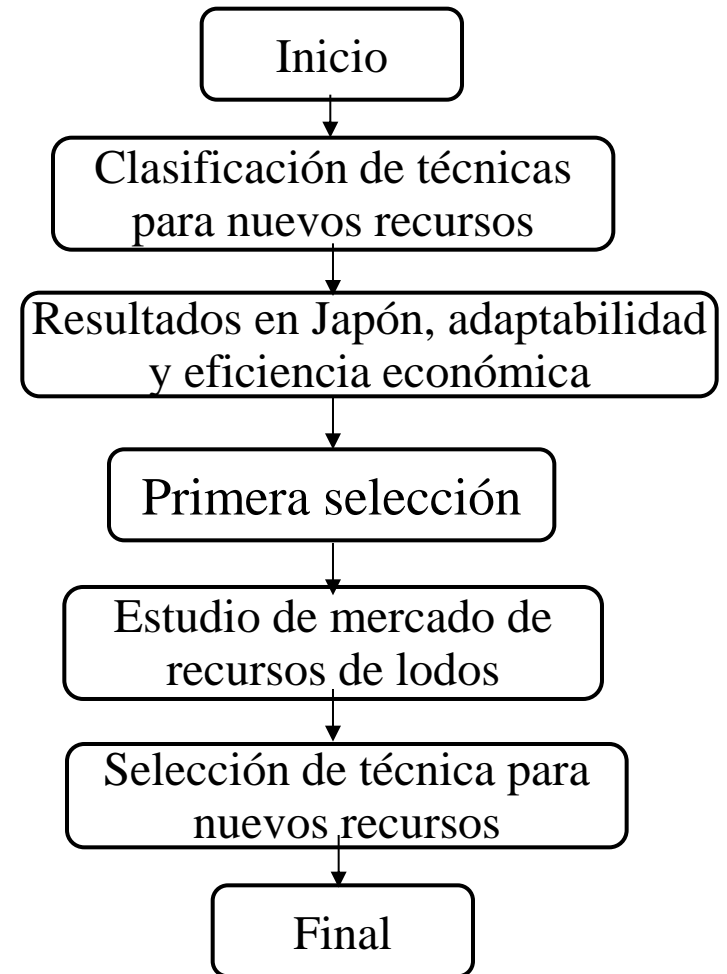
3.3 Resultado de pronóstico sobre el volumen de lodos a generarse (lodos deshidratados)



	unit	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Flujo medio diario	[m3/s]	2.14	2.22	2.30	2.90	3.24	3.80	4.04	4.19	4.62	4.62	5.11	5.29	5.47	5.64	5.82	6.00	6.18	6.36	6.53	6.71	6.89	7.07	7.25	7.42	7.60	7.78	7.96	8.14	8.31	8.49	8.67
Flujo medio diario	[m3/day]	185,069	191,549	198,374	250,906	279,763	328,579	349,315	361,670	398,822	399,082	441,418	456,801	472,185	487,568	502,952	518,335	533,719	549,102	564,486	579,869	595,253	610,636	626,020	641,403	656,787	672,170	687,554	702,937	718,321	733,704	749,088
① Cantidad media del flujo (m³/d)		185,069	191,549	198,374	250,906	279,763	328,579	349,315	361,670	398,822	399,082	441,418	456,801	472,185	487,568	502,952	518,335	533,719	549,102	564,486	579,869	595,253	610,636	626,020	641,403	656,787	672,170	687,554	702,937	718,321	733,704	749,088
② SS entrante (mg/l)	150mg/L	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
③ Tasa de eliminación de SS (%)		88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%
④ SS efluente (mg/l)		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
⑤ Volumen de lodos excedentes $\text{⑤} = \text{①} \times \text{②} \cdot \text{④} / 100$ (t-Ds/d)		24.43	25.28	26.19	33.12	36.93	43.37	46.11	47.74	52.64	52.68	58.27	60.3	62.33	64.36	66.39	68.42	70.45	72.48	74.51	76.54	78.57	80.6	82.63	84.67	86.7	88.73	90.76	92.79	94.82	96.85	98.88
⑥ Concentración de lodos excedentes (%)		0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%
⑦ Volumen de lodos excedentes $\text{⑦} = \text{⑤} / \text{⑥}$ (m³-WB/d)		4070	4210	4370	5520	6160	7230	7690	7960	8770	8780	9710	10050	10390	10730	11070	11400	11740	12080	12420	12760	13100	13430	13770	14110	14450	14790	15130	15470	15800	16140	16480
⑧ Concentración de lodos excedentes (espesamiento por gravedad) (%)		1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
⑨ Volumen de lodos excedentes (espesamiento por gravedad) $\text{⑨} = \text{⑦} \cdot \text{⑧}$ (m³-WB/d)		2443	2528	2619	3312	3693	4337	4611	4774	5264	5268	5827	6030	6233	6436	6639	6842	7045	7248	7451	7654	7857	8060	8263	8467	8670	8873	9076	9279	9482	9685	9888
⑩ Tasa de recuperación de SS (%)		95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%
⑪ Concentración de lodos excedentes (espesamiento por máquina) (%)		5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%
⑫ Volumen de lodos excedentes $\text{⑫} = \text{⑨} / \text{⑪} \times \text{⑩}$ (m³-WB/d)		422	437	452	572	638	749	796	825	909	910	1006	1042	1077	1112	1147	1182	1217	1252	1287	1322	1357	1392	1427	1462	1498	1533	1568	1603	1638	1673	1708
⑬ Tasa de digestión (%)		60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
⑭ Tasa de recuperación de SS $\text{⑭} = \text{⑫} \times \text{⑬}$ (m³-WB/d)		253	262	271	343	383	449	478	495	545	546	604	625	646	667	688	709	730	751	772	793	814	835	856	877	899	920	941	962	983	1004	1025
⑮ Tasa de recuperación de SS (%)		95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%
⑯ Contenido de humedad de lodos deshidratados (CaO)		78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%
⑰ Lodos deshidratados $\text{⑰} = \text{⑭} / (100 - \text{⑯}) \times 100 \times \text{⑬} \times \text{⑩}$ (m³/d)		60.1	62.2	64.5	81.5	90.9	106.7	113.5	117.5	129.6	129.7	143.4	148.4	153.4	158.4	163.4	168.4	173.4	178.4	183.4	188.4	193.4	198.4	203.4	208.4	213.4	218.4	223.4	228.4	233.4	238.4	243.4

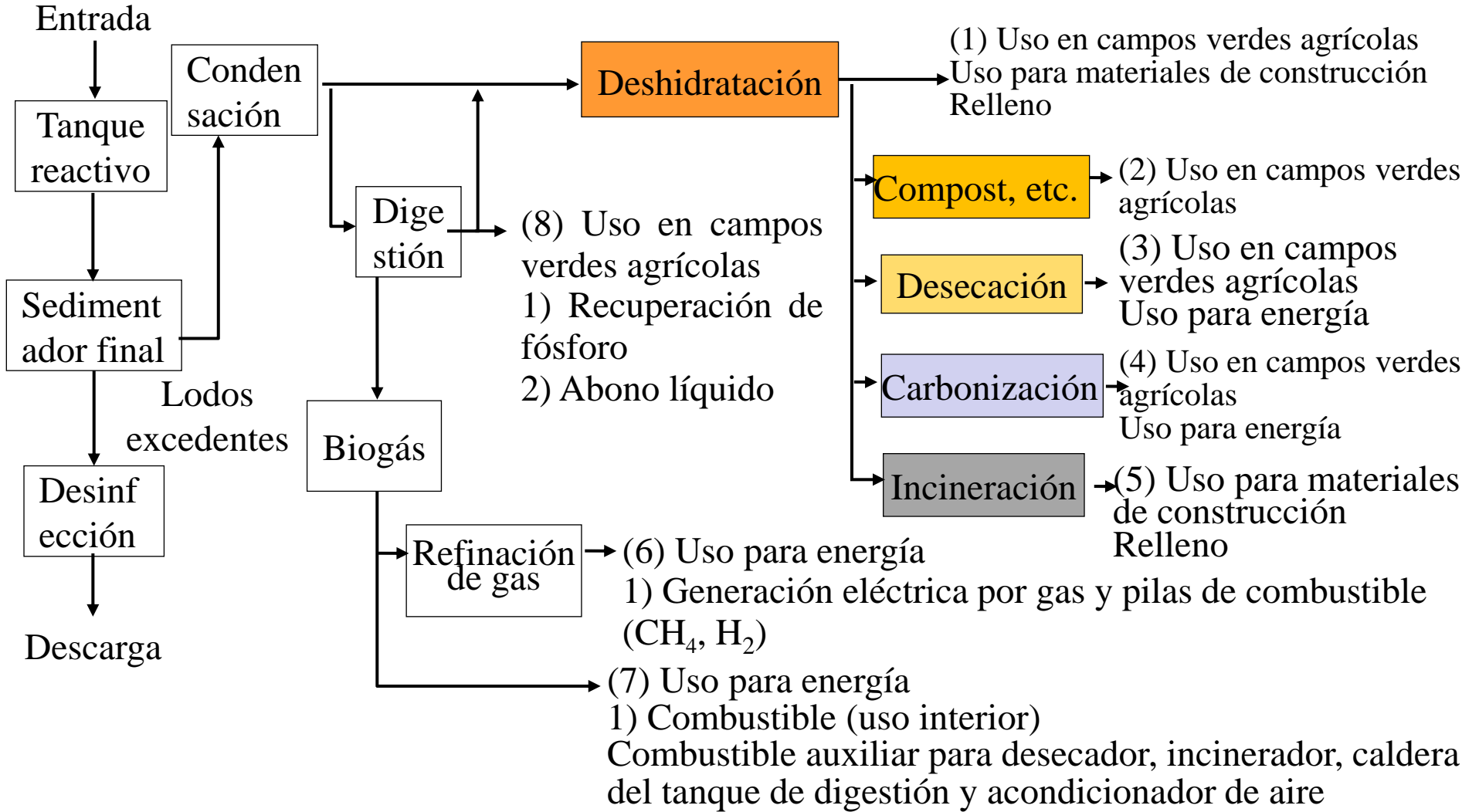
4. Plan de uso efectivo de lodos

- ◆ Límitación por la capacidad del sitio de disposición mediante relleno sanitario
⇒ Reducción del volumen
- ◆ Reutilización de lodos
⇒ Abono y materiales de construcción
- ◆ Resultados obtenidos en Japón, adaptabilidad y eficiencia económica
- ◆ Disposición estable de lodos a largo plazo
⇒ Estudio sobre las necesidades de los clientes



