

Anexo – V : Plan de Componentes no estructurales

1. Antecedentes del plan de uso de componentes no estructurales

El flujo de tratamiento de agua de la planta de tratamiento Río San Juan por efecto de las lluvias la turbiedad del agua cruda supera el ámbito de aplicación del sistema de filtrado lento y debido al terreno limitado con el que se cuenta, es difícil adoptar el sistema de filtración lenta que requiere un terreno mucho más amplio, es por ello que se ha adoptado el sistema de filtración rápida. La planta de tratamiento Kari Kari en actual construcción con el financiamiento de la KfW de Alemania, también tiene el sistema de filtración rápida. Esta planta tiene programado iniciar sus operaciones a principios del año 2009, y hasta que la construcción de la planta de tratamiento Río San Juan sea concluida, transcurrirán 2 años aproximadamente, tiempo en que se acumularán conocimientos de mantenimiento del sistema de filtración rápida y se espera que éstos sean aplicados en la operación de la planta de tratamiento Río San Juan.

Sin embargo, comparando ambas plantas, aunque contarán con el sistema de filtrado rápido, existe una gran diferencia en el agua cruda que es uno de los elementos más importantes de las condiciones operativas de una planta de tratamiento de agua. Es decir que, mientras que el agua cruda para la planta de tratamiento Río San Juan se tomará directamente de las aguas del río, el agua cruda para la planta de tratamiento Kari Kari será tomada de lagunas grandes y pequeñas. Con los efectos sedimentarios por estancamiento del agua en lagos o lagunas, la fluctuación de la turbiedad causada por la tierra y arena es pequeña, sin embargo se produce turbiedad debido al plancton y otros, por lo cual en dicho caso el control de la filtración rápida se centra principalmente en la eliminación de turbiedad originada por el plancton, a lo que en el caso de los ríos, la turbiedad se incrementa rápidamente a causa de las lluvias, por lo cual el control del filtrado rápido se centra en las medidas contra los cambios en el grado de turbiedad.

Por consiguiente, aunque se espera la acumulación de experiencia en la operación de la planta de tratamiento de Kari Kari, también será necesario contar con la cooperación técnica para el control y mantenimiento propios por tratarse de la toma de agua del río, tales como el control de la cantidad de productos químicos a echar, programación del lavado por contracorriente, etc.

Además, en cuanto a la reparación de las tuberías de conducción, con el Proyecto se realizarán obras de protección en 28 lugares que se presume que podrían ocurrir grandes daños en unos 2 años, y en cuanto a los lugares que en la actualidad no requieren reparación pero que existe la posibilidad de que en el futuro si sea necesario, AAPOS realizará supervisiones periódicamente y en caso de producirse algún problema, programará, diseñará y efectuará la reparación correspondiente.

AAPOS actualmente realiza supervisiones periódicas y viene realizando las reparaciones correspondientes cuando se produce algún daño, sin embargo, no está realizando la inspección desde el punto de vista previsible de daños por derrumbes que es la causa de deterioro de las tuberías de conducción. Por esta razón, con el mantenimiento que se realiza actualmente es

Plan de Componentes no estructurales

difícil tomar precauciones para evitar el detrimento de las tuberías de conducción, por lo tanto, es necesario contar con la asistencia técnica sobre el mantenimiento preventivo para tomar medidas antes de que se produzca cualquier daño.

Por consiguiente, para asegurar la mínima continuidad de los resultados de la cooperación, se ha considerado que será más efectivo realizar la orientación técnica sobre "el control de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento" y "el mantenimiento de las tuberías de conducción", lo cual será llevado a cabo como componente no estructural.

2. Meta de los componentes no estructurales

Las metas en la transferencia tecnológica relacionada con el control de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua y el mantenimiento de las tuberías de conducción de agua que se llevará a cabo con el componente no estructural, son como se señala a continuación

- Operación y mantenimiento de la planta de tratamiento
 - Suficiente comprensión de los principios del sistema de filtración rápida.
 - Poder operar las instalaciones de la planta de tratamiento
 - Poder recopilar los datos necesarios para el mantenimiento cotidiano.
 - Poder realizar el mantenimiento adecuado en base a los datos recopilados.
 - Poder programar la limpieza del tanque de sedimentos y el tanque de filtración por retrolavado etc., y proponer un plan de mantenimiento.
- Mantenimiento de las tuberías de conducción
 - Suficiente comprensión de los objetos de inspección de las tuberías de conducción.
 - Poder pronosticar la posibilidad de la ocurrencia de daños a partir de los ítems de inspección.
 - Programar adecuadas medidas de prevención ante la posibilidad de daños pronosticados.
 - Poder programar y diseñar el drenaje de lodo, las reparaciones, etc.

La transferencia tecnológica antes mencionada, se realizará a las personas programadas para efectuar la operación de la planta de tratamiento a ser construida por este Proyecto y a las personas programadas para el mantenimiento de las tuberías de conducción.

3. Resultados de los componentes no estructurales

Mediante la ejecución de los componentes no estructurales se espera lograr los siguientes resultados.

En lo relacionado con el control de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento, el personal de la División de Producción de AAPOS encargada de la operación de la Planta de

tratamiento Río San Juan, deberá:

- Comprender los principios del método de filtración rápida, el proceso y el método de operación de las instalaciones.
- Obtener la capacidad de control y mantenimiento sobre la inyección de floculantes, programación para el lavado por contracorriente de los tanques de filtración, etc.
- Llegar a diseñar planes anuales de mantenimiento de la planta de tratamiento.

En cuanto al mantenimiento de las tuberías de conducción, el personal de la División de Toma de Agua y Conducción de agua de AAPOS, encargada del mantenimiento de dichas tuberías, deberá:

- Comprender la necesidad de realizar el mantenimiento de las tuberías de conducción.
- Aprender los métodos de observación de los conductos para prevenir derrumbes de tierra.
- Comprender los métodos de evaluación de los grados de peligrosidad y de daños.
- Obtener la capacidad para diseñar programas de medidas para contrarrestarlos.
- Llegar a diseñar planes de mantenimiento con el objeto de prevenir accidentes en las tuberías de conducción.

4. Métodos de confirmación del nivel de alcance de los resultados.

El encargado de los componentes no estructurales, tendrá conocimiento del nivel de los resultados alcanzados con la transferencia tecnológica, y dichos resultados serán reflejados en un documento. El nivel de resultados alcanzado se puede conocer mediante el método de señalado en la Tabla V.1.

Los resultados conocidos serán presentados a AAPOS y a la parte japonesa en forma de "Informe de Conclusión de los componentes no estructurales".

Tabla V.1 Métodos de confirmación del nivel de alcance de los resultados

	Resultados	Método de confirmación del nivel de alcance de los resultados
Mantenimiento de la planta de tratamiento de agua	Principios del sistema de filtración rápida, comprensión del proceso	• Reuniones, Teoría después del OJT (entrenamiento en la obra), Hacer preguntas sobre el Proceso.
	Comprensión del método de operación de las instalaciones de filtración rápida	• Hacer preguntas sobre los puntos de una operación en el momento adecuado cuando se está ejecutando el OJT.
	Capacidad de mantenimiento del sistema de filtración rápida	• Entrenamiento de mediciones de retrofiltración, entrenamiento de lectura de valores, etc. • Elaboración de un reporte diario.
	Capacidad de planteamiento de planes de mantenimiento	• Elaborar un plan de operaciones considerando las variaciones de la calidad del agua.
Mantenimiento de tuberías de conducción	Comprensión de la necesidad y resultados del mantenimiento de las tuberías de conducción	• Hacer preguntas sobre la necesidad y los resultados, en las reuniones y al término del OJT.
	Comprensión de los métodos de inspección de las tuberías de conducción	• Hacer que expliquen los resultados de las observaciones desde el punto de vista de las previsiones de desastres.
	Comprensión de los métodos de evaluación del grado de peligrosidad, y magnitud de daños	• Pedir que hagan la evaluación en el lugar mismo.
	Diseño de planes de medidas	• Hacer que diseñen un plan de medidas de otras instalaciones aparte de las que son objetivo del Proyecto.
	Planteamiento de planes de mantenimiento	• Hacer que elaboren planes de mantenimiento.

5. Actividades de los componentes no estructurales. (Plan de insumo)

El contenido de las actividades de mantenimiento de la planta de tratamiento de agua son como se indica a continuación:

- ① Ejecución de seminarios relacionados con el proceso de tratamiento por filtrado rápido.
- ② Entrenamiento en la Obra (OJT) de la operación de la planta de tratamiento
- ③ Elaboración y Explicación del Manual de Operaciones
- ④ OJT sobre el mantenimiento del tanque de filtración rápida
- ⑤ OJT sobre el planteamiento de planes de mantenimiento
- ⑥ OJT sobre la elaboración del reporte diario de control de operación

Componente no estructural de control de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento, tiene como premisa realizar la transferencia tecnológica haciendo uso de las instalaciones de la planta de tratamiento Río San Juan. Por consiguiente, éste se comenzará a ejecutar cuando se realice la operación de prueba una vez concluida la construcción de la planta de tratamiento. Considerando la época en que se lleve a cabo la operación de prueba y la frecuencia con que se haga el retrolavado del tanque de filtrado rápido, etc., se realizaría en el lapso de un mes.

El contenido de las actividades relacionadas con el control de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento, será como sigue:

Plan de Componentes no estructurales

- ① Realización de un seminario relacionado con el mantenimiento de las tuberías de conducción
- ② OJT sobre la inspección de las tuberías de conducción
- ③ Elaboración y Explicación del Manual de Inspección de las tuberías de conducción
- ④ Instrucción sobre los puntos más importantes de inspección
- ⑤ OJT sobre conclusiones necesarias para las reparaciones
- ⑥ Instrucciones técnicas sobre planeamiento – diseño de las reparaciones, etc.
- ⑦ Elaboración – instrucciones sobre registros de exploración del lugar

Los componentes no estructurales del mantenimiento de las tuberías de conducción incluyen no sólo la inspección sino también instrucciones técnicas de planeamiento y diseño de reparaciones, por esta razón se llevará a cabo por un período adecuado durante la ejecución de las obras de reparación de las tuberías de conducción. Al existir la necesidad de dar indicaciones para un total de 112 lugares (de riesgo 2 y 1) que en adelante requerirán inspección y que fueron estudiados por este Proyecto, se encuentran dispersos en 51 km de longitud de tuberías de conducción, por lo cual el período será de 1 mes aproximadamente.

En la Tabla V.2 se representa una tabla del plan de actividades de los componentes no estructurales.

Plan de Componentes no estructurales

Tabla V.1 Plan de actividades de los componentes no estructurales

Item	Necesario	Contenido de las actividades	Labores en el país				Labores en el lugar			
			Número de días de operación real		Número de días calendario de operación		Número de días de operación real		Número de días calendario de operación.	
			Japones	Nacionales	Japones	Nacionales	Japones	Nacionales	Japones	Nacionales
Operación y mantenimiento de la planta de tratamiento										
Seminarios relacionados al sistema de filtración rápida	2 veces X 1 día	• Realización de un seminario sobre el sistema y principios. • Informe sobre la realización de OJT. • Realización de un seminario sobre resultados de OJT y planes de mantenimiento.	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	2.8	2.8
Elaboración de manual	En Japón 10 días En Bolivia 10 días	• Elaboración del manual esencial (en el Japón) • Elaboaración del manual • Audición de encargados nacionales del mantenimiento.	10.0	0.0	14.0	0.0	10.0	0.0	14.0	14.0
OJT utilizando la nueva Planta de Tratamiento	15 días	• Verificación de aprendizaje del manual de operaciones. • Aprendizaje utilizando las instalaciones reales. • Operación de prueba de las instalaciones por OJT. • Recopilación de datos de resultados • Elaboración de Informe diario de mantenimiento • Elaboración de plan de operaciones de retrolavado, etc.	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	14.0	14.0
Total (Número de días)					14.0	0.0			30.8	30.8
(Meses)					0.47	0.0			1.03	1.03
Mantenimiento de tuberías de conducción										
Seminario relativo al mantenimiento de tuberías de conducción	2 veces X 1 día	• Ejecución de seminario relativo a la necesidad y los resultados. • Informe relativo a la ejecución de OJT. • Ejecución de Seminario relativo a los resultados del OJT y plan de mantenimiento.	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	2.8	2.8
Elaboración de Manual y Registro de exploración del lugar	En el Japón 10 días En Bolivia 10 días	• Elaboración del Manual esencial (en Japón) • Elaboración del manual • Elaboración de Registro de exploración del lugar • Audición a los encargados nacionales de mantenimiento.	10.0	0.0	14.0	0.0	10.0	0.0	14.0	14.0
OJT por exploración del lugar.	15 días	• Verificación de los principales puntos de inspección • OJT para considerar la necesidad de una reparación. • Elaboración de un plan de retrolavado etc.	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	14.0	14.0
Total (Número de días)					14.0	0.0			30.8	30.8
(Número de meses)					0.47	0.0			1.03	1.03
Total (Número de días)					28.0	0.0			61.6	61.6
(Número de días)					0.94	0.0			2.06	2.06