Flujo de selección del proceso para nuevos recursos

5. Utilización de técnicas de diferentes sectores para el proceso de tratamiento de lodos



5.1 Uso como abono

5.1.1 Componentes fertilizantes de lodos de aguas residuales

(ejemplo de Japón)

El factor que influye más sobre la velocidad de descomposición del nitrógeno es la relación de carbono y nitrógeno, pudiendo decirse que cuanto más pequeña es dicha relación, tanto más fácil se descompone el nitrógeno. La relación de C/N del lodo de aguas residuales es baja, estimándose más o menos en 10, por lo que la descomposición es rápida, siendo fácil convertirse en nitrógeno de absorción rápida para las plantas.

Componente		Nitrógeno (N) (%)	Fosfato (P ₂ O ₅) (%)	Potasio (K ₂ O) (%)	Contenido de agua (%)	pH	Relación de C/N	Contenido de álcali (%)	Materia orgánica (%)	
Tipo										
deshidratado	Lodo	Valor medio	4,72	5,30	0,33	78,00	7,99	6,92	7,18	65,40
		Valor máximo	8,30	13,70	1,20	87,00	12,40	13,90	31,60	97,60
		Valor mínimo	1,04	0,38	0,02	60,60	5,28	1,00	0,15	38,30
desechado	Lodo	Valor medio	4,01	3,62	0,29	16,80	7,11	6,53	7,10	53,30
		Valor máximo	6,97	9,94	0,65	50,30	11,20	9,46	25,20	82,80
		Valor mínimo	1,80	1,32	0,03	3,20	5,40	2,70	0,23	26,70

5.1.2 Contenido de metales pesados dentro de los lodos de aguas residuales ejemplo de Japón)

En el caso de las plantas de tratamiento que reciben aguas residuales de origen industrial, la concentración de metal pesado dentro de dichas aguas, generalmente, es alta. También, los excrementos humanos, aguas de grifo y aguas pluviales contienen diversos metales pesados, aunque la concentración es baja.

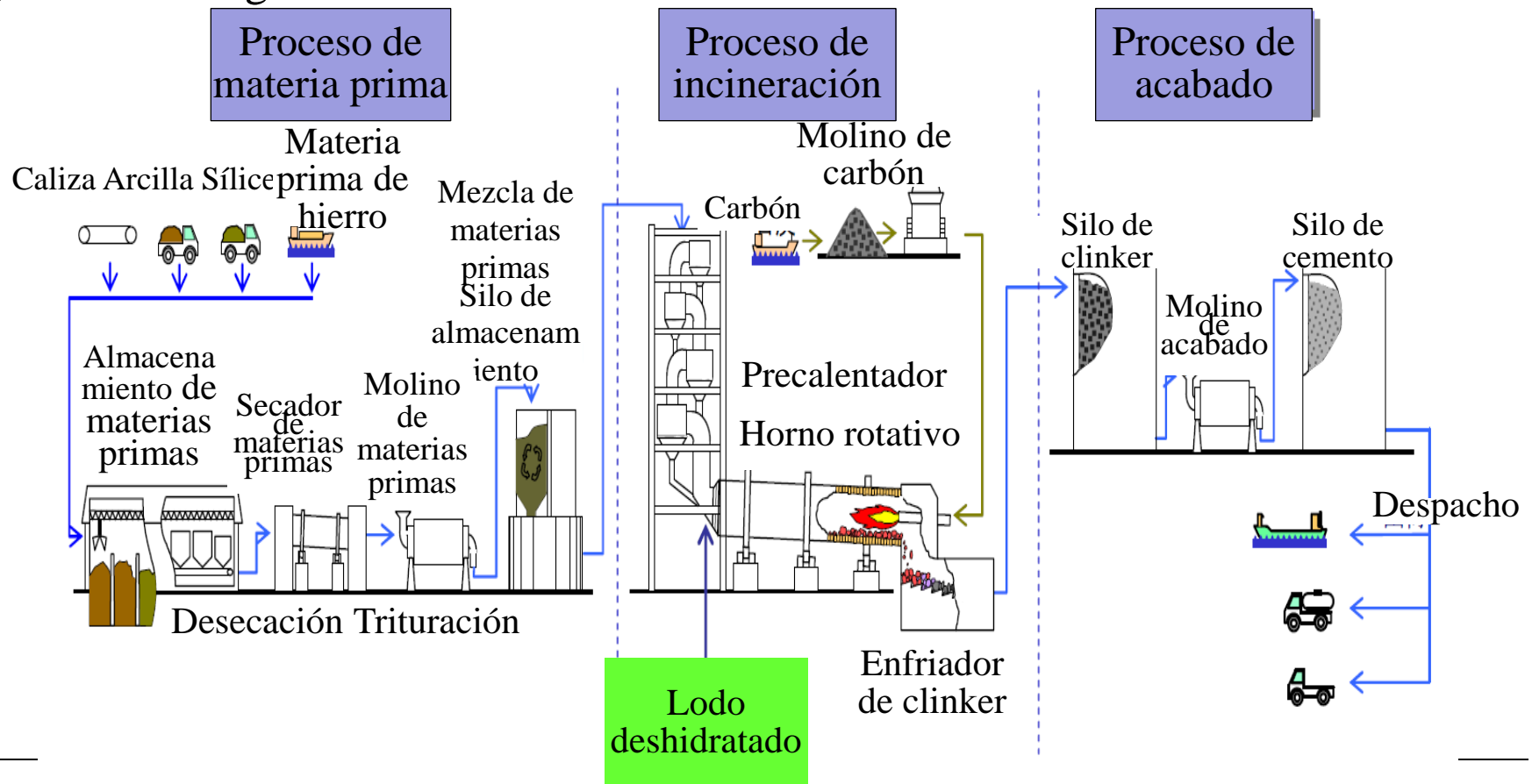
Entre los problemas para la extensión del uso del abono hecho con lodos de aguas residuales, se puede indicar la siguiente imagen generalizada: Lodos de aguas residuales = Efluentes industriales = Metal pesado = Perjudicial para la salud.

Elemento		Contenido dentro del lodo de aguas residuales (mg/kg)			(Referencia) Límite superior del valor permisible en las normas oficiales (abono de lodos fermentados) (mg/kg)
		Valor central	Valor máximo	Valor mínimo	
Arsénico	As	3,1	266	n.d.	50
Cadmio	Cd	1,2	10	n.d.	5
Mercurio	Hg	0,39	9,5	n.d.	2
Níquel	Ni	—	—	—	300
Cromo	Cr	17	1.115	n.d.	500
Plomo	Pb	14	127	n.d.	100
Zinc	Zn	620	10.000	7	—
Cobre	Cu	251	3.190	19	—

5.2 Uso como materiales de construcción

5.2.1 Materia prima del cemento

Como materia prima del cemento, se utilizan normalmente caliza, hierro, sílice, arcilla, yeso, etc. Los componentes del lodo de aguas residuales son similares a la arcilla, por lo que el lodo se incinera junto con la cal y la sílice, en lugar de la arcilla, para generar minerales, como materia prima del cemento, y tras pasar por el proceso de trituración final, el lodo se regenera como cemento.



5.2.1 Materia prima del cemento2

Componentes que afectan a la calidad del cemento

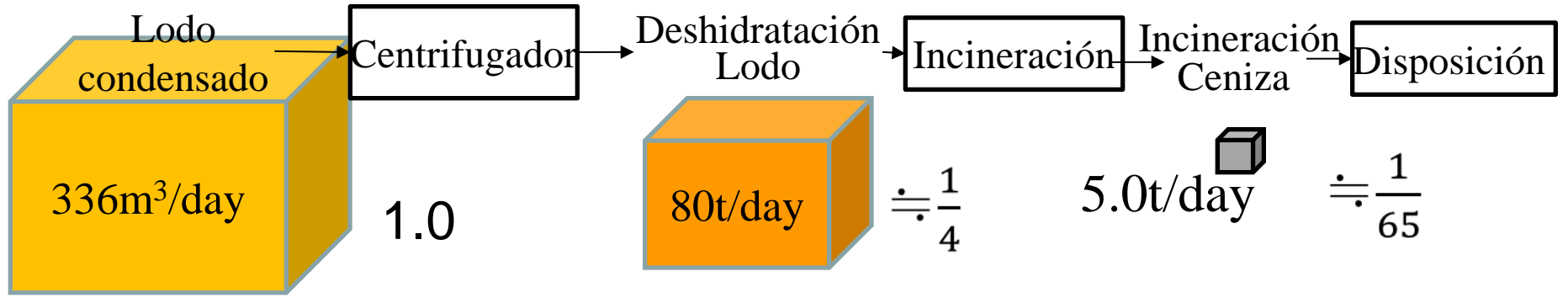
Fósforo (P_2O_5)	Cuando el contenido dentro del cemento supera 0,5 %, disminuye la resistencia. (El contenido actual dentro del cemento es del 0,1 %. No hay valores controlados por JIS.)
Cloro (CL)	Cuando el contenido es alto, las varillas de acero sufren corrosión. (El contenido actual dentro del cemento es de 69mg/l. JIS establece este valor en menos de 200mg/l.)
Álcali (R_2O)	Cuando el contenido es alto, puede provocarse una reacción álcali-agregado. (El contenido actual dentro del cemento es del 0,6 %. JIS establece este valor en menos del 0,75 %.)
Metal pesado	El contenido actual no presenta problemas, y no hay valores controlados por JIS. (Se desconocen valores de límite superior.)
Variación de componentes	Cuando los valores de los componentes varían por la diferencia de fuentes o lotes, se puede causar la variación de la calidad del cemento.

Nota: R_2O (%) : Na_2O (%) + $0,658 \times K_2O$ (%)

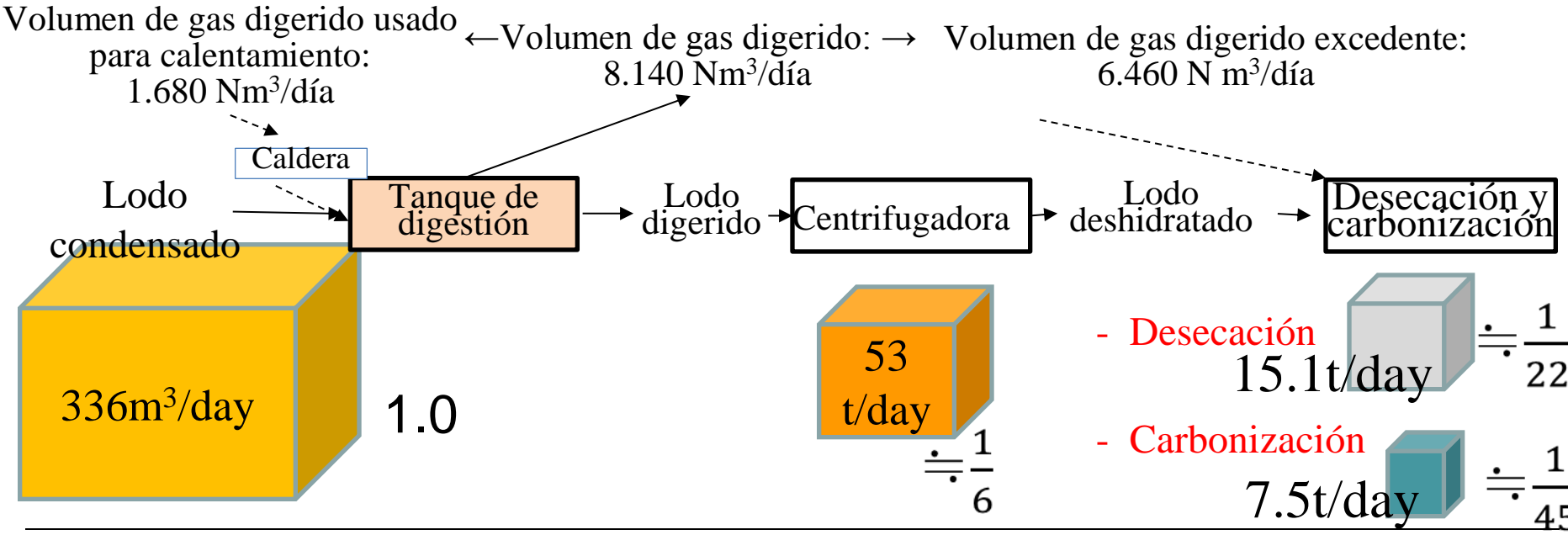
* JIS: Japanese Industrial Standard (Normas Industriales Japonesas)