6. Método de suministro de recursos de ejecución de los componentes estructurales

Para la ejecución de la transferencia tecnológica del control de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua, es necesario contar con un personal que tenga formación teórica sobre el principio de filtro coagulante y que además sea realmente experto en la operación de la planta. En varias ciudades de Bolivia se operan las plantas de tratamiento con el sistema de filtración rápida, y aunque existen profesionales que poseen tales cualidades en las empresas de servicios de agua, ellos pertenecen al personal de dichas empresas, por lo que es difícil que ellos se encarguen de aplicar los componentes no estructurales. Además, como la mayoría de estas instalaciones han sido construidas con la asistencia de países extranjeros, los diseños también han estado a cargo de consultoras extranjeras, en Bolivia no existen consultores u otros que tengan profundo conocimiento en teoría y operación de filtraciones. En los países vecinos, por ejemplo en Brasil aunque existan profesionales expertos en mantenimiento de plantas de tratamiento de agua, en este caso casi todas las aguas crudas provienen de lagos o lagunas (aguas estancadas), sin embargo su experiencia en operaciones de plantas de tratamiento donde los cambios de turbiedad son sumamente rápidos por las corrientes rápidas de los ríos que son las fuentes de agua en el caso de este Proyecto son pobres. Por lo tanto, se enviará expertos en control de calidad de agua de las múltiples consultoras que existen en Japón con amplia experiencia en fuentes de agua de ríos con corrientes rápidas, de esta manera la asistencia por parte de la consultora japonesa será directa, y se contratará a un consultor de una consultora local (ingeniero civil) como asistente para diversas clases de operaciones.

Para la realización de la transferencia tecnológica del mantenimiento de las tuberías de conducción, se requiere profesionales que posean capacidad de pronóstico de derrumbe de tierras, y la capacidad de planear obras de protección adecuada que correspondan al derrumbe pronosticado. En cuanto a tecnologías de prevención como éstas, es muy conocido el desarrollo de la tecnología del Japón en donde por su configuración topográfica se producen constantes derrumbes, por lo tanto, la transferencia tecnológica del Japón podrá elevar aún más los resultados de la cooperación. Por consiguiente, se enviará al consultor requerido del Japón (profesional en mantenimiento de tuberías de conducción que tenga conocimiento en técnicas de prevención de desastres) para la ejecución de la asistencia de tipo directo, para lo cual se contratará a un consultor local (ingeniero civil) como asistente en diversas operaciones.

7. Cronograma de Ejecución de los componentes no estructurales

El cronograma de ejecución de los componentes no estructurales se señala en la Figura V.1.

Plan de Componentes no estructurales

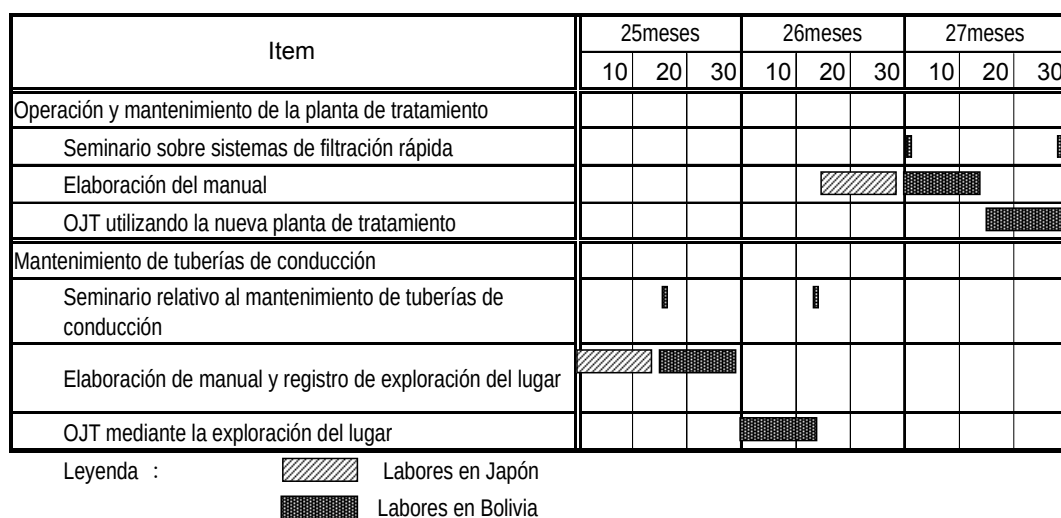


Figura V.1 Cronograma de ejecución de los componentes no estructurales

8. Producto resultado de los componentes no estructurales

Como producto resultado de los componentes no estructurales de este Proyecto, se elaborará el "Informe de conclusión de los componentes no estructurales" basado en la evaluación posterior a la conclusión de las actividades y a los resultados de los análisis, y a la vez se considerará como producto resultado lo señalado en la Tabla V.3.

Tabla V.3 Tabla sinóptica del producto resultado de los componentes no estructurales

Área	Producto Resultado
Seminarios	• Reparto de documentos explicativos • Informe de los Seminarios
Elaboración del Manual, de Registro de exploración del lugar	• Manual de operaciones de la planta de tratamiento • Manual de mantenimiento de las tuberías de conducción.
OJT en la planta de tratamiento y en las obras relacionadas con las tuberías de conducción.	• Reporte diario de OJT. • Reporte diario de control, Registro de exploración del lugar. • Plan de mantenimiento.

9. Responsabilidad del Organismo Ejecutor de Bolivia

Para la aplicación del componente no estructural, AAPOS deberá realizar lo siguiente:

- Control de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua
 - A continuación de la operación de prueba de la planta de tratamiento Río San Juan, deberá asegurar un personal compuesto por un Jefe de Planta y 4 personas para la operación.
 - Asegurar el presupuesto para cubrir los costos de mantenimiento de la planta de tratamiento Río San Juan.

Plan de Componentes no estructurales

- Para que exista coherencia con el informe diario de operaciones a ser elaborado, con el manual de operaciones, etc., proporcionar éstos a la planta de tratamiento Kari Kari que iniciará antes sus operaciones con la asistencia de la KfW de Alemania.
 - Prestar asesoramiento en lo referente a la selección de personal participante en los seminarios a llevarse a cabo y hacer que participen en ellos.
- Mantenimiento de las tuberías de conducción
- Seleccionar al encargado de la aplicación de los componentes no estructurales en la División de Mantenimiento de Tuberías de Conducción que es la que realiza el mantenimiento de las instalaciones de toma de aire y tuberías de conducción.
 - Asegurar el presupuesto de gastos necesarios para el mantenimiento de las tuberías de conducción y para las obras anuales de reparación que se consideren.
 - Prestar asesoramiento en lo referente a la selección de personal participante en los seminarios a llevarse a cabo y hacer que participen en ellos.

Anexo – VI : Comprobación de la capacidad de la tubería de conducción existente

La capacidad de la tubería de conducción fue verificada con respecto a los tres puntos siguientes:

- Capacidad de diseño
- Caudal medido
- Cálculo realizado por la Misión de Estudio.

Capacidad de diseño

Debido a que estaban dispersos los documentos del proyecto de las tuberías de conducción, no se pudo conseguir la información sobre la capacidad de diseño en el momento de la fase de diseño. Sin embargo, según expresó un ingeniero involucrado en el proyecto, la capacidad de diseño fue de 180 l/s, pero la capacidad de conducción comprobada en la prueba era de 160 l/s a causa de la modificación de diámetros de tubos y de su forma lineal que incrementó la pérdida de carga.

Caudal medido

En el sistema existente, están instalados los medidores de flujo tipo molinete en el tubo de salida en la bocatoma del Río San Juan (① de la Fig.VI.1) y en el tubo de entrada en el tanque de distribución Río San Juan (② de la Fig.VI.1), respectivamente. Además, la Misión de Estudio midió el caudal utilizando un medidor de flujo tipo ultrasónico portátil en los 2 sitios mencionados ① y ②, y también en el acueducto (③ de la Fig.VI.1) a unos 20 kilómetros aguas arriba del punto de bifurcación hacia la planta de concentración. Están ubicados los sitios de medición en la Fig.VI.1 y los resultados de la medición en el cuadro VI.1.

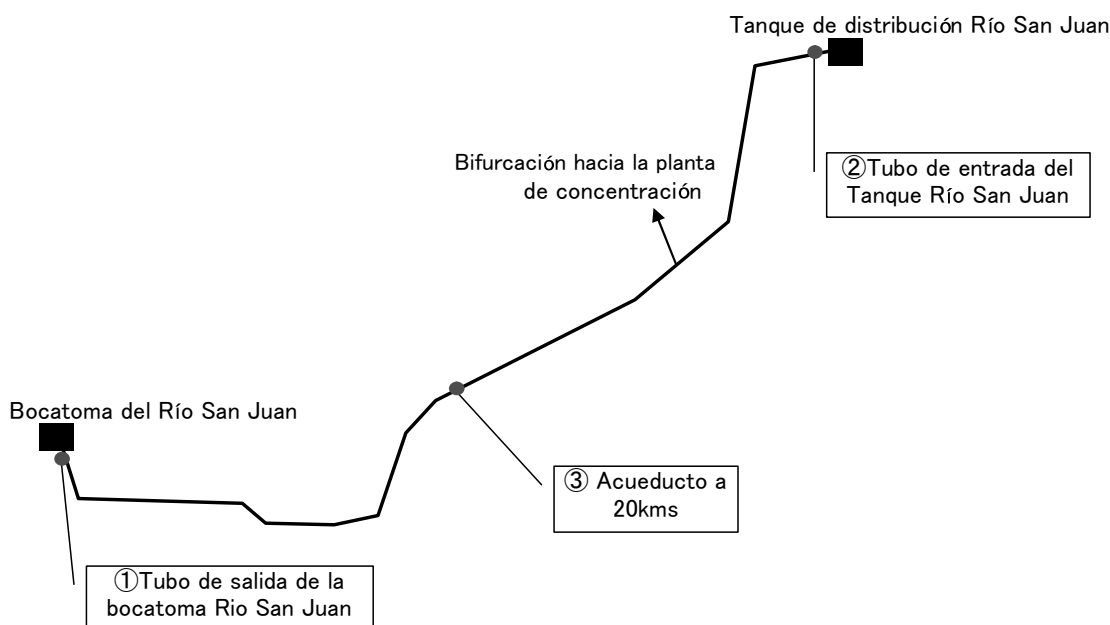


Fig. VI.I Los sitios de medición del caudal

Comprobación de la capacidad de la tubería de conducción existente

Tabla VI.I Resultados de la medición del caudal

Sitios de medición	Lecturas de medidor (l/s)		Notas
	Medidor tipo molinete	Medidor ultrasónico portátil de la Misión	
①Tubo de salida en la bocatoma del Río San Juan	160	134	Debido a que no se pudo instalar el medidor ultrasónico en un sitio adecuado, la lectura no era confiable por sus errores.
②Tubo de entrada en el tanque de distribución Río San Juan	120~130	128	Casi no hay diferencia entre las dos condiciones; se conducen aguas y no se conducen aguas a la planta de concentración.
③ Acueducto a 20 kms	—	125	

En el sistema de conducción, están instaladas las válvulas de control en el tubo de salida ① en la bocatoma del Río San Juan y en el tubo de entrada ② en el tanque de distribución Río San Juan, y dos tubos de bifurcación (2 pulgadas) hacia la planta de concentración a 46 kilómetros. A pesar de que dicen que el caudal hacia la planta es de 30 l/s, el caudal real parece menos que dicho valor.

Debido a que las lecturas del cuadro VI.1 son de mediciones de distintas fechas, la comparación directa no tiene sentido. La válvula de control en ① casi no tiene capacidad de regular el caudal y la válvula en ② estaba completamente abierta durante el período del Estudio. Por otra parte, se mantiene constante la diferencia entre el nivel de agua en el tanque de regulación en la bocatoma y el del tanque de distribución Río San Juan, por consiguiente se puede considerar que las condiciones son constantes excepto la bifurcación de aguas hacia la planta de concentración.