6. Imagen de reducción del volumen en cada proceso de tratamiento de lodos

Sistema de deshidratación directa e incineración de 80t/día

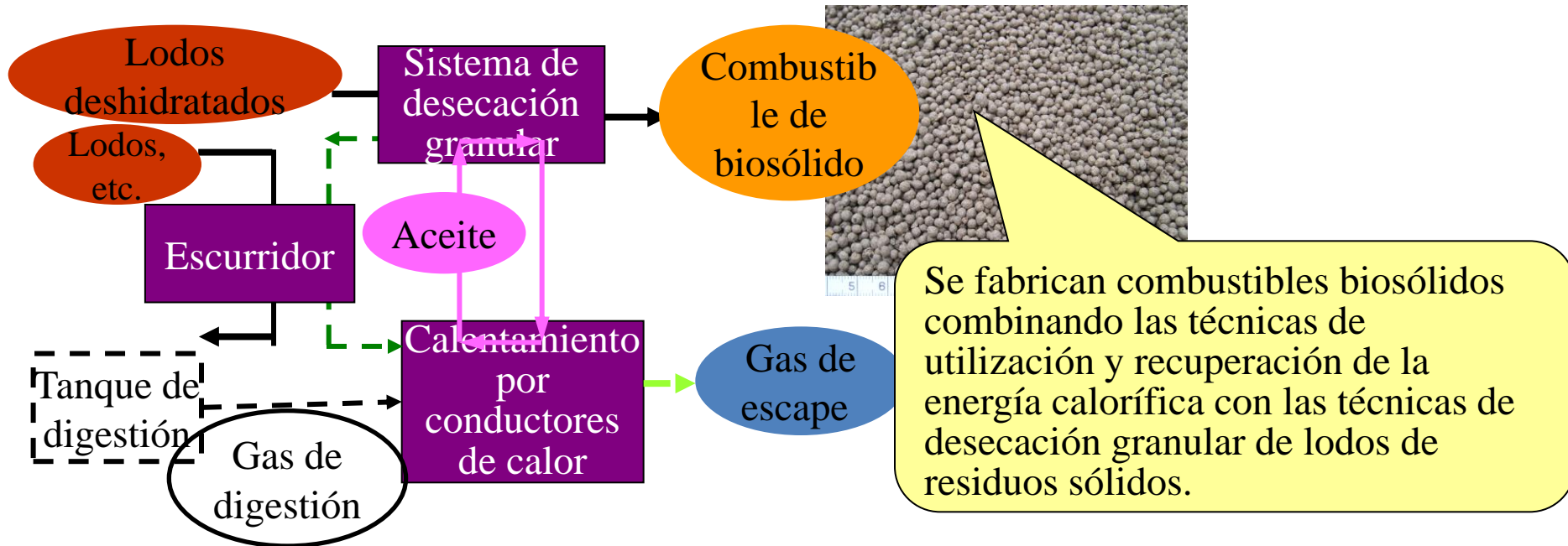


Digestión ⇒ Deseccación y carbonización 53t/día



7. Técnicas de diferentes sectores para el proceso de tratamiento de lodos

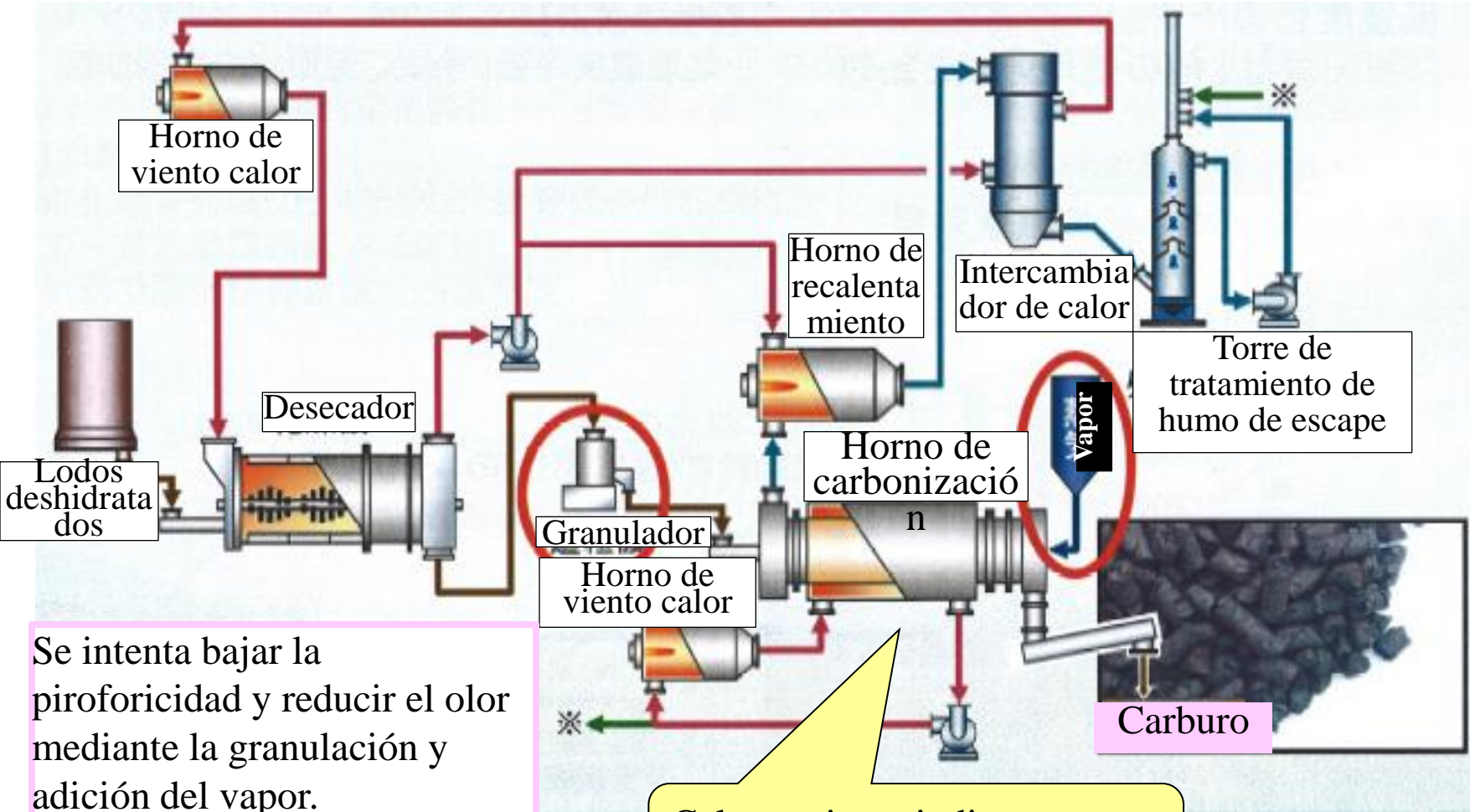
7.1 Ejemplo de desecación granular



Se fabrican combustibles biosólidos combinando las técnicas de utilización y recuperación de la energía calorífica con las técnicas de desecación granular de lodos de residuos sólidos.

- Fabricación de **combustibles biosólidos de forma granular y fáciles de manejar.**
- Técnica de desecación de **alta seguridad** por el sistema de calentamiento indirecto a través de la placa de transmisión de calor.
- **Reducción del costo por la desodorización y combustión del gas de escape** mediante un sistema de calentamiento por conductores de calor.
- **Reducción del costo utilizando el gas de digestión como combustible del sistema de calentamiento por conductores de calor, en caso de disponer del sistema de digestión.**

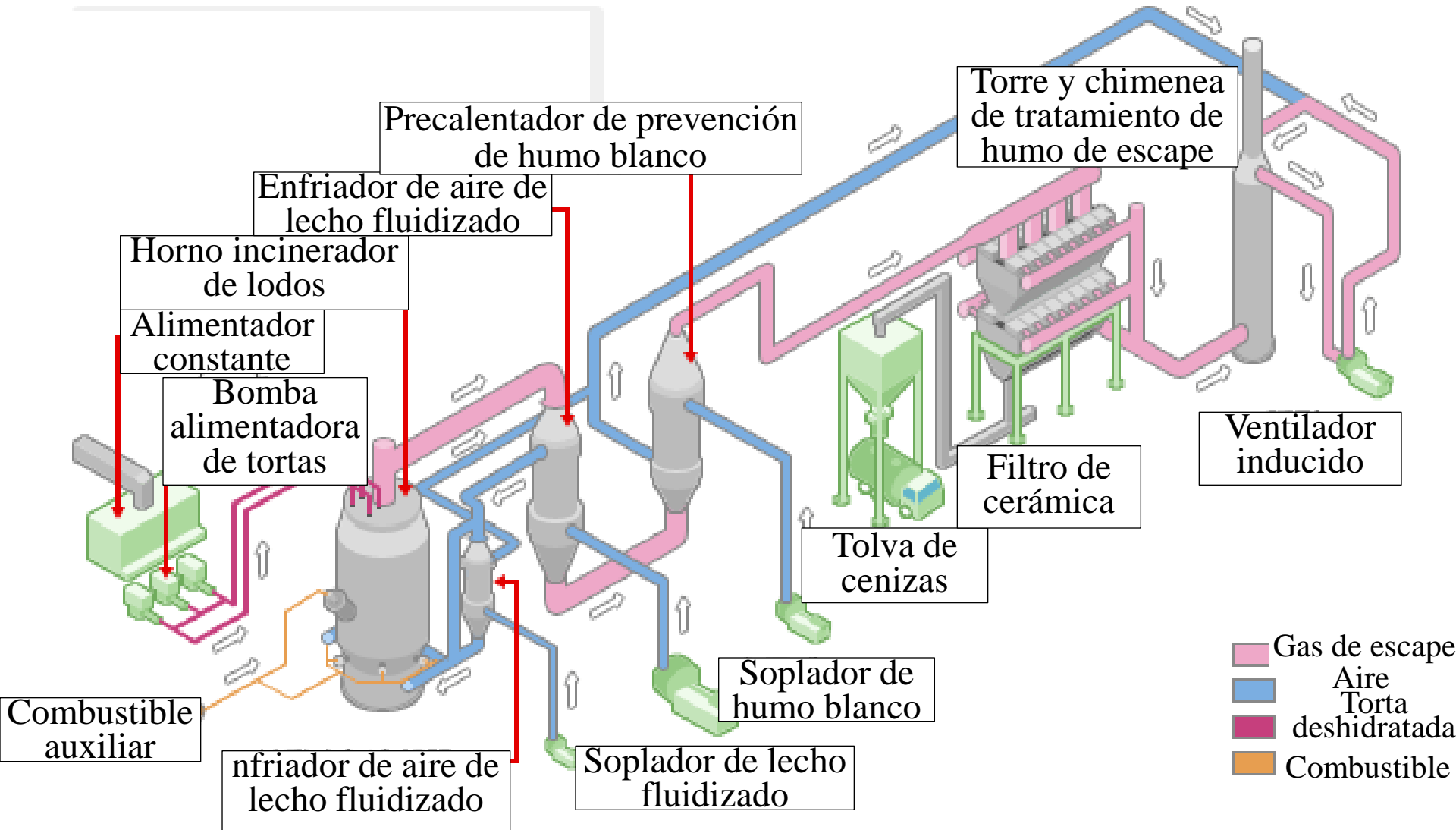
7.2 Ejemplo de carbonización del lodo (carbonización a baja temperatura)



Se intenta bajar la piroforicidad y reducir el olor mediante la granulación y adición del vapor.

Calentamiento indirecto por gas seco de 250 a 350 °C

7.3 Ejemplo de incineración del lodo (horno incinerador en lecho fluidizado)



8. Primera selección del proceso de tratamiento de lodos (1)

Rubro	Lodo deshidratado	Lodo desecado	Lodo carbonizado	Ceniza incinerada
Característica	Volumen de descarga de lodos: Grande Equipos e instalaciones: (uso a baja temperatura) Costo: (barato) Olor: (malo) Combustible sólido: (alta caloría)			Pequeño (uso a alta temperatura) (caro) (sin olor) (baja caloría)
Flujo de fabricación	<pre> graph TD A[Lodos deshidratados] --> B[Salida al exterior (para campos verdes y materia prima del cemento)] </pre>	<pre> graph TD A[Lodos deshidratados] --> B[Desecación] B --> C[Lodo desecado] C --> D[Salida al exterior (para campos verdes y materia prima del cemento)] </pre>	<pre> graph TD A[Lodos deshidratados] --> B[Carbonización] B --> C[Lodos carbonizados] C --> D[Salida al exterior (para campos verdes y mejora de tierra)] </pre>	<pre> graph TD A[Lodos deshidratados] --> B[Incineración] B --> C[Cenizas incineradas] C --> D[Salida al exterior (para fábricas de cemento y asfalto y para la mejora de tierra)] </pre>
Resultados en Japón	Hay casos en que se envían directamente los lodos deshidratados, como materia prima de cemento, a los comerciantes privados.	El costo, como abono, es relativamente caro. También, se utiliza como materia prima de cemento, etc.	Como abono, el costo es relativamente alto.	Ocupa un 60 % de los lodos de aguas residuales que se utilizan eficientemente en todo el país. Normalmente, los metales pesados dentro de los lodos se concentran, por lo que apenas existen casos de utilizar la ceniza incinerada para la agricultura.