Si se comparan las lecturas de los medidores tipo molinete existentes en ① y ②, la diferencia es de 30 a 40 l/s y parece que las aguas están balanceadas si se toma en cuenta la bifurcación de agua hacia la planta de concentración. Sin embargo, debido a que la lectura del medidor en el sitio ② no varía aunque se envía o no se envía el agua hacia la planta, la bifurcación deberá ser menos de 30 l/s. Si se compara con la lectura del medidor de la Misión tomada antes de llegar al punto de bifurcación, se nota que el medidor en la bocatoma ① tiene una lectura mayor en unos 30 l/s. Esto significa que el medidor de la bocatoma da una lectura mayor que el caudal real en unos 30 l/s por algunas causas.

En base a lo anterior, la capacidad de conducción de la tubería actual en la medición realizada deberá ser de unos 130 l/s. Sin embargo, debido a la lectura del medidor en el tanque de distribución que tenía unos 160 l/s al iniciar la operación según explicó un operario, aunque la capacidad verdadera es de 160 l/s, ha bajado hasta 130 l/s por causa de mala limpieza de la tubería.

Cálculo realizado por la Misión de Estudio

Si se aplica el caudal de 160 l/s al modelo hidráulico que utiliza la fórmula Hazen & Williams,

Comprobación de la capacidad de la tubería de conducción existente

elaborado en base a los perfiles, longitudinal y transversal, y diámetros de tubos indicados en los planos de construcción, el coeficiente de velocidad será de 128. Dicho valor será adecuado, si se toma en cuenta la tubería de conducción son tubos de hierro fundido dúctil revestido principalmente de mortero; se puso en marcha en 2000; no se ha deteriorado por antigüedad y se utilizan relativamente pocos tubos curvados que originan la pérdida de carga. Por lo tanto, se considera adecuada la capacidad de 160 l/s. Se indica el resultado del cálculo en la Fig. VI.2.

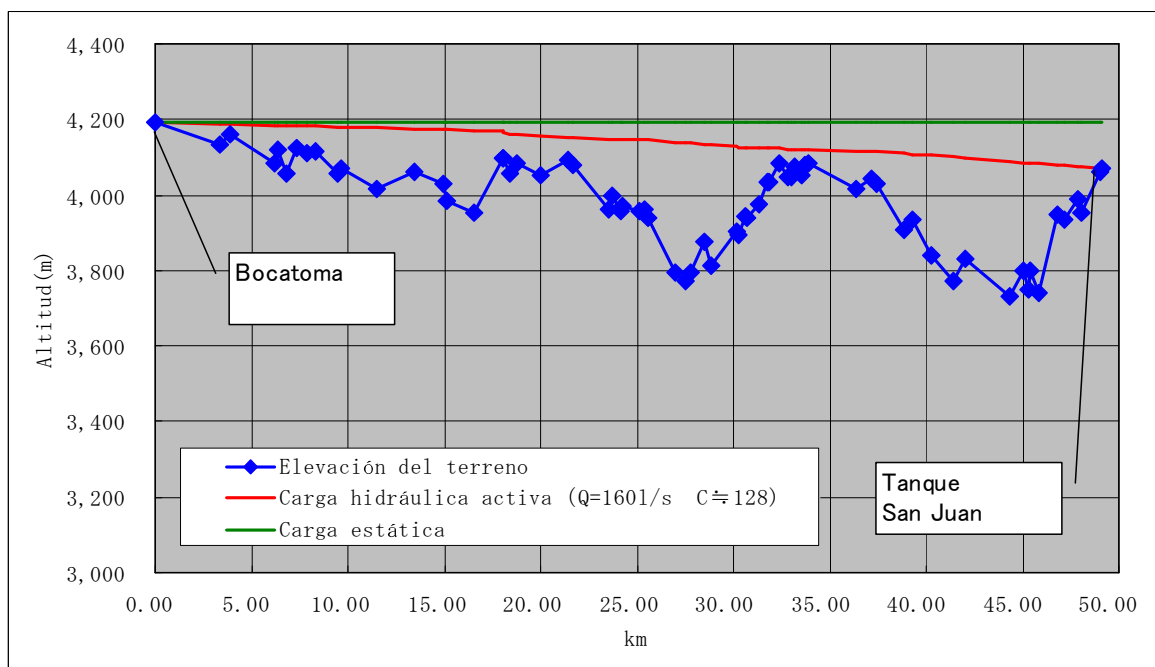


Fig. VI.2 Resultado del cálculo hidráulico de la tubería de conducción

Capacidad real de la tubería de conducción

No se pudo justificar en los valores calculados ni en las lecturas de medición, la razón por la cual se toman 175 l/s como la capacidad actual de la tubería de conducción. Aunque no existe una información clara del diseño original, se puede considerar que la capacidad de la tubería instalada tendría unos 160 l/s en base a los valores calculados y los caudales iniciales después de la construcción, y hasta la fecha ha bajado hasta 130 l/s a causa del mantenimiento insuficiente que está provocando la sedimentación de arenas y lodos, etc.

Anexo – VII : Estimación de la turbiedad de aguas originales

Con el fin de analizar la necesidad de la purificación de agua y el método de operación para el proceso de purificación de agua, se realizó la estimación de turbiedad de aguas originales de la Planta de Tratamiento de Agua Río San Juan.

1. Método de estimación

- ① Los datos disponibles de la calidad del agua que entra en el tanque de distribución Río San Juan actual y de aguas originales para la Planta de Tratamiento de Agua Río San Juan son solo del resultado del análisis realizado en solicitud de la Misión de Estudio Preliminar. Los datos del resultado se indican en el cuadro anexo y consisten en la temperatura, turbidez, cromaticidad, conductividad eléctrica y pH, y también se registró la lluvia en la bocatoma (en adelante se mencionará el resultado de la medición por AAPOS). La medición de la calidad del agua se realizó desde el 13 de noviembre de 2007 hasta el 20 de abril de 2008, cubriendo casi un período desde el inicio de la temporada de lluvia hasta el final de la misma temporada.
- ② Por lo tanto, en base al resultado de la medición referida se podrá evaluar la calidad general del agua original de la temporada de lluvia, aunque será necesario una estimación en la evaluación de la calidad del agua para la temporada seca en el período de medio año o para el largo período, en base a las informaciones relacionadas, tales como el referido resultado de la medición, registro de datos de lluvia, etc.
- ③ Debido a que en la cuenca alta del sitio de la bocatoma del Río San Juan, casi no existen las actividades humanas, incluyendo las mineras (aunque se ve una ganadería de escala pequeña con llamas), y la vegetación es muy pobre con rocas y arenas descubiertas, se supone que las aguas del Río San Juan normalmente tienen una turbidez baja (5 NTU o menos)¹ y con la lluvia se incrementa la turbidez en forma brusca y si para de llover, baja la turbidez relativamente rápido.
- ④ Por consiguiente, en base al resultado de la medición por AAPOS que contiene la turbidez y la lluvia en la bocatoma se buscará la correlación entre la lluvia y el cambio de la turbidez, y en base a los datos de la precipitación diaria de la estación de medición en el aeropuerto de Potosí desde 2004 hasta 2007 y los datos de promedio de 3 años desde 1961 hasta 1990, se estimará la turbidez de la temporada seca y del largo período.

2. Relación entre la lluvia y la turbidez según el resultado de la medición por AAPOS

- ① Lo que se debería buscar es la correlación entre las precipitaciones y la turbidez. En el resultado de la medición por AAPOS, sin embargo, no se incluyen las precipitaciones pluviales y solo se registra “llueve” o “no llueve”².
- ② En la Fig.VII.1, se indica la relación entre la lluvia y la turbidez durante el período de medición. Hasta mediados de enero casi no llueve, solo con dos días de lluvia, y la turbidez máxima es de 5 NTU con la mayoría de más o menos 2 NTU. Sin embargo, a partir de la segunda mitad de enero los días de lluvia se incrementan y también la turbidez sube de 10 a 60 NTU aproximadamente. Aunque baja rápidamente la turbidez en enero después de parar de llover, la bajada de turbidez es lenta en febrero y marzo. Se puede suponer que esto indica que la diferencia de las precipitaciones influye en el tiempo de recuperación de la turbidez. Además,

¹ Se considera que la turbidez de 5 NTU requiere la purificación. Según las normas bolivianas sobre la calidad del agua, la turbiedad de las aguas potables debe ser de 5 NTU o menos.

² Aunque se intentaban utilizar los datos de precipitaciones del período correspondiente de la estación de medición en el aeropuerto de Potosí, no se pudieron aprovechar debido a que no coincidieron las formas de precipitaciones de los sitios que se distan más de 50 km con las elevaciones diferentes de unos 100 metros.

debido a la alta frecuencia de la lluvia en febrero y marzo, continúa el alto nivel de la turbidez durante todo el mes.

- ③ En la Fig. 1, se indican las tendencias de la mencionada subida de la turbidez en los días de lluvia y de la bajada en los días posteriores. En el cuadro, se indican los valores máximos, medios y mínimos de la turbidez del día de lluvia, del día siguiente, de 2 días después, de 3 días después, de 4 días después y de 5 días después. Los valores máximos y medios superan 5 NTU hasta 3 ó 4 días después, excepto los valores mínimos, lo cual indica que no solo el día de lluvia tiene el alto nivel de la turbidez, sino los días posteriores mantienen dicho nivel en forma continua.

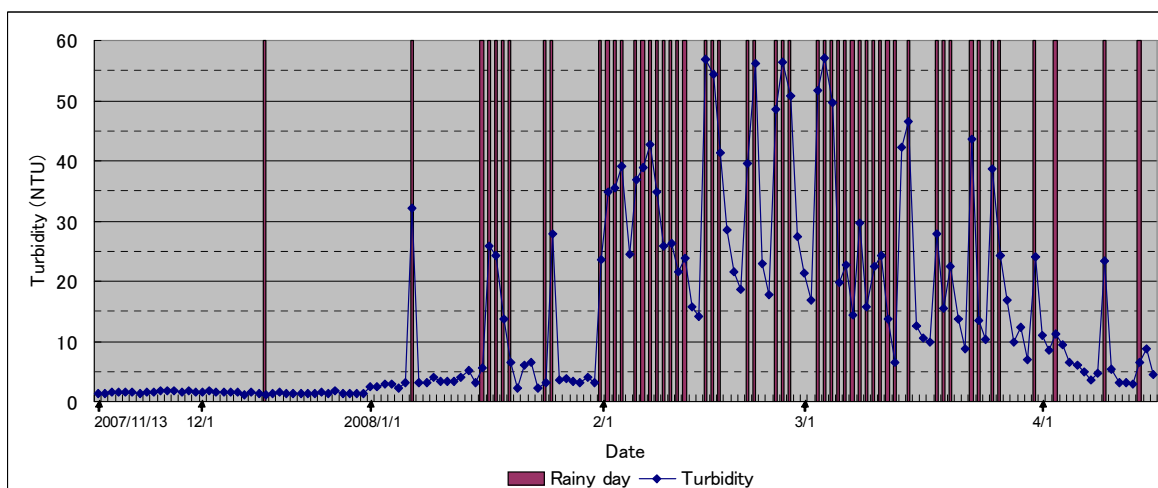


Fig.VII.1 Relación entre la lluvia y la turbidez

Tabla VII.1 Relación entre la lluvia y la calidad del agua

	Turbidez(NTU)		
	Máximo	Medio	Mínimo
Día de lluvia	57.0	29.3	1.2
Día siguiente	42.3	15.1	1.3
2 días después	21.7	9.9	1.5
3 días después	18.7	8.7	1.3
4 días después	6.9	3.5	1.3
5 días después	5.2	2.2	1.0

3. Estimación de la turbiedad de aguas originales según los datos de las precipitaciones diarias de 2004 a 2007 en la estación de medición en el aeropuerto de Potosí

- ① En la tabla anexa 2, se indican las precipitaciones diarias de 2004 a 2007 en la estación de medición en el aeropuerto de Potosí.
- ② A las precipitaciones diarias arriba mencionadas se aplica la turbidez del día de lluvia, del día siguiente, de 2 días después, de 3 días después, de 4 días después y de 5 días después del la tabla VII.1 (③ del inciso anterior 2) para calcular la turbiedad de cada año. El resultado se indica en la Fig. VII.2.
- ③ Los meses de junio, julio y agosto de cada año no tienen casi ningún día de lluvias con la

turbidez de 5 NTU o menos. Sin embargo, en el período de noviembre a abril la turbidez supera 5NTU en forma continua. En la tabla VII.2, se indican los días de cada año que superaban la turbidez de 5 NTU y 10 NTU. Casi el 35 por ciento del año son los días que superan la turbidez de NTU.

Tabla VII.2. Días con la turbiedad de aguas originales de 5 NTU o más, estimada en base a las precipitaciones diarias de la estación de medición en el aeropuerto de Potosí y las precipitaciones anuales

Año	Días con 10 NTU o más	Días con 5 NTU o más
2004	67	113
2005	84	128
2006	97	133
2007	91	148
Promedio	85	131

4. Observaciones en base a los datos de precipitaciones del período de 30 años en la estación de medición en el aeropuerto de Potosí

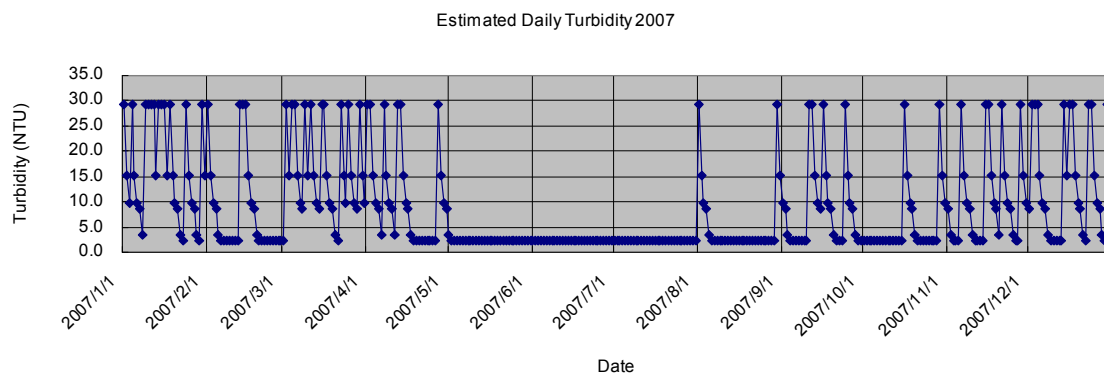
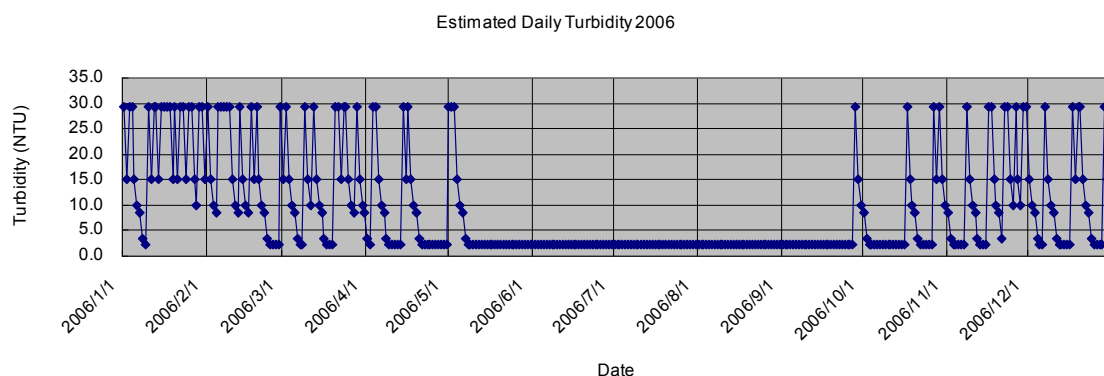
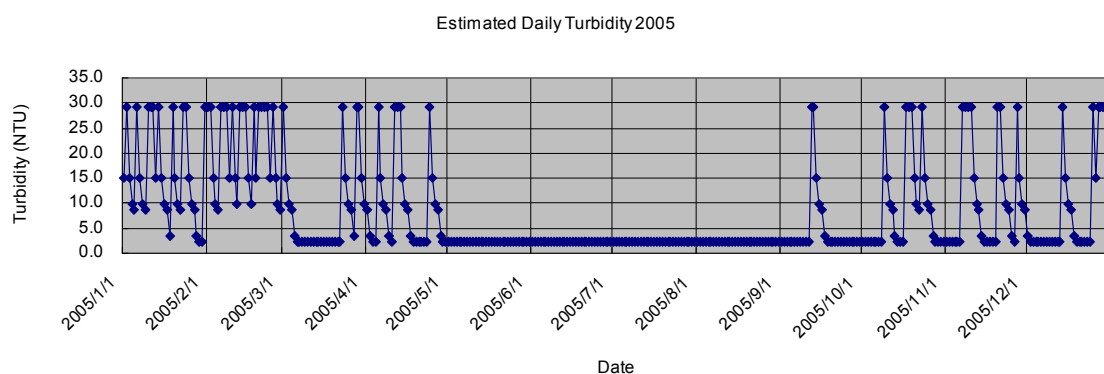
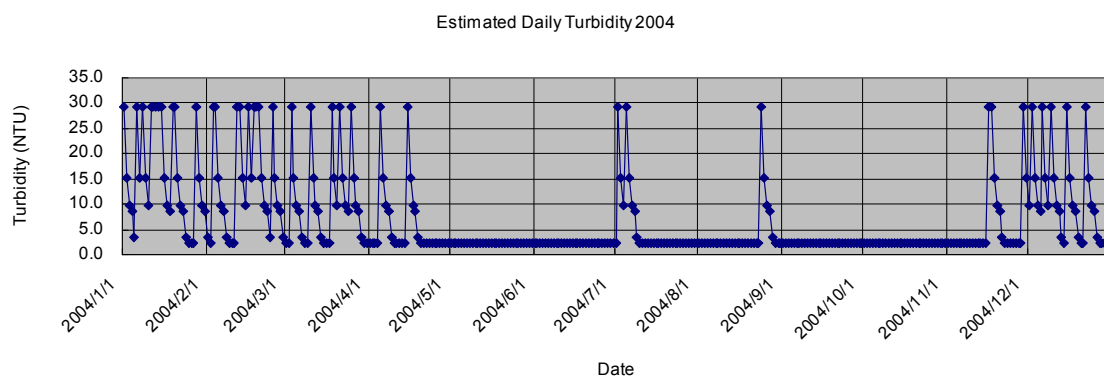
- ① En la tabla 3, se indican las precipitaciones de 2004 a 2007, las medias de 30 años de 1961 a 1990 y el promedio, en el cual se nota que las precipitaciones anuales de 2004 a 2007 son un poco menos que la precipitación media de 30 años, 416.2 mm. Aunque no se ha analizado la relación entre las precipitaciones y la turbidez, se puede suponer que hay una tendencia de aumentar la turbidez, si se incrementan las precipitaciones. Por consiguiente, los días que tienen la alta turbiedad de aguas originales pueden ser un poco más que los días referidos.
- ② Los meses de mayo a agosto durante el período de 30 años casi no tienen precipitaciones con pocos milímetros. Sin embargo, se incrementa la turbidez si cae la lluvia aunque sea de unos milímetros, por lo cual no se deberá despreciar la posibilidad de aumentar la turbidez en dichos meses.

Tabla VII.3. Precipitaciones medias mensuales de la estación en el aeropuerto de Potosí

Período	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
2004	66.5	89.8	11.1	6.3	0.0	0.0	4.1	0.1	0.0	0.0	9.6	23.1	210.6
2005	70.0	99.1	35.5	33.1	0.0	0.0	0.0	0.0	30.5	59.3	40.9	18.4	386.8
2006	133.0	42.1	41.5	15.5	7.5	0.0	0.0	0.0	3.1	19	30	18.1	309.8
2007	110.0	56.8	68.5	17.8	0.0	0.0	0.0	2.1	10.7	9.6	37.7	80.7	393.9
1961-1990	102.5	99.4	56.4	13.5	3.8	1.6	1.2	2.6	12.2	19.6	44.3	59.1	416.2

Source: SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDRALOGIA HP

Estimación de la turbiedad de aguas originales



Estimación de la turbiedad de aguas originales

Tabla anexa 1 Resultado de la medición de la calidad del agua por AAPOS

(La calidad del agua es de la entrada del tanque de distribución Río San Juan, las precipitaciones son de la bocatomá)