8. Primera selección del proceso de tratamiento de lodos (2)

Rubro	Lodo deshidratado	Lodo desecado	Lodo carbonizado	Ceniza incinerada
Méritos	<ul style="list-style-type: none"> • Si se cuenta con receptores seguros, sobresale el aspecto económico. 	<ul style="list-style-type: none"> • El aspecto económico es superior al de la incineración. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hay numerosas aplicaciones, por ejemplo, como material para la mejora de la calidad de tierra, como material desodorante, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Normalmente, la cantidad de cemento que se fabrica es enorme en comparación con el volumen de los lodos generados, por lo que se puede esperar más demanda.
Deméritos	<ul style="list-style-type: none"> • El volumen de lodos a transportar al exterior es grande, por lo que suele haber limitaciones en cuanto a la distancia de transporte y la cantidad de lodos que se aceptan. • Se presenta el problema del mal olor durante el transporte y reciclaje de lodos. • Para utilizar como abono, el volumen de lodos es demasiado grande y el contenido del ácido fosfórico es bajo, siendo difícil el manejo por parte de los usuarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las tuberías del sistema de desecación se obstruyen fácilmente con los polvos. • Se requiere fortalecer el control de calidad como abono, indicando la calidad del producto, etc., por lo que puede haber casos de tener que desecharse los lodos deshidratados. 	<ul style="list-style-type: none"> • El horno de carbonización tiene que ubicarse después de la máquina desecadora, por lo que el costo es relativamente alto en comparación con el del sistema de desecación. • Se adhiere el alquitrán en las tuberías del sistema de carbonización. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los receptores se limitan a fábricas de cemento, ladrillos, materiales para la mejora de tierra, etc., por lo que resulta difícil diversificar el uso efectivo.
Primera selección	△	△	—	○

9. Estudio de mercado

Categoría	Resumen
1. Análisis de la demanda	<p>Conocer la escala y situación del mercado a partir de la cantidad de producción y ventas.</p> <ul style="list-style-type: none">• Cantidad de demanda (escala y tendencia del mercado, situación real del mismo, pronóstico de la demanda futura, etc.)• Clientes (motivo de la compra, etc.)• Adaptabilidad a los deseos de los clientes
2. Análisis de la eficiencia de ventas	<p>Conocer la situación y características de distribución a partir de los métodos de venta, etc.</p> <ul style="list-style-type: none">• Rutas de venta (estructura de las rutas de distribución, cambio de la forma de distribución, etc.)• Métodos de venta (actividades comerciales, forma de aceptación de pedidos, servicio posventa, etc.)• Clientes (motivo de la compra, etc.)• Promoción de venta (manera de propaganda, promoción, etc.)• Necesidad y selección de rutas de distribución (rutas existentes, desarrollo de nuevas rutas, etc.)
3. Análisis del ambiente en torno al negocio	<p>Conocer los factores del entorno que afectan al desarrollo del negocio</p> <ul style="list-style-type: none">• Ambiente socioeconómico (tendencia de la situación económica, tendencia del mercado, perspectiva del porvenir, etc.)• Relación competitiva (situación de las compañías competidoras, productos competitivos, intervención de nuevos proveedores, etc.)• Cambio de la situación administrativa (factibilidad, sistema del negocio, cambio del método de administración, etc.)• Grado de influencia de otros mercados• Influencia de políticas y leyes

¡Muchas gracias por su atención!





Creación de un Ambiente Hídrico
Limpio

Uso de Aguas Recicladas



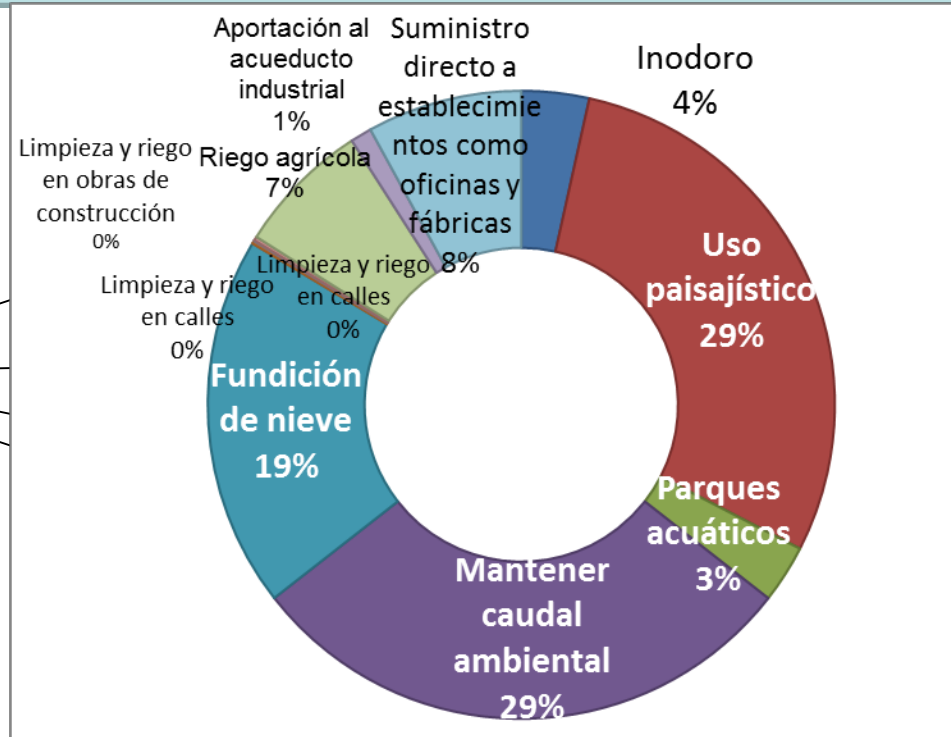
Nihon Suido Consultants.Co.,Ltd.

1. Uso de Aguas Recicladas

1.1 Uso de Aguas Tratadas de alcantarillado en Japón

De 13.930 millones de m³ de aguas anuales tratadas del alcantarillado, se aprovecha el 1.4 %, unos 200 millones de m³

Aguas anualmente tratadas del alcantarillado: 13.930 millones de m³



(Dpto. Alcantarillado, MLIT, 2007)

1.2 Uso de Aguas Recicladas en el Exterior

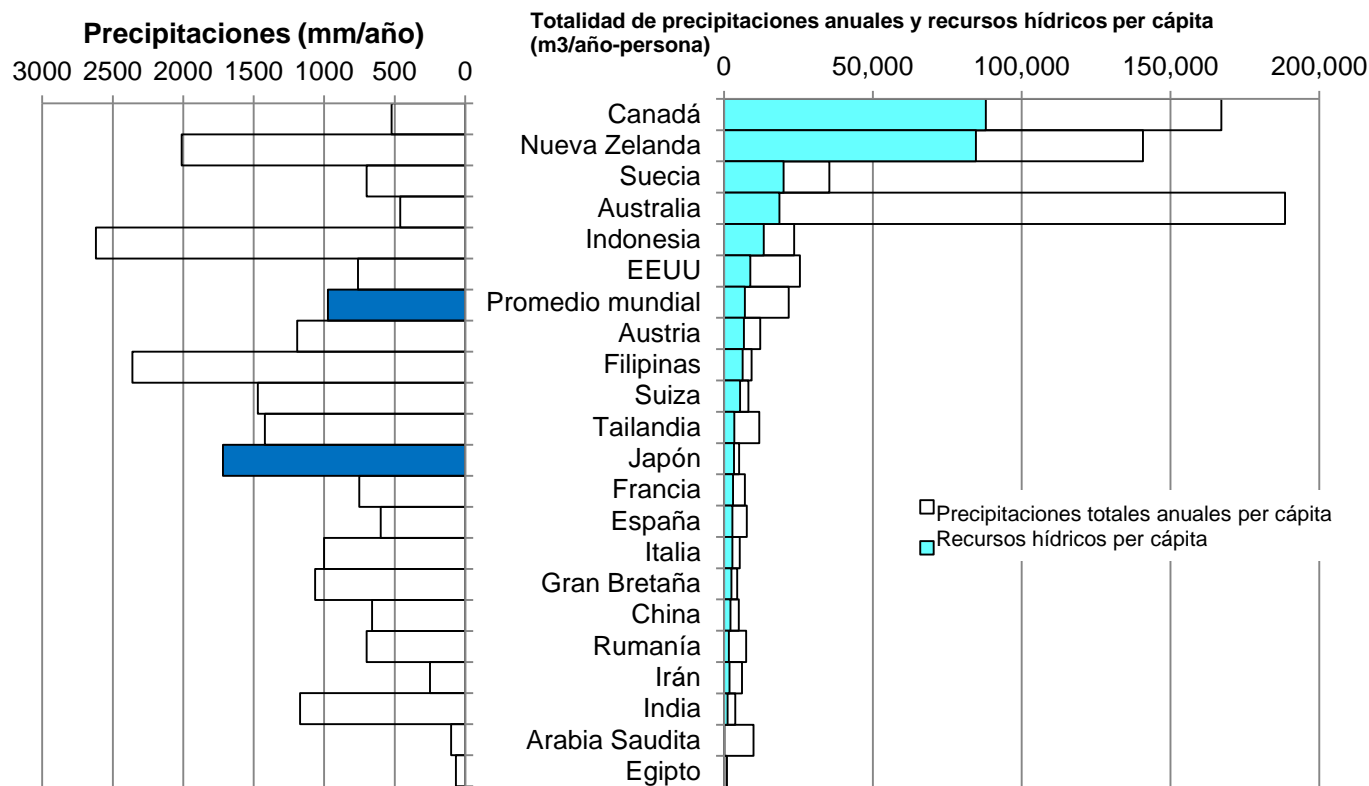
En el exterior es generalmente en zonas de poca precipitación donde se aprovechan más aguas recicladas o las tratadas del alcantarillado

País	Aguas tratadas del alcantarillado aprovechadas/año	% de su reutilización
EEUU	Aprox. 3,650,000,000 m ³	Aprox. 6.0%
Israel	Aprox. 280,000,000 m ³	Aprox. 83.0%
España	Aprox. 350,000,000 m ³	Aprox. 12.0%
Italia	Aprox. 230,000,000 m ³	Aprox. 7.0%
Japón	Aprox. 200,000,000 m ³	Aprox. 1.4%
Australia	Aprox. 166,000,000 m ³	-

(Dpto. Alcantarillado, MLIT, 2007)

1.2 Uso de Aguas Recicladas en el Exterior

Japón tiene mayores precipitaciones, pero las precipitaciones per cápita son menores.