Año	Mes	Día	Temp. (°C)	Turbidez (NTU)	Conductividad (S/cm)	Color (grados)	pH	Lluvia (1: con lluvia)	Año	Mes	Día	Temp. (°C)	Turbidez (NTU)	Conductividad (S/cm)	Color (grados)	pH	Lluvia (1: con lluvia)
2007	11	13	11.5	1.43	60.6	4.29	8.2		2008	1	31	11.9	3.19	58.2	9.57	8.1	
2007	11	14	12.5	1.46	58.8	4.38	7.3		2008	2	1	10.9	23.59	56.9	72.63	7.9	1
2007	11	15	12.7	1.51	58.6	4.53	7.2		2008	2	2	12	34.8	56.5	81.69	8	1
2007	11	16	12.8	1.49	60.3	4.47	8		2008	2	3	12.8	35.6	56.9	86.9	7.9	1
2007	11	19	12.2	1.49	59.2	4.47	7.2		2008	2	4	10.8	39.2	52.9	95.8	8.2	1
2007	11	20	12	1.47	62.4	4.41	8.1		2008	2	5	12.9	24.6	56.8	72.31	8.1	
2007	11	21	11.9	1.46	61.2	4.38	8		2008	2	6	11.6	36.8	55.8	87.96	8	1
2007	11	22	14.8	1.52	59.8	4.56	8.2		2008	2	7	10.6	38.96	56.7	93.71	8	1
2007	11	23	14.6	1.49	60.2	4.47	8.6		2008	2	8	10.4	42.6	59.6	98.61	8.1	1
2007	11	26	15.3	1.74	60.5	5.22	8.3		2008	2	9	10.8	34.9	58.6	82.01	8	1
2007	11	27	16.2	1.74	60.1	5.22	7.6		2008	2	10	10.2	25.9	59.6	74.6	7.9	1
2007	11	28	14.6	1.84	59.7	5.52	7.4		2008	2	11	9.7	26.4	59.6	76.51	8.1	1
2007	11	29	18.9	1.63	59.5	4.89	7.8		2008	2	12	9.9	21.56	57.6	69.53	8	1
2007	11	30	11.5	1.91	60.1	5.73	8.4		2008	2	13	10.2	23.89	57.2	73.91	8	1
2007	12	3	12.2	1.64	59.8	4.92	8.4		2008	2	14	11.6	15.8	56.2	49.62	8.1	
2007	12	4	13.3	1.61	59.7	4.83	7.8		2008	2	15	10.1	14.22	57.8	48.71	8	
2007	12	5	13.9	1.71	57.9	5.13	7.7		2008	2	16	10.8	56.9	58.1	161.8	8.1	1
2007	12	6	12.8	1.64	58.6	4.92	7.8		2008	2	17	10	54.36	57.9	157.48	8	1
2007	12	10	13.4	1.64	59.6	4.92	7.9		2008	2	18	9.6	41.25	59.1	97.52	8.1	1
2007	12	11	13.6	1.53	59.8	4.59	8		2008	2	19	10	28.62	57.4	81.17	7.9	
2007	12	12	13.9	1.63	59.7	4.89	7.8		2008	2	20	10.1	21.68	57.9	70.63	8	
2007	12	13	13.8	1.03	59.2	3.09	7.6		2008	2	21	9.7	18.67	56.8	51.58	8.1	
2007	12	14	13.4	1.58	59.8	4.44	7.9		2008	2	22	9.8	39.66	57.4	96.11	8	1
2007	12	15	12.8	1.38	59.6	3.84	7.9		2008	2	23	10	56.24	59.2	157.9	8	1
2007	12	16	13.8	1.23	59.6	3.69	7.8	1	2008	2	24	9.5	22.91	56.2	72.51	8.2	
2007	12	17	16.4	1.29	60.9	3.87	8.7		2008	2	25	10.3	17.69	57.5	50.95	8.1	
2007	12	18	15.6	1.54	60.5	4.62	8.6		2008	2	26	11	48.62	57.6	116.38	8	1
2007	12	19	12.6	1.3	59.8	3.9	7.9		2008	2	27	10.5	56.37	58.1	156.92	8	1
2007	12	20	12.8	1.32	60.6	3.96	8.4		2008	2	28	10.9	50.69	58.3	126.37	8.1	1
2007	12	21	12.8	1.41	60.4	4.23	8.3		2008	2	29	10	27.36	59.2	78.01	8.1	
2007	12	22	12.7	1.36	61.3	4.29	8.1		2008	3	1	9.6	21.36	57.4	64.08	8	
2007	12	23	13.8	1.43	60.9	4.29	8.1		2008	3	2	9.8	16.89	56.8	50.67	8.2	
2007	12	24	12.6	1.5	60.6	4.5	7.9		2008	3	3	9.7	51.6	57.2	154.8	7.9	1
2007	12	26	13.3	1.29	60.6	3.87	8.9		2008	3	4	10.3	56.97	56.9	170.91	8	1
2007	12	27	13.6	1.9	60.5	5.7	8.2		2008	3	5	10.3	49.62	57.4	148.86	7.9	1
2007	12	28	13.8	1.28	60.8	3.84	8.2		2008	3	6	10.9	19.8	58.9	59.4	7.7	1
2007	12	29	11.8	1.32	61.2	3.96	8		2008	3	7	11.5	22.6	57.6	172.8	7.8	1
2007	12	30	12.6	1.39	61.2	4.18	8		2008	3	8	12.1	14.32	59.8	42.96	7.9	1
2007	12	31	11.5	1.38	58.8	4.14	8.1		2008	3	9	11.8	29.76	60.2	89.28	7.8	1
2008	1	2	13.3	2.58	60.3	7.74	8.7		2008	3	10	12.8	15.65	57.8	46.95	8.2	1
2008	1	3	13.2	2.41	60.4	7.23	8.5		2008	3	11	10.5	22.5	58.3	67.5	8.3	1
2008	1	4	13	2.96	60.2	8.88	8.4		2008	3	12	10.4	24.2	57.3	72.6	7.9	1
2008	1	5	12.6	3.01	61.4	9.03	8.5		2008	3	13	11.2	13.8	57.8	41.4	8	1
2008	1	6	13.3	2.25	60.8	6.75	8.6		2008	3	14	10.5	6.5	58.6	19.5	8.2	1
2008	1	7	12.9	3.08	62.1	9.18	8.2		2008	3	15	12.1	42.34	59.6	127.02	8	
2008	1	8	9.8	32.2	56.8	96.6	7.6	1	2008	3	16	10.9	46.55	58.6	139.65	7.9	1
2008	1	8	10.1	58	57.6	174	7.4	1	2008	3	17	9.6	12.65	58.4	37.95	8.1	
2008	1	8	10.4	58.8	56.7	176.4	7.2	1	2008	3	18	11.9	10.65	58.9	31.95	8	
2008	1	8	10.6	29.9	56.9	89.7	7.4		2008	3	19	14.6	9.78	58.7	29.34	7.9	
2008	1	8	10.8	6.65	56.8	19.95	7.4		2008	3	20	10.1	27.88	54.3	83.4	8.2	1
2008	1	8	11.3	5.16	59.6	15.48	7.8		2008	3	21	10.5	15.4	53.8	46.2	8	1
2008	1	9	12.7	3.23	58.6	9.69	8		2008	3	22	11.8	22.4	57.6	67.2	8.2	1
2008	1	10	12.3	3.09	57.7	9.27	8.2		2008	3	23	11.6	13.8	54.3	41.4	8.1	
2008	1	11	11.9	4.07	57.9	12.21	8		2008	3	24	10.8	8.79	56.8	26.37	8.2	
2008	1	12	12.4	3.46	58.7	10.38	7.9		2008	3	25	11.6	43.65	60.4	130.95	8.1	1
2008	1	13	11.9	3.39	60.2	10.17	8.1		2008	3	26	12.3	13.45	59.7	40.35	8	1
2008	1	14	12.4	3.26	59.8	9.78	8.2		2008	3	27	12.5	10.34	60.2	31.02	7.9	
2008	1	15	13.2	4.08	60.6	12.24	7.8		2008	3	28	11.8	38.56	60.4	105.68	8	1
2008	1	16	11.8	5.16	57.8	15.48	7.9		2008	3	29	12.3	24.33	59.8	72.99	7.8	1
2008	1	17	11.8	3.13	56.9	9.39	8.2		2008	3	30	11.6	16.8	60.2	50.4	7.9	
2008	1	18	12.8	5.73	58.7	17.19	8.4	1	2008	3	31	11.9	9.78	59.4	29.34	8	
2008	1	19	10	25.8	57.6	77.4	8.3	1	2008	4	1	11.2	12.4	59.8	37.2	8	
2008	1	19	10.4	24.2	57.3	72.6	7.9	1	2008	4	2	11.6	6.89	58.7	20.67	8.2	
2008	1	19	11.2	13.8	57.8	41.4	8	1	2008	4	3	10.8	24.12	60.2	72.36	7.9	1
2008	1	19	10.5	6.5	58.6	19.5	8.2	1	2008	4	4	11	10.9	60.5	32.7	7.7	
2008	1	20	12.6	2.23	57.7	6.69	8.3		2008	4	5	11.1	8.6	59.6	25.8	7.9	
2008	1	21	9.8	6.02	56.4	18.06	8.3		2008	4	6	10.9	11.3	55.9	33.9	8	1
2008	1	22	9.6	6.59	56.7	19.77	8.2		2008	4	7	11.7	9.34	61	28.02	7.8	
2008	1	23	12.6	2.23	57.7	6.69	8.3		2008	4	8	11.2	6.45	58.9	19.35	7.9	
2008	1	24	14.6	3.14	58.7	9.42	8.5	1	2008	4	9	11.5	5.98	59.2	17.94	7.8	
2008	1	25	10.1	27.8	54.3	83.4	8.2	1	2008	4	10	12.1	4.98	59.4	14.94	8.1	
2008	1	25	10.5	25.2	53.8	75.6	8	1	2008	4	11	10.9	3.58	58.3	10.74	8	
2008	1	25	11.8	22.4	57.6	87.2	8.2	1	2008	4	12	11.3	4.76	59	14.28	7.9	
2008	1	25	11.6	13.8	54.3	41.4	8.1	1	2008	4	13	11.2	23.45	57.8	70.35	7.8	1
2008	1	25	10.8	4.57	56.8	13.71	8.2	1	2008	4	14	10.5	5.48	58.6	16.44	7.6	
2008	1	26	11.6	3.67	57.8	11.01	8.3		2008	4	15	11.3	3.22	56.9	9.66	7.7	
2008	1	27	12.3	3.8	57.6	11.4	8.1		2008	4	16	10.9	3.09	58.6	9.27	7.9	
2008	1	28	12.5	3.26	58.2	9.78	8.2		2008	4	17	11	2.98	59.4	8.94	7.6	
2008	1	29	11.8	3.19	57.4	9.57	8		2008	4	18	11.7	6.59	58.9	19.77	8	1
2008	1	30	12.3	4.02	56.7	12.06	8.2		2008	4	19	11.4	8.79	60.1	26.37	7.8	
									2008	4	20	11.1	4.53	55.8	13.59	7.9	

Nota: son resultados de la medición realizada por AAPOS desde el 13 de nov. de 2007 hasta el 20 de abril de 2008 en solicitud de la Misión del Estado Preparatorio.

Estimación de la turbiedad de aguas originales

Tabla anexa 2 Precipitaciones diarias en el aeropuerto de Potosí

Sitio de medición: aeropuerto de Potosí

Dia	2004												2005											
	ene	feb	mar	abr	* may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	* ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	* oct	nov	dic
1	10	0											*	3.9	0.3						*			
2	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0.5	5.3	3.6	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-	14.2	0.7	*	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	*
4	0	3.7	0	0	0	0	0	0	*	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	3.2	0	*	2.6	*	0	-	0	0	0	0	0	3.5	0	0	0	0	0	0	*	0
6	4.8	-	*	0	0	0	0	0	0	0	0	*	1.7	14.1	1.6	0	0	0	0	*	0	0	0	0
7	0	*	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	1.8	0	0	*	0	0	0	0	0	1.8	0
8	1.7	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	0	*	6.1	0	0	0	0	0	0	0	*	17.9	0
9	0	0	0	0	0	-	0	0	0	*	0	1.7	0	0	0	0	*	0	0	0	0	40.4	0.2	0
10	-	0	1.9	*	0	0	*	0	0	0	0	0	1.1	0.5	0	0	0	0	0	0	*	0	2.8	*
11	2.8	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	*	10.2	0	0	6.1	0	*	0	0	0	0	0	0
12	6.1	14.7	0	0	0	*	0	-	0	0	0	0	1.7	*	*	17.6	0	0	0	0	5.7	-	*	0
13	3.8	12.9	*	*	0	0	0	0	0	0	*	0	0	27.3	0	2.7	0	0	0	0	24.8	0	0	0
14	20.2	*	0	0	-	0	0	*	0	0	0	0	17.1	8.3	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0.1
15	3.9	0	0	3.1	*	0	0	0	-	0	0	7.3	*	1.4	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0
16	-	6.6	0	0	0	0	0	0	0	-	0	7.1	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0
17	-	0	0	0	*	0	0	*	0	-	0	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0.4	0	-
18	0	2.9	2.3	0	0	0	0	0	*	0	0	*	0	1.3	0	0	0	*	0	0	0	3.3	0	0
19	3.2	15.3	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	4.6	*	0	0	0	0	0	-	13.6	*	0	0
20	3.2	10.8	*	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	3.2	0	0	0	0	0	*	0	0	5.1	0
21	0	*	3.2	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	7.3	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7	0
22	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	7.6	*	12	0	0	-	0	0	0	0	*	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	6.7	6.2	17.2	0	0	0	0	0	0	1.6	0	0
24	*	0	0	*	0	0	*	0.1	0	0	0	0	3.1	0	0	3.2	0	0	0	0	*	0	0	*
25	0	8.7	3	0	0	*	0	0	0	0	0	*	0	14.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.1
26	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0
27	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	11.4	6.6
28	6.8	*	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	1.7	0	*	0	0	0	0	0	0	3.2
29	0	*	0	0	0	0	-	0	0	0	0.8	0	0	0	16.3	0	0	0	0	0	0	*	0	3.6
30	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	*	0	*	0	0	0.8
31	*	-	-	-	0	-	*	0	-	0	-	4.3	6.1	-	0	-	0	0	0	0	0	0	-	-
Dia	2006												2007											
	ene	feb	mar	abr	* may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	* oct	nov	dic
1	*	3.9	0.3	0	0	0	0	0	0	*	0	0	1.2	13.8	0	7.8	0	0	1	*	0	0	*	0
2	5.3	3.6	0	*	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	5.4	1	0	*	0	0	0	0	0	13.8
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	*	0	*	*	0	0	0	0	0	0	*	12.5	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.6	0	20.2	0	0	0	*	0	0	0	0	13.5
5	0	0	0	3.5	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0	1.6	0	*	0	0	0	0	0	0	0
6	14.1	1.6	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	*	8.4	0	
7	0	1.8	0	0	*	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	6.1	0	0	0	0	0	0	0	*	17.9	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0	*
9	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	40.4	0.2	0	13.6	0	4.4	0	0	*	0	0	0	0	0
10	1.1	0.5	0	0	0	0	0	0	*	0	2.8	*	3.4	*	*	0	0	0	0	0	0	*	0	0
11	10.2	0	0	6.1	0	*	0	0	0	0	0	0	4.9	0	2.3	0	0	0	0	*	1.7	0	0	0
12	1.7	*	*	17.6	0	0	0	0	0	5.7	-	*	7.3	0	0	6.1	*	0	0	0	2.3	*	0	0
13	0	27.3	0	2.7	0	0	0	0	0	24.8	0	0	*	22.2	0	1.4	0	0	0	0	0	*	0	0
14	17.1	8.3	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0.1	13.6	18.7	0	*	0	0	0	0	0	0	0	2.1
15	*	1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34.7	2.1	19.3	0	0	0	0	0	*	20.2	*	
16	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	7.2	0	4.2	0	0	*	0	5.4	5.2	1	19.8	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0.4	0	-	0	*	*	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1
18	0	1.3	0	0	0	*	0	0	0	3.3	0	0	2.8	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0
19	4.6	*	0	0	0	0	0	0	-	13.6	*	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0
20	0	3.2	0	0	0	0	0	*	0	0	5.1	0	*	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0
21	0	7.3	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	4.8	0	0
22	*	12	0	0	-	0	0	0	0	0	*	0	0	0	4.6	0	0	0	0	*	0	0	0	*
23	6.7	6.2	17.2	0	0	0	0	0	0	1.6	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	10.9
24	3.1	0	0	3.2	0	0	0	0	*	0	0	*	4.4	*	*	0	0	0	0	0	1.3	0	0	1
25	0	14.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.1	0	0	4.7	0	0	0	*	0	0	0	0	0
26	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	*	0	0	0	*	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	11.4	6.6	*	0	0	1.4	0	0	0	0	0	*	0	0
28	0	0	1.7	0	*	0	0	0	0	0	0	3.2	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	3.3	0
29	0	-	16.3	0	*	0	0	0	0	0	*	0	3.6	0	1.8	0	0	0	0	0	*	4.4	0	*
30	0	0	0	*	0	0	*	0	*	0	0	0.8	4.3	0	0	0	0	*	0	1.1	0	0	0	2.8
31	6.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2

Fuente: SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA HP

Anexo – VIII : Evaluación de los potenciales de riesgos en las tuberías de conducción

En cuanto a áreas que requieran reparaciones, es necesario no solo buscar áreas a repararse sino también poner énfasis en la identificación de las causas que originen desastres, considerando el medio ambiente del alrededor. Es que es común repetir el sufrimiento de desastres, si solo se especifican áreas perjudicadas y toman medidas para las resoluciones inmediatas.

Por lo tanto, de acuerdo al registro de los desastres sufridos y considerando las condiciones topográficas, geológicas e hidráulicas, se pronosticaron tipos de los posibles desastres de tierras y se evaluaron los grados de peligro. Además, se establecieron los grados de desastre y obstaculización en caso de ocurrir los desastres.

Los grados de peligro se clasificaron en 3 niveles: alto, medio y bajo, según las definiciones de la tabla VIII.1. Los grados de desastre se clasificaron en 3 niveles: alto, medio y bajo, según las definiciones de la tabla VIII 2.

En caso de que el grado de peligro sea alto y el grado de desastre sea también alto, se clasificará como riesgo 3. Si el grado de peligro es bajo y el grado de desastre es bajo, será de riesgo 1. Si tienen los grados intermedios, será de riesgo 2. En la tabla VIII.3, se indica la matriz de la evaluación de riesgos en base a los grados de peligro y desastre previstos.

En la tabla anexa de este anexo, están resumidas las condiciones de los 140 sitios identificados con problemas, sus grados de peligro y de desastre, la evaluación de riesgos y contramedidas.

Evaluación de los potenciales de riesgos en las tuberías de conducción

Tabla VIII.1 Definiciones de los grados de peligro de desastres

Evaluación	Definiciones	
	Áreas con las tuberías cubiertas	Áreas con las tuberías expuestas
Alto	Debido a las erosiones notables y terrenos colapsados del alrededor, están descubiertos todos los lados perimétricos de la tubería de conducción. La tubería ya se encuentra en estado inestable en el momento del reconocimiento, perdiendo los apoyos del terreno y la presión de confinamiento.	[Tramos que atraviesan quebradas o ríos] Existen tramos de la longitud de 5 metros o más, donde no tienen apoyos por pilares y una o ambas riberas están erosionadas. Las arenas y lodos arrastrados de los tramos aguas arriba están detenidos por la tubería y sedimentados con la altura de un metro o más. Los apoyos de pilares hechos de concreto para la tubería están dañados considerablemente por las gravas y otros materiales arrastrados de los tramos aguas arriba. Está descubierta la parte empotrada de los pilares por socavaciones y dicha parte es más que el ancho de la cimentación. [Tramos a lo largo de las pendientes] Las piedras de las pendientes colindantes caen y chocan directamente contra la tubería. Es seguro que las piedras no fijadas o cantos en las pendientes chocarán contra la tubería directamente. Las áreas colapsadas en las pendientes están afectando la tubería.
	Se prevé que dentro de uno o dos años ocurrirán los daños en las tuberías a causa de los fenómenos arriba referidos.	
Medio	Una parte de la tubería está descubierta por erosiones o alteración de los terrenos colindantes. Es muy probable que la tubería se encuentre en un estado cada vez más inestable debido al avance de la alteración de los terrenos colindantes, aunque no esté inestable en el momento del reconocimiento.	[Tramos que atraviesan quebradas o ríos] Existen tramos de la longitud de 3 metros o más, donde no tienen apoyos por pilares y una o ambas riberas están erosionadas. Las arenas y lodos arrastrados de los tramos aguas arriba están detenidos por la tubería y sedimentados con la altura de menos de un metro. Los apoyos de pilares hechos de concreto para la tubería están ligeramente dañados por las gravas y otros materiales arrastrados de los tramos aguas arriba. Está descubierta la parte empotrada de los pilares por socavaciones, y dicha parte es menos que el ancho de la cimentación. [Tramos a lo largo de las pendientes] Las piedras originales de las pendientes del alrededor caen y chocan contra la tubería. Es probable que las masas de tierra originadas por las pendientes colapsadas muevan la tubería.
	Se prevé que dentro de unos 5 años no ocurrirán los daños en las tuberías a causa de los fenómenos arriba referidos.	
Bajo	Una pequeña parte superficial de la tubería está descubierta, o ninguna parte está descubierta. No existen alteraciones en los terrenos del alrededor con las estabilidades topográficas y geológicas, y es pequeña la posibilidad de que la tubería se encuentre inestable.	[Tramos que atraviesan quebradas o ríos] Una o ambas riberas están poco erosionadas. Están poco sedimentadas las arenas y lodos arrastrados de los tramos aguas arriba. No está dañado el concreto de los apoyos de pilares para la tubería. [Tramos a lo largo de las pendientes] Es pequeña la posibilidad de que en las pendientes colindantes o del alrededor se produzcan derrumbes con la caída de piedras.
	Se prevé que no ocurrirán los daños en las tuberías a causa de los fenómenos arriba referidos dentro de un cierto período de tiempo tal como 10 años.	

Evaluación de los potenciales de riesgos en las tuberías de conducción

Tabla VIII.2

Definiciones de los grados de desastre

Evaluación	Definiciones
Grande	La tubería de conducción sufre rupturas. Se prevé que en caso de tener las destrucciones, deterioros, etc. en la tubería de conducción a causa de derrumbes o erosiones en los terrenos adyacentes de la tubería enterrada, terraplenes o base de estructuras, se requiere un periodo considerablemente largo tal como más de un mes, además de gastos económicos para las reparaciones.
Medio	La tubería de conducción sufre deformaciones. Se prevé que las reparaciones de los daños mencionados no necesitan un periodo tan largo como de 2 a 7 días, ni gastos económicos considerables.
Pequeño	Los daños casi no afectan la tubería de conducción. Se prevé que los daños mencionados casi no afectan la tubería y no se necesitan reparaciones.

Tabla VIII.3 Matriz para la evaluación de los potenciales de riesgos

Grado de peligro Grado de Desastre previsto	Alto	Medio	Bajo
Grande	3	3	2
Medio	3	2	1
Pequeño	2	1	1

Evaluación de Arreglos para la Tubería de Conducción
付表 導水管路問題箇所の状況、リスク評価、対応策一覧

Daño y posibilidad, 被害もしくは被害の可能性: ① : Tramos que cruzan canales de agua sin tener protección suficiente para el curso de agua, la tubería, su base, etc.
 ② : La parte enterrada está descubierta debido a la aparición de cursos de agua que no existían en la construcción.
 ③ : Colapso en las pendientes superiores a la tubería o sus posibilidades
 ④ : Colapso del área de la tubería enterrada o sus posibilidades

Numero 番号	Estación 測点	Punteo de observación 問題の状況	Daño y posibilidad 被害もしくは被害 の可能性	Gradiente(Reférase al textos) 評価(本文参照)			Acción 対応策	+: Construido en el proyecto 本プロジェクトで施工
				Riesgo リスク				
				Grado de Riesgo 危険度				
				Grado de Desastre 被災度				
1	00+352 ~03+779	Talud colapsando 斜面崩壊	③	3 3		Drenaje y protección del talud 排水路工及び斜面防護工	+	
2	03+971	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1 2	1	(Cuidado por erosión del emplazamiento del soporte de concreto y colchón de gavión) (コンクリートサポート及び蛇籠下部浸食監視)		
3	04+749	Tubería cubierta por relleno 管路埋め戻し築堤崩壊	②	1 1	1	(Cuidado por colapso de relleno) (管路埋め戻し築堤崩壊監視)		
4	04+924	Tubería cubierta por relleno 管路埋め戻し築堤崩壊	②	1 1	1	(Cuidado por colapso de relleno) (管路埋め戻し築堤崩壊監視)		
5	06+288	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1 2	1	(Cuidado por erosión del emplazamiento de los pilares de concreto) (橋脚下部浸食監視)		
6	06+887	Deslizamientos sobre la tubería 管路上落石による管破損	③	3 2	3	Protección por colchón de gavión 蛇籠による管路防護	+	
7	07+688	Tubería cubierta por relleno 管路埋め戻し築堤崩壊	②	1 1	1	(Cuidado por colapso de relleno) (管路埋め戻し築堤崩壊監視)		
8	09+481	Puente de cemento de soporte para la tubería 管路用コンクリート橋の浸食	①	1 2	1	(Cuidado por erosión del emplazamiento del estribo de concreto) (橋台下部浸食監視)		
9	09+812	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路堤崩壊	②	2 2	2	Fortificar el riachuelo por concreto o gavión コンクリート又は蛇籠による水路防備	+	
10	09+899	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路堤崩壊	②	2 3	3	Fortificar el riachuelo por concreto o gavión コンクリート又は蛇籠による水路防備	+	
11	10+372	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路堤崩壊	②	2 2	2	Construcción de cubierta de concreto para la tubería para el revalse del riachuelo 越流水路の為の管路防護コンクリート打設	+	
12	11+301	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路堤崩壊	②	2 2	2	Construcción de cubierta de concreto para la tubería para el revalse del riachuelo 越流水路の為の管路防護コンクリート打設		
13	12+093	Tubería sumergida en riachuelo 水路下管路の浸食	②	1 1	1	(Cuidado por erosión de la tubería) (管路浸食監視)		
14	12+327	Riachuelo corta en el relleno de la tubería 管路埋め戻し築堤破断水路堤崩壊	②	1 2	1	(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)		

Evaluación de Arreglos para la Tubería de Conducción
付表 導水管路問題箇所の状況、リスク評価、対応策一覧

Daño y posibilidad, 被害もしくは被害の可能性: ① : Tramos que cruzan canales de agua sin tener protección suficiente para el curso de agua, la tubería, su base, etc.
 ② : La parte enterrada está descubierta debido a la aparición de cursos de agua que no existían en la construcción.
 ③ : Colapso en las pendientes superiores a la tubería o sus posibilidades
 ④ : Colapso del área de la tubería enterrada o sus posibilidades

Numero 番号	Estación 測点	Punteo de observación 問題の状況	Daño y posibilidad 被害もしくは被害 の可能性	Gradiente(Reférase al textos) 評価 (本文参照)			Acción 対応策	+・ Construido en el proyecto 本プロジェクトで施工
				Riesgo リスク				
				Grado de Riesgo 危険度	Grado de Desastre 被災度			
15	12+984	Riachuelo corta en el relleno de la tubería 管路埋め戻し築堤破断水路堤崩壊	②	1 2		(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)		
16	13+551.93	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1 1		(Cuidado por erosión del emplazamiento del soporte de concreto) (コンクリートサポート下部浸食監視)		
17	13+698	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1 1		(Cuidado por erosión de la cubierta de concreto) (コンクリート防護部浸食監視)		
18	13+829	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1 1		(Cuidado por erosión de la cubierta de concreto) (コンクリート防護部浸食監視)		
19	14+196	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1 1		(Cuidado por erosión del emplazamiento de los pilares de concreto) (橋脚下部浸食監視)		
20	14+279	Tierra colapsando desde el lado del valle de la tubería 管路谷側地盤崩壊	④	3 3		Fortificar el riachuelo por concreto o gavión コンクリート又は蛇籠による水路防備	+	
21	14+671.50	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1 2		(Cuidado por erosión del emplazamiento del soporte de concreto) (コンクリートサポート下部浸食監視)		
22	14+713	Tierra colapsando desde el lado del valle de la tubería 管路谷側地盤崩壊	④	3 3		Protección de la tubería por concreto o gavión コンクリート又は蛇籠による水路防備	+	
23	14+950	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1 1		(Cuidado por erosión de la cubierta de concreto) (コンクリート防護部浸食監視)		
24	15+153	Tierra colapsando desde el lado de la montaña de la tubería 管路山側地盤崩壊	③	1 1		(Cuidado por colapso de tierra) (地盤崩壊監視)		
25	15+281	Tierra colapsando desde el lado de la montaña de la tubería 管路山側地盤崩壊	③	1 1		(Cuidado por colapso de tierra) (地盤崩壊監視)		
26	16+747	Tierra colapsando del lado de la montaña de la tubería 管路山側地盤崩壊	③	1 1		Cuidado por colapso de tierra (地盤崩壊監視)		
27	16+872	Tierra colapsando del lado de la montaña de la tubería 管路山側地盤崩壊	③	1 1		Cuidado por colapso de tierra (地盤崩壊監視)		
28	16+992	Relleno cubierto colapsando 管路埋め戻し築堤崩壊	②	1 2		(Cuidado por colapso del relleno) (管路埋め戻し築堤崩壊監視)		
29	17+385	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路堤崩壊	②	2 2		Rellenado o rellenado posterior de la piedra 埋め戻し又は割栗石投入		
30	17+758	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路堤崩壊	②	2 1		(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)		