<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/junkan/index-4/11/11-1.html>

2 Significado y efecto social del uso de aguas recicladas

1. Uso estable del agua

2. Mejoramiento de calidad de recursos hídricos públicos

3. Medida de mitigación al cambio climático por el calentamiento global

4. Creación de una comunidad rica y relajante



(Dpto. Alcantarillado, MLIT, en 2007)



Riego en un pavimento retentivo de agua para combatir el calentamiento urbano

2.1 Ejemplo del uso de aguas recicladas en Tokio

Caudal ambiental de ríos como el Meguro: unos 85,000m³/día

Agua del inodoro en Shinjuku, Shiodome, etc.: unos 7,000m³/día



Agua para mantener el caudal fluvial



Filtración rápida en arena

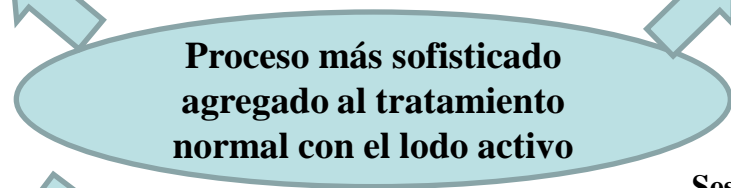
Agua no potable (Shinjuku)



Agua no potable (Shiodome)

UV (Desinfección y anti-nitrificación)

Filtrada por la membrana biológica y la resistente a ozono (color, olor y turbidez)



Agua de lavado de "Yurikamome"
Aprox. 2,000m³/día

Seseragi no Sato: 40m³/día



Tratamiento de ozono (Olor y color)

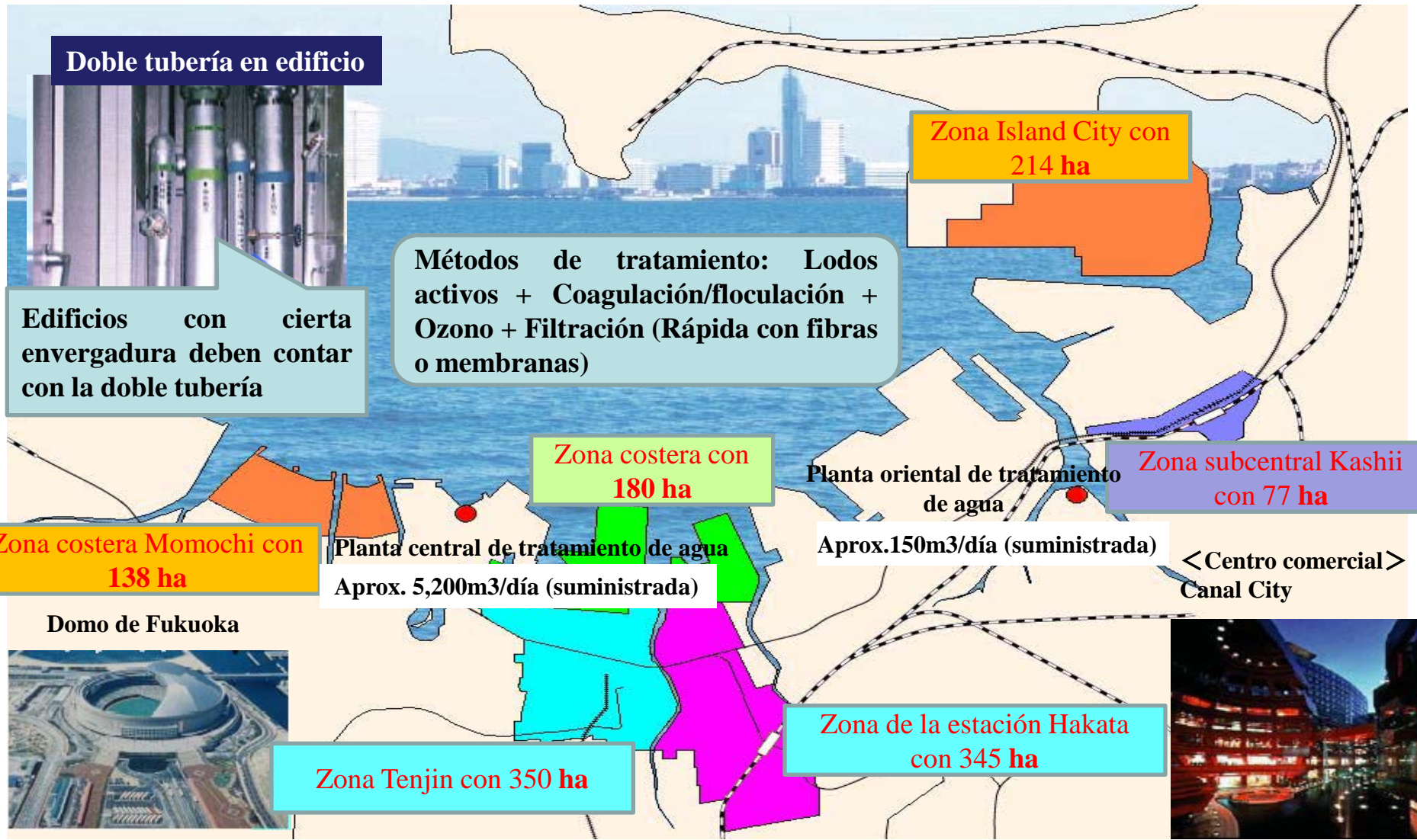
Agua de lavado

Aguas ambientales



Membrana de osmosis inversa (Parque acuático)

2.2 Ejemplo del uso de aguas recicladas en Fukuoka

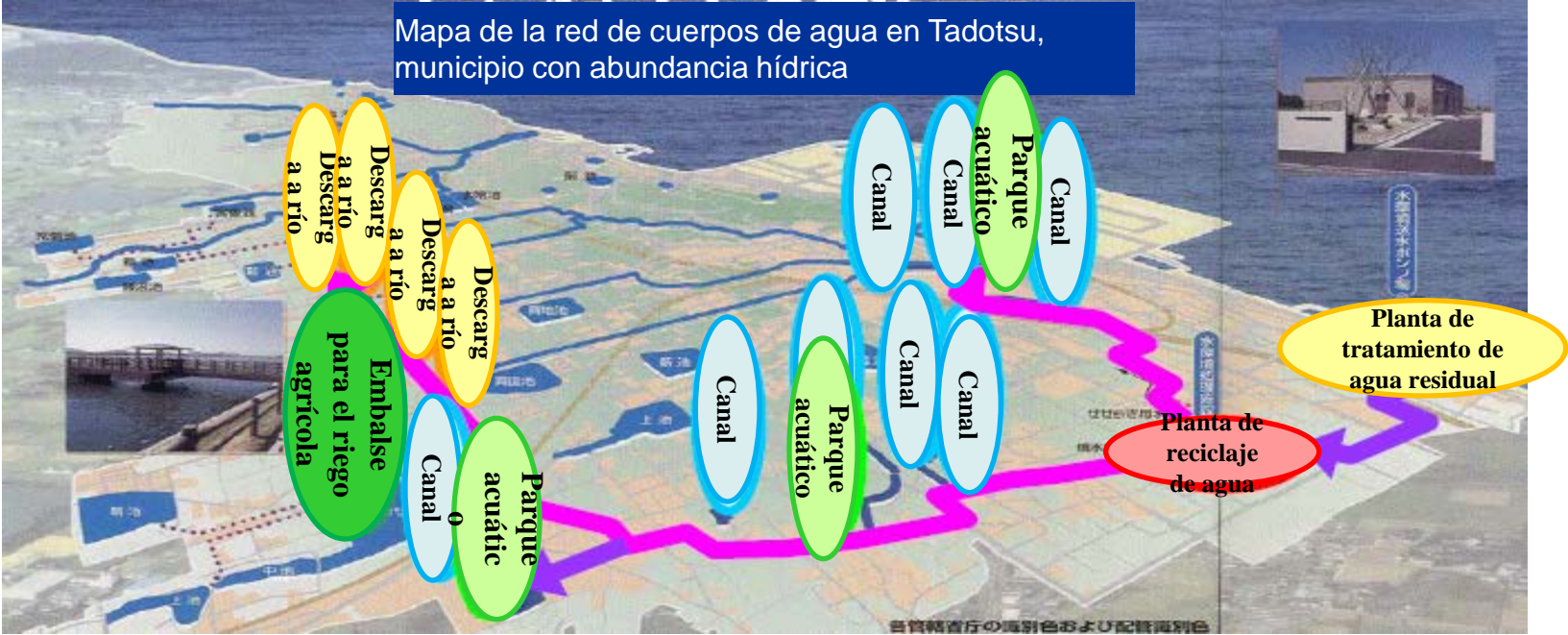


2.3 Ejemplo del uso industrial de aguas recicladas en Sakai



La planta Sambo suministra aguas sofisticadamente tratadas provenientes del alcantarillado
 ➤ **Capacidad de suministro: 34,000 m3 max. diaria**

2.4 Ejemplo del uso agrícola de aguas recicladas en Tadotsu, Kagawa



Campaña de limpieza del parque acuático



Experiencia agraria con aguas recicladas

2.5 Ejemplo del uso de aguas recicladas en Israel

Recarga de acuíferos y riego de zonas verdes con aguas tratadas impulsadas de la planta de tratamiento de aguas residuales

Descarga de aguas tratadas

Riego en zonas verdes

Planta de tratamiento

Tubo de impulsión

Puntos de descarga de agua: Recarga de acuíferos mediante cuatro estanques a altura

The composite image illustrates the water recycling process in Israel. It features a central map showing the distribution network from a treatment plant to various discharge points. A callout box labeled 'Riego en zonas verdes' shows a person inspecting an irrigation system in a garden. Another callout, 'Tubo de impulsión', shows a large red pipe at a treatment facility. A yellow arrow points from the map to a yellow box containing the text 'Puntos de descarga de agua: Recarga de acuíferos mediante cuatro estanques a altura'. Below this box are three photographs: the first shows a large reservoir with aeration equipment; the second shows a field of green plants; the third shows a concrete structure with a metal railing, likely part of the discharge system.