Evaluación de Arreglos para la Tubería de Conducción
付表 導水管路問題箇所の状況、リスク評価、対応策一覧

Daño y posibilidad, 被害もしくは被害の可能性: ① : Tramos que cruzan canales de agua sin tener protección suficiente para el curso de agua, la tubería, su base, etc.
 ② : La parte enterrada está descubierta debido a la aparición de cursos de agua que no existían en la construcción.
 ③ : Colapso en las pendientes superiores a la tubería o sus posibilidades
 ④ : Colapso del área de la tubería enterrada o sus posibilidades

Numero 番号	Estación 測点	Punteo de observación 問題の状況	Daño y posibilidad 被害もしくは被害 の可能性	Gradiente(Reférase al textos) 評価(本文参照)			Acción 対応策	+: Construido en el proyecto 本プロジェクトで施工
				Riesgo リスク				
				Grado de Riesgo 危険度				
				Grado de Desastre 被災度				
31	17+841	Riachuelo cercano a la tubería 管路付近水路による浸食	④	1		(Cuidado por erosión de la tubería) (管路浸食監視)		
32	17+961	Tubería a lo largo de la pendiente 斜面沿い、管路地盤崩壊	④	3	2	Rellenado y construcción de canal de desagüe 埋め戻し及び水路造作	+	
33	18+144	Tubería a lo largo de la pendiente 斜面沿い、管路地盤崩壊	④	2	2	Rellenado o rellenado posterior de la piedra 埋め戻し又は割栗石投入		
34	18+600.13	Tubería cruzando un riachuelo, erosión debajo del emplazamiento del pilar 水路横断管路、橋脚基礎下部浸食	①	3	2	Fortificar el riachuelo por concreto o gavión, adicional para el emplazamiento. コンクリート又は蛇籠による水路防備、橋脚下部巻 コンクリート打設	+	
35	18+751	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	3	2	Fortificar el riachuelo por concreto o gavión コンクリート又は蛇籠による水路防備	+	
36	18+813	Riachuelo a lo largo de la pendiente de la tubería 斜面管路沿い水路拡大崩壊	②	2	2	Rellenado o rellenado posterior de la piedra 埋め戻し又は割栗石投入	+	
37	18+974	Riachuelo cercano a la tubería 管路付近水路による浸食	④	1	1	(Cuidado por erosión de la tubería) (管路浸食監視)		
38	19+111	Tubería a lo largo de la pendiente 斜面沿い、管路の浸食	④	1	2	(Cuidado por erosión del emplazamiento del soporte de concreto) (コンクリートサポート下部浸食監視)		
39	19+134	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路拡大崩壊	②	2	1	(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)		
40	19+231	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路拡大崩壊	②	2	2	(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)		
41	19+367	Riachuelo cercano a la tubería 管路付近水路による浸食	④	1	1	(Cuidado por erosión de la tubería) (管路浸食監視)		
42	19+400	Riachuelo cercano a la tubería 管路付近水路による浸食	④	1	1	(Cuidado por erosión de la tubería) (管路浸食監視)		
43	20+211	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	1	1	(Cuidado por colapso del relleno) (管路埋め戻し築堤崩壊監視)		
44	20+272	Relleno cubierto colapsando 管路埋め戻し築堤崩壊	②	1	2	(Cuidado por colapso del relleno) (管路埋め戻し築堤崩壊監視)		
45	20+369	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路による浸食	②	2	3	Construcción de cubierta de concreto para la tubería para el revalse del riachuelo 越流水路のための管路防護コンクリート打設	+	

Evaluación de Arreglos para la Tubería de Conducción
付表 導水管路問題箇所の状況、リスク評価、対応策一覧

Daño y posibilidad, 被害もしくは被害の可能性: ① : Tramos que cruzan canales de agua sin tener protección suficiente para el curso de agua, la tubería, su base, etc.
 ② : La parte enterrada está descubierta debido a la aparición de cursos de agua que no existían en la construcción.
 ③ : Colapso en las pendientes superiores a la tubería o sus posibilidades
 ④ : Colapso del área de la tubería enterrada o sus posibilidades

Numero 番号	Estación 測点	Punteo de observación 問題の状況	Daño y posibilidad 被害もしくは被害 の可能性	Gradiente(Reférase al textos) 評価 (本文参照)		Acción 対応策	+: Construido en el proyecto 本プロジェクトで施工
				Grado de Riesgo 危険度	Riesgo リスク		
46	20+421.72	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	2	1	(Cuidado por erosión del emplazamiento de los pilares de concreto) (橋脚下部浸食監視)	
47	20+538	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1	1	(Cuidado por erosión de la cubierta de concreto) (コンクリート防護部浸食監視)	
48	22+332	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	1	1	(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)	
49	22+464	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路拡大崩壊	②	1	1	(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)	
50	22+507.39	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	1	1	(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)	
51	22+573	Relleno cubierto colapsando por flujo de agua 水路による管路埋め戻し築堤崩壊	④	1	1	(Cuidado por que el colapso del relleno se expanda) (管路埋め戻し築堤崩壊拡大監視)	
52	22+858	Relleno cubierto colapsando por flujo de agua 水路による管路埋め戻し築堤崩壊	④	1	1	(Cuidado por que el colapso del relleno se expanda) (管路埋め戻し築堤崩壊拡大監視)	
53	22+922	Relleno cubierto colapsando por flujo de agua 水路による管路埋め戻し築堤崩壊	④	1	1	(Cuidado por que el colapso del relleno se expanda) (管路埋め戻し築堤崩壊拡大監視)	
54	22+981	Relleno cubierto colapsando por flujo de agua 水路による管路埋め戻し築堤崩壊	④	1	1	(Cuidado por que el colapso del relleno se expanda) (管路埋め戻し築堤崩壊拡大監視)	
55	22+999	Relleno cubierto colapsando por flujo de agua 水路による管路埋め戻し築堤崩壊	④	1	1	(Cuidado por que el colapso del relleno se expanda) (管路埋め戻し築堤崩壊拡大監視)	
56	23+042	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	1	1	(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)	
57	23+675.00	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路による浸食	①	2 3	3	Construcción de cubierta de concreto para la tubería para el revalse del riachuelo 越流水路の為の管路防護コンクリート打設	+
58	23+833	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路による浸食	②	1	1	(Cuidado por la erosión del emplazamiento del soporte de concreto) (コンクリートサポート下部浸食監視)	
59	24+202	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1	1	(Cuidado por la erosión del emplazamiento del pilar de concreto) (橋脚下部浸食監視)	

Evaluación de Arreglos para la Tubería de Conducción
付表 導水管路問題箇所の状況、リスク評価、対応策一覧

Daño y posibilidad, 被害もしくは被害の可能性: ① : Tramos que cruzan canales de agua sin tener protección suficiente para el curso de agua, la tubería, su base, etc.
 ② : La parte enterrada está descubierta debido a la aparición de cursos de agua que no existían en la construcción.
 ③ : Colapso en las pendientes superiores a la tubería o sus posibilidades
 ④ : Colapso del área de la tubería enterrada o sus posibilidades

Numero 番号	Estación 測点	Punteo de observación 問題の状況	Daño y posibilidad 被害もしくは被害 の可能性	Gradiente(Reférase al textos) 評価 (本文参照)			Acción 対応策	+: Construido en el proyecto 本プロジェクトで施工
				Riesgo リスク				
				Grado de Riesgo 危険度	Grado de Desastre 被災度			
60	24+338	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1	1	(Cuidado por la erosión del emplazamiento del pilar de concreto) (橋脚下部浸食監視)		
61	24+516.00	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	3	3	Fortificar el riachuelo por concreto o gavión		+
62	24+619.00	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	2	2	コンクリート又は蛇籠による水路防備		
63	24+733.00	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	2	2	Fortificar el riachuelo por concreto o gavión		
64	24+783	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	2	2	Fortificar el riachuelo por concreto o gavión		+
65	24+867	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	2	2	コンクリート又は蛇籠による水路防備		
66	24+892.00	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	3	3	Construcción de pilares y fortificar el riachuelo por concreto o gavión		+
67	25+008.00	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	2	2	橋脚建設及びコンクリート又は蛇籠による水路防備		
68	25+151.00	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1	1	Fortificar el riachuelo por concreto o gavión		+
69	25+293	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路による浸食	②	3	3	コンクリート又は蛇籠による水路防備		
70	25+610	Riachuelo a lo largo de la pendiente de la tubería 斜面管路沿い水路による浸食	②	1	1	(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)		
71	26+034	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	2	2	Cuidado por erosión del emplamiento de los pilares de concreto (橋脚下部浸食監視)		+
72	26+481	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	2	2	Construcción de cubierta de concreto para la tubería para el revalse del riachuelo 越流水路の為の管路防護コンクリート打設		

Evaluación de Arreglos para la Tubería de Conducción
付表 導水管路問題箇所の状況、リスク評価、対応策一覧

Daño y posibilidad, 被害もしくは被害の可能性: ① : Tramos que cruzan canales de agua sin tener protección suficiente para el curso de agua, la tubería, su base, etc.
 ② : La parte enterrada está descubierta debido a la aparición de cursos de agua que no existían en la construcción.
 ③ : Colapso en las pendientes superiores a la tubería o sus posibilidades
 ④ : Colapso del área de la tubería enterrada o sus posibilidades

Numero 番号	Estación 測点	Punteo de observación 問題の状況	Daño y posibilidad 被害もしくは被害 の可能性	Gradiente(Reférase al textos) 評価 (本文参照)		Acción 対応策	+: Construido en el proyecto 本プロジェクトで施工
				Grado de Riesgo 危険度	Riesgo リスク		
73	26+636	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1	1	(Cuidado por erosión del emplazamiento del soporte de concreto) (コンクリートサポート下部浸食監視)	
74	26+822	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路サポート崩壊	①	2	2	Construcción/Reparación de soporte de concreto 欠損コンクリートサポートの復旧	
75	26+928	Válvula de bifurcación innecesaria 不要分岐バルブ	③	2	2	Remover o dejar, o instalar un tapón 撤去又は放置、又は盲蓋取付	
76	26+965	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1	1	(Cuidado por erosión del emplazamiento de los pilares de concreto) (橋脚下部浸食監視)	
77	27+003	Junta de expansión 伸縮継手の異常	①	1	1	(Nada) (問題なし)	
78	27+137	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1	1	(Cuidado por erosión del emplazamiento de los pilares de concreto) (橋脚下部浸食監視)	
79	27+277	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路拡大崩壊	②	1	1	(Cuidado por colapso de tierra) (水路拡大監視)	
80	27+311	Tubería en la pendiente 斜面上管路地盤崩壊	④	1	1	(Cuidado por colapso de tierra) (地盤崩壊監視)	
81	27+338	Tubería sobre soporte de concreto en la pendiente コンクリートサポート上斜面管路地盤崩壊	③	1	1	(Cuidado por colapso de tierra) (地盤崩壊監視)	
82	27+741	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	1	1	(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)	
83	27+961	Tubería sobre soporte de concreto コンクリートサポート上管路の異常	③	1	1	(Nada) (問題なし)	
84	28+200	La tubería cruza un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1	1	(Cuidado por la erosión del emplazamiento de las columnas de concreto) (橋脚下部浸食監視)	
85	28+333	Barra de acero visible en la base del pilar 橋脚下部コンクリート鉄筋露出	①	2	2	Pasta de mortero después de limpiar 鉄筋清掃後モルタル塗布	
86	28+367	Riachuelo a lo largo del pendiente de la tubería 斜面管路沿い水路地盤崩壊	④	1	1	(Cuidado por colapso de tierra) (地盤崩壊監視)	
87	28+957	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路拡大崩壊	②	1	1	(Cuidado por colapso de tierra) (地盤崩壊監視)	

Evaluación de Arreglos para la Tubería de Conducción
付表 導水管路問題箇所の状況、リスク評価、対応策一覧

Daño y posibilidad, 被害もしくは被害の可能性: ① : Tramos que cruzan canales de agua sin tener protección suficiente para el curso de agua, la tubería, su base, etc.
 ② : La parte enterrada está descubierta debido a la aparición de cursos de agua que no existían en la construcción.
 ③ : Colapso en las pendientes superiores a la tubería o sus posibilidades
 ④ : Colapso del área de la tubería enterrada o sus posibilidades