3. Norma japonesa de calidad del agua reciclada (1)

◆ Se le aplica a 4 tipos de uso

⇒ Aguas de inodoro, riego, paisaje y parque acuático

◆ Norma técnica establecida desde tres puntos de vista:

1. Seguridad higiénica

Bacteria: Desinfección con cloro, etc.

Protozoarios: Coagulación/floculación, etc.

Virus: Tratamiento con membranas, filtros, ozono, UV, etc.

2. Asegurar un paisaje bello y confortabilidad

Aspecto de aguas recicladas (color, turbidez y olor)

Reproducción de algas en las instalaciones usuarias

Generación de quironómidos en establecimientos usuarios del agua para el inodoro

3. Prevención de fallas en el sistema de uso de agua reciclada

Corrosión: Revestimiento/protección de tubería, partes soldadas de acero inoxidable, nivel de concentración de ion cloro, ion sulfato, **cloro residual**, etc.

Obstrucción: Deposición y acumulación de herrumbre en filtros metálicos o codos de tubería

3.1 Base de la norma japonesa de calidad del agua reciclada

(1) E. coli (Número de colonias)

1. Se establece como parámetro para ver el nivel bacteriológico dentro de la seguridad higiénica
2. E. coli es el indicador preferible para ver el grado de contaminación fecal al número de colonias
3. Concordancia con la norma de calidad de agua no potable definida por la norma de agua potable y la ley de higiene de edificios
4. Referente al agua para el uso paisajístico, no se cuenta el posible contacto humano, por lo que el número de colonias se aplica como indicador igual que la norma de calidad de efluentes finales

3.1 Base de la norma japonesa de calidad del agua reciclada

(2) Estándar de instalaciones y turbidez

◆ Aguas de inodoro, riego y paisaje

1. Para prevenir la obstrucción de tubería en familias usuarias del agua reciclada, se establece como estándar que las instalaciones deben tener el sistema de filtración en arena u otro mejor.
2. Se establece como valor objetivo de control el grado 2 o menor.

◆ Agua para parques acuáticos

1. Por la necesidad de dar mayor atención a la seguridad higiénica de los usuarios, se agrega el proceso de coagulación/floculación para eliminar protozoarios.
2. Se establece como valor objetivo de control el grado 2 o menor.

3.1 Base de la norma japonesa de calidad del agua reciclada

(3) Cloro residual

- Para prevenir la reproducción de bacteria patógena en el proceso de suministro de agua reciclada, se la desinfecta con cloro por su alto efecto residual.
- En caso de agregar cloro en los destinos de suministro, se puede determinar según acuerdos individuales firmados.

◆ Aguas de riego y parques acuáticos

- No se aplica cuando no se requiere el efecto residual de desinfección por causas como el tiempo de retención muy corto.

◆ Agua paisajística

- No se determina, puesto que se la puede desinfectar sin cloro desde la preservación de ecosistema y no se considera el contacto humano.

3.2 Norma técnica para el uso de aguas de alcantarillado tratadas (extracto)

	Lugar aplicable	Agua de inodoro	Agua de riego	Agua paisajística	Parque acuático
E.coli	Salida de la planta de reciclaje de agua	No detectable ¹⁾	No detectable ¹⁾	Véanse Observaciones ¹⁾	No detectable ¹⁾
Aspecto		Que no sea desagradable			
Turbidez		Igual o menor que el nivel 2 (Valor objetivo de control)			Igual o menor que el nivel 2
Color		-	-	Igual o menor que el nivel 40	Igual o menor que el nivel 10
Olor		Que no sea desagradable			
pH		Entre 5.8 y 8.6			
Cloro residual (Valor objetivo de control)	Límite de responsabilidad	0.1mg/L de cloro libre o 0.4mg/L de cloro combinado	0.1mg/L de cloro libre o 0.4mg/L de cloro combinado	/	0.1mg/L de cloro libre o 0.4mg/L de cloro combinado
Estándar de instalaciones	/	Instalaciones de filtración en arena o mejores	Instalaciones de filtración en arena o mejores	Instalaciones de filtración en arena o mejores	Instalaciones de coagulación /floculación más filtración en arena o mejores
Observaciones		1) Volumen chequeado: 100ml	1) Volumen chequeado: 100ml 2) No se aplica si no se requiere el efecto residual de desinfección	1) Se aplica el criterio provisional (Colonias de E.coli: 10CFU/mL)	1) Volumen chequeado 100ml 2) No se aplica si no se requiere el efecto residual de desinfección

4. Medida para promover el uso de aguas recicladas

Identificación de principales retos (caso de Japón)

- Aclarar el efecto social del uso de agua reciclada
- Determinar hasta dónde llega como el servicio de saneamiento
- Identificar el costo total y analizar quiénes pueden costearlo
- Expansión de beneficios económicos
- Estudiar la posible participación del sector privado, su forma y condiciones
- Identificar el flujo/reserva de los recursos hídricos locales
- Organizar el uso de agua de alcantarillado tratada según cada cuenca

Equipos de filtración



Filtración rápida por fibra

Filtro de arena: 20 m²

**Ishigaki
Fiber Wakishimizu
3.1m²**



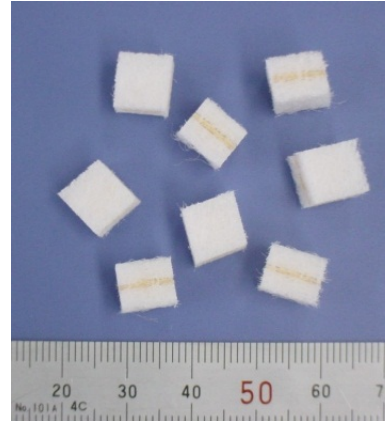
Mismo rendimiento

Medio de Filtro de fibra

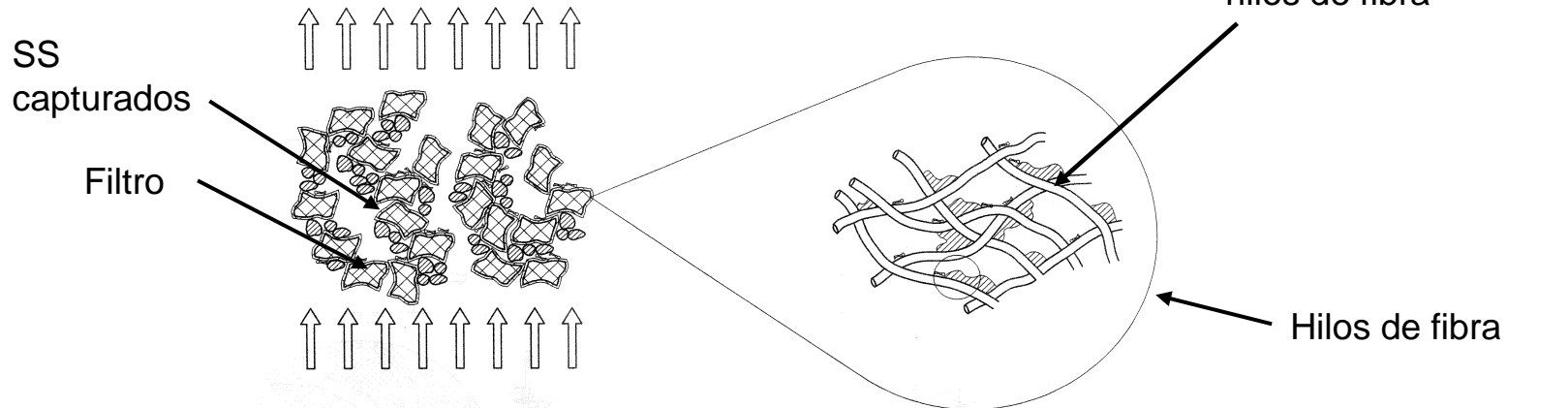
Característica

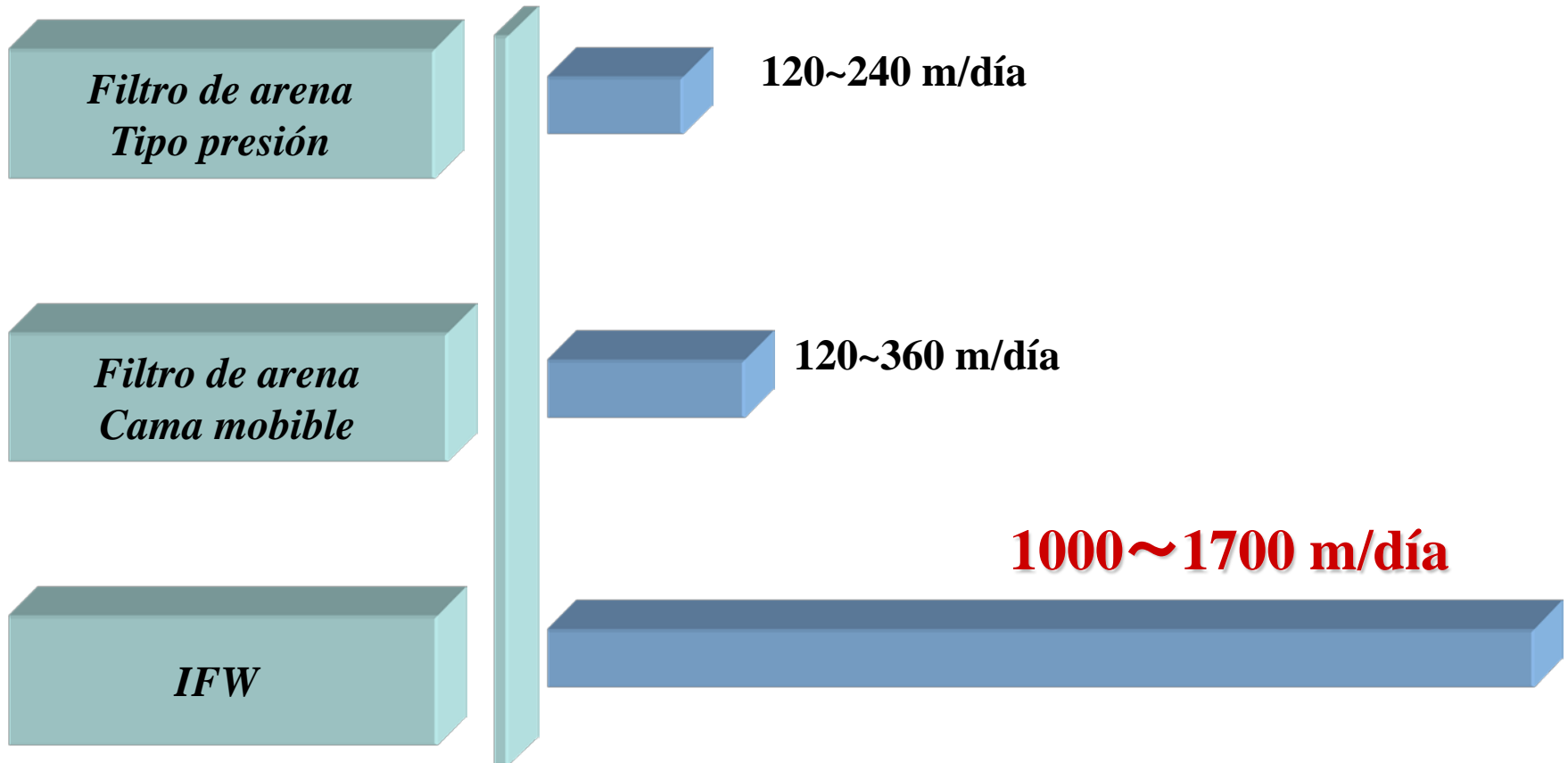
Material: Polipropileno

Gravedad: 0.8 ~ 0.92



Cómo capturar SS bajo microscopio

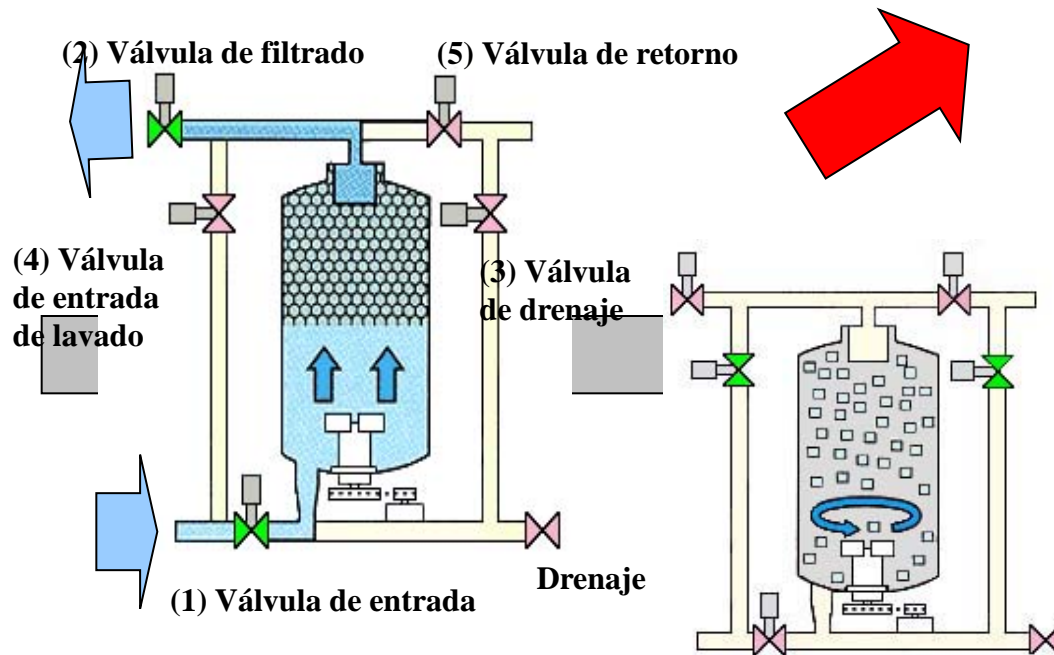




Nota: m/día = m³/m² per día

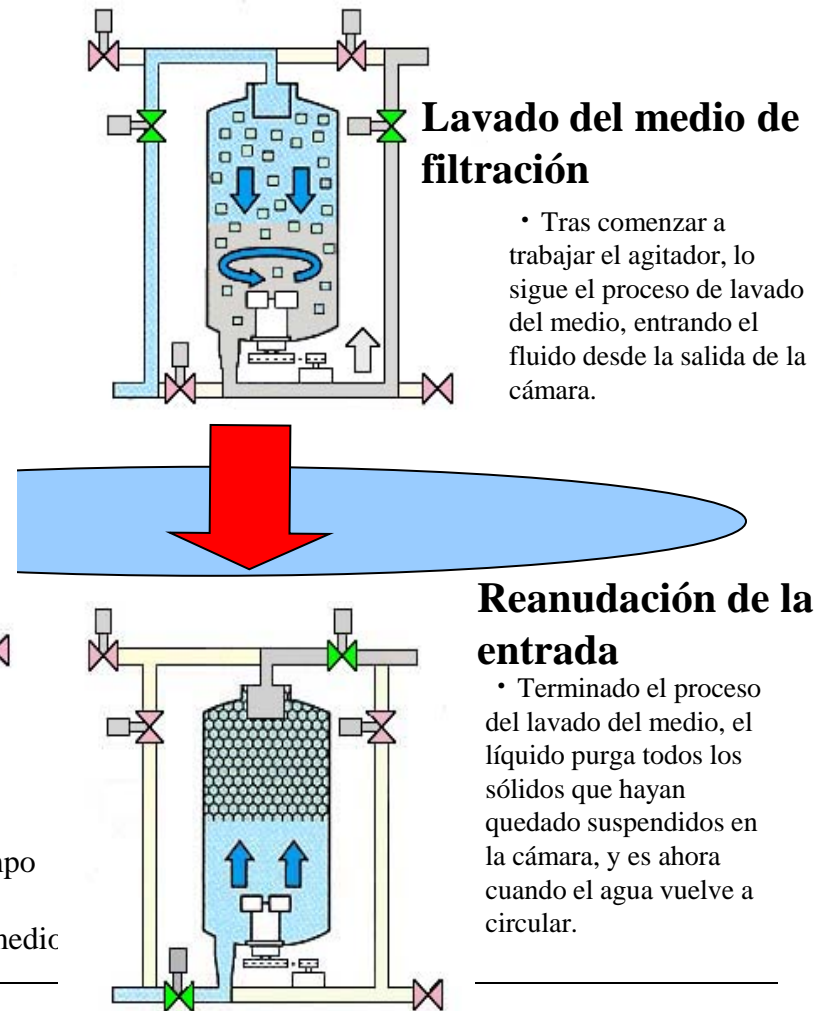
Proceso de FILTRACIÓN

Proceso de lavado del medio de filtración



Agitación

• Cuando Fiber-Wakishimizu detecta los parámetros de tiempo de lavado con manómetro, el agitador comienza a lavar el medic



Aplicación: Aguas residuales, industria química y residuos de fábricas



- **Bajo costo inicial**
 - No ocupa mayor espacio
 - Equipos ligeros
- **Bajo costo de operación**
 - Poca disposición de residuos
 - Bajo consumo eléctrico y de agua
- **Fácil manejo**
 - Filtros ligeros



Gracias por su atención