Numero 番号	Estación 測点	Punteo de observación 問題の状況	Daño y posibilidad 被害もしくは被害 の可能性	Gradiente(Reférase al textos) 評価(本文参照)			Acción 対応策	+: Construido en el proyecto 本プロジェクトで施工
				Riesgo リスク				
				Grado de Riesgo 危険度				
				Grado de Desastre 被災度				
88	29+183	Línea de la tubería en el talud	④	1	1	(Cuidado por la erosión del emplazamiento del soporte de concreto) (コンクリートサポート下部浸食監視)		
89	29+330	Deslizamientos sobre la tubería 管路上落石による管破損	③	3	2	Protección por medio de colchón de gavión 蛇籠による管路防護	+	
90	29+381	Deslizamientos sobre la tubería 管路上落石による管破損	③	2	2	Cuidado por desprendimiento del lado de la montaña 管路山側崩壊監視		
91	30+885	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	1	1	(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)		
92	31+122	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	2	3	Fortificar el riachuelo por concreto o gavión コンクリート又は蛇籠による水路防護	+	
93	31+598	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1	1	(Cuidado por erosión del emplazamiento del pilar de concreto) (橋脚下部浸食監視)		
94	33+043	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路拡大崩壊	②	3	3	Construcción de pilares y fortificar el riachuelo por concreto o gavión 橋脚建設及びコンクリート又は蛇籠による水路防護	+	
95	33+666	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	1	1	(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)		
96	34+215	Relleno cubiero colapsando por flujo de agua 水路による管路埋め戻し築堤崩壊	④	1	1	(Cuidado por la expansión del colapso del relleno) (管路埋め戻し築堤崩壊拡大監視)		
97	34+287	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1	1	(Cuidado por erosión del emplazamiento de los pilares de concreto) (橋脚下部浸食監視)		
98	34+878	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	3	3	Fortificar el riachuelo por concreto o gavión コンクリート又は蛇籠による水路防護	+	
99	34+912	Relleno cubiero colapsando por flujo de agua 水路による管路埋め戻し築堤崩壊	④	1	1	(Cuidado por la expansión del colapso del relleno) (管路埋め戻し築堤崩壊拡大監視)		
100	35+514	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	②	3	3	Fortificar el riachuelo por concreto o gavión コンクリート又は蛇籠による水路防護	+	
101	35+551	Riachuelo cruzando sobre la tubería 管路越流水路堤崩壊	②	1	1	(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)		
102	36+096	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路による浸食	②	2	2	Construcción de cubierta de concreto para la tubería para el revalse del riachuelo 越流水路のための管路防護コンクリート打設		

Evaluación de Arreglos para la Tubería de Conducción
付表 導水管路問題箇所の状況、リスク評価、対応策一覧

Daño y posibilidad, 被害もしくは被害の可能性: ① : Tramos que cruzan canales de agua sin tener protección suficiente para el curso de agua, la tubería, su base, etc.
② : La parte enterrada está descubierta debido a la aparición de cursos de agua que no existían en la construcción.
③ : Colapso en las pendientes superiores a la tubería o sus posibilidades
④ : Colapso del área de la tubería enterrada o sus posibilidades

Numero 番号	Estación 測点	Punteo de observación 問題の状況	Daño y posibilidad 被害もしくは被害 の可能性	Gradiente(Reférase al textos) 評価(本文参照)			Acción 対応策	+: Construido en el proyecto 本プロジェクトで施工
				Riesgo リスク				
				Grado de Riesgo 危険度	Grado de Desastre 被災度			
103	36+317	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1	1	(Cuidado por erosión del emplazamiento del soporte de concreto) (コンクリートサポート下部浸食監視)		
104	36+492	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1	1	(Cuidado por erosión del emplazamiento del soporte de concreto) (コンクリートサポート下部浸食監視)		
105	36+815	Riachuelo cruzando sobre la tubería 管路越流水路堤崩壊	②	1	1	(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)		
106	37+207	Tubería a lo largo del camino principal 幹線道路沿い、管路地盤崩壊	④	1	1	(Nada) (問題なし)		
107	37+583	Riachuelo cruzando sobre la tubería 管路越流水路堤崩壊	②	1	1	(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)		
108	37+631	Riachuelo cruzando sobre la tubería 管路越流水路堤崩壊	②	1	1	(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)		
109	37+698	Deslizamiento desde el lado de la montaña de la tubería 管路上落石による管破損	③	1	1	(Cuidado por colapso de tierra) (地盤崩壊監視)		
110	37+893	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路堤崩壊	②	1	1	(Cuidado por colapso de tierra) (地盤崩壊監視)		
111	38+484	Tierra colapsando desde el lado del valle de la tubería 管路谷側地盤崩壊	④	3	3	Fortificar el riachuelo por concreto o gavión コンクリート又は蛇籠による水路防備	+	
112	38+826	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	1	1	(Nada) (問題なし)		
113	38+923	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	1	1	(Nada) (問題なし)		
114	39+012	Salida de drenaje inclinándose 排水ピットの浸食による傾斜	①	2	2	Prevencción de erosión por debajo de la base de la salida de la cámara 排水ピット基礎下浸食防護		
115	39+075	Riachuelo cruzando la tubería 管路越流水路堤崩壊	②	1	1	(Nada) (問題なし)		
116	39+521	Riachuelo cercano a la tubería 管路付近水路による浸食	④	1	1	(Cuidado por erosión de la tubería) (管路浸食監視)		
117	39+591	Deslizamiento sobre la tubería 管路上落石による管破損	③	2	2	Protección por grava o gavión 小割栗石又は蛇籠による防護		

Evaluación de Arreglos para la Tubería de Conducción
付表 導水管路問題箇所の状況、リスク評価、対応策一覧

Daño y posibilidad, 被害もしくは被害の可能性: ① : Tramos que cruzan canales de agua sin tener protección suficiente para el curso de agua, la tubería, su base, etc.
 ② : La parte enterrada está descubierta debido a la aparición de cursos de agua que no existían en la construcción.
 ③ : Colapso en las pendientes superiores a la tubería o sus posibilidades
 ④ : Colapso del área de la tubería enterrada o sus posibilidades

Numero 番号	Estación 測点	Punto de observación 問題の状況	Daño y posibilidad 被害もしくは被害 の可能性	Gradiente(Reférase al textos) 評価(本文参照)			Acción 対応策	+: Construido en el proyecto 本プロジェクトで施工
				Riesgo リスク				
				Grado de Riesgo 危険度				
				Grado de Desastre 被災度				
118	39+700	Suelo de cubierta de la tubería colapsando 管路埋め戻し土崩壊	④	1		(Cuidado por erosión de la tubería) (管路浸食監視)		
119	40+064	Riachuelo cercano a la tubería 管路付近水路による浸食	④	1		(Cuidado por erosión de la tubería) (管路浸食監視)		
120	40+169	Riachuelo a lo largo de la pendiente de la tubería 斜面管路沿い水路による浸食	④	2		Rellenado y construcción de canal de desagüe 埋め戻し及び水路造作		
121	40+217	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路による浸食	②	2		Rellenado y construcción de canal de desagüe 埋め戻し及び水路造作		
122	40+487.50	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	1		(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)		
123	40+625.00	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	1		(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)		
124	41+065	Riachuelo cruzando sobre la tubería 管路越流水路堤崩壊	②	1		(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)		
125	41+507	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の浸食	①	1		(Cuidado por erosión del emplazamiento del soporte de concreto) (コンクリートサポート下部浸食監視)		
126	41+605	Tubería en la pendiente 斜面上管路地盤崩壊	④	1		(Cuidado por colapso de tierra) (地盤崩壊監視)		
127	41+657	Tubería en la pendiente 斜面上管路地盤崩壊	④	1		(Cuidado por colapso de tierra) (地盤崩壊監視)		
128	44+363	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	②	3		Construcción de soporte de concreto o fortificar la tubería por gavión コンクリートサポートの構築又は蛇籠による水路防備	+	
129	44+628	Tierra colapsando en el lado del valle de la tubería 管路谷側地盤崩壊	④	1		(Cuidado por la expansión del colapso del relleno) (地盤崩壊拡大監視)		
130	44+928	Tierra colapsando desde el lado del valle de la tubería 管路谷側地盤崩壊	④	3		Fortificar el riachuelo por concreto o gavión コンクリート又は蛇籠による水路防備	+	
131	45+446	Riachuelo a lo largo de la pendiente de la tubería 管路沿い斜面水路堤崩壊	①	2		Fortificar el riachuelo por concreto o gavión コンクリート又は蛇籠による水路防備	+	
132	45+744	Tubería a lo largo de un camino vecinal 支線道路沿い、管路横断水路堤崩壊	②	1		(Cuidado por expansión del cruce del riachuelo) (管路横断水路拡大監視)		

Evaluación de Arreglos para la Tubería de Conducción
付表 導水管路問題箇所の状況、リスク評価、対応策一覧

Daño y posibilidad, 被害もしくは被害の可能性: ① : Tramos que cruzan canales de agua sin tener protección suficiente para el curso de agua, la tubería, su base, etc.
 ② : La parte enterrada está descubierta debido a la aparición de cursos de agua que no existían en la construcción.
 ③ : Colapso en las pendientes superiores a la tubería o sus posibilidades
 ④ : Colapso del área de la tubería enterrada o sus posibilidades

Numero 番号	Estación 測点	Punteo de observación 問題の状況	Daño y posibilidad 被害もしくは被害 の可能性	Gradiente(Reférase al textos) 評価(本文参照)		Acción 対応策	+: Construido en el proyecto 本プロジェクトで施工
				Grado de Riesgo 危険度	Riesgo リスク		
				Grado de Desastre 被災度			
133	46+024	Tubería cruzando un río 河川横断管路の浸食	①	1	1	(Cuidado por erosión del emplazamiento de los pilares de concreto) (橋脚下部浸食監視)	
134	46+082	Tubería en la pendiente 斜面上管路地盤崩壊	④	1	1	(Cuidado por colapso de tierra) (地盤崩壊監視)	
135	46+584	Tubería cruzando un riachuelo 水路横断管路の水路堤崩壊	①	1	1	(Cuidado por expansión del riachuelo) (水路拡大監視)	
136	47+772	Tierra colapsando del lado de la montaña de la tubería 管路山側地盤崩壊	③	1	1	(Cuidado por colapso de tierra) (地盤崩壊監視)	
137	48+225	Tubería cruzando un riachuelo, erosión en la base de la salida del drenaje 水路横断管路、排水ピット下部侵食	①	2	3	Prevencción de la erosión por la base de la salida del drenaje y fortificar el riachuelo por concreto o gavión 排水ピット基礎下浸食防護及びコンクリート又は蛇籠による水路防備	+
				3			
138	48+705.00	Riachuelo cruzando la tubería 管路横断水路による浸食	②	3	3	Construcción de pilares y fortificar el riachuelo por concreto o gavión 橋脚建設及びコンクリート又は蛇籠による水路防備	+
139	48+952	Tubería cruzando un riachuelo, erosión en el emplazamiento del pilar 水路横断管路、橋脚下部浸食	③	3	3	Prevencción de erosión por en el emplazamiento del soporte de concreto コンクリートサポータ下部浸食防護	+
140	49+102	Tierra colapsando en el lado del valle de la tubería 管路谷側地盤崩壊	④	2	2	Rellenado y construcción de canal de desague 埋め戻し及び水路造作	

Condiciones del terreno previsto para la construcción de la Planta de Tratamiento de Agua

Anexo—IX : Condiciones del terreno previsto para la construcción de la Planta de Tratamiento de Agua

El sitio previsto para la construcción de la Planta de Tratamiento de agua está ubicado en un terreno colindante en la dirección sur y oeste del área del tanque de distribución existente, considerando la ubicación de dicho tanque y los diferentes niveles de agua.

El tanque de distribución existente se encuentra en la mitad de la ladera de un cerro de una toba meteorizada. Se puede considerar que la estabilidad del terreno está asegurada mediante la construcción del tanque de distribución existente. Sin embargo, debido a arroyos, marcas de colapso y escarpas de derrumbe de tierra que se encuentran alrededor del tanque, será necesario prestar atenciones desde el punto de vista de la ingeniería geotécnica para tomar decisiones sobre dicho sitio para la construcción de la Planta de Tratamiento de Agua.

En la Figura IX.1 se indica el resultado de la observación de los terrenos cercanos del sitio previsto para la Planta de Tratamiento de Agua. En el lado sur del terreno de la propiedad actual y el lado oeste del sitio previsto para la Planta de Tratamiento de Agua, se encuentran las marcas de colapso. Además, al final de las marcas de colapso en el lado oeste del sitio, están distribuidas las áreas escalonadas (escarpas pequeñas de derrumbe) que indican el colapso superficial. Por lo tanto, teniendo en cuenta la preocupación sobre la inestabilización del terreno que será provocada por el corte de tierra en las obras de preparación del terreno, será deseable limitar el área de preparación aproximadamente dentro de 50 metros en el lado oeste del terreno de uso actual, excluyendo las áreas referidas.

Condiciones del terreno previsto para la construcción de la Planta de Tratamiento de Agua

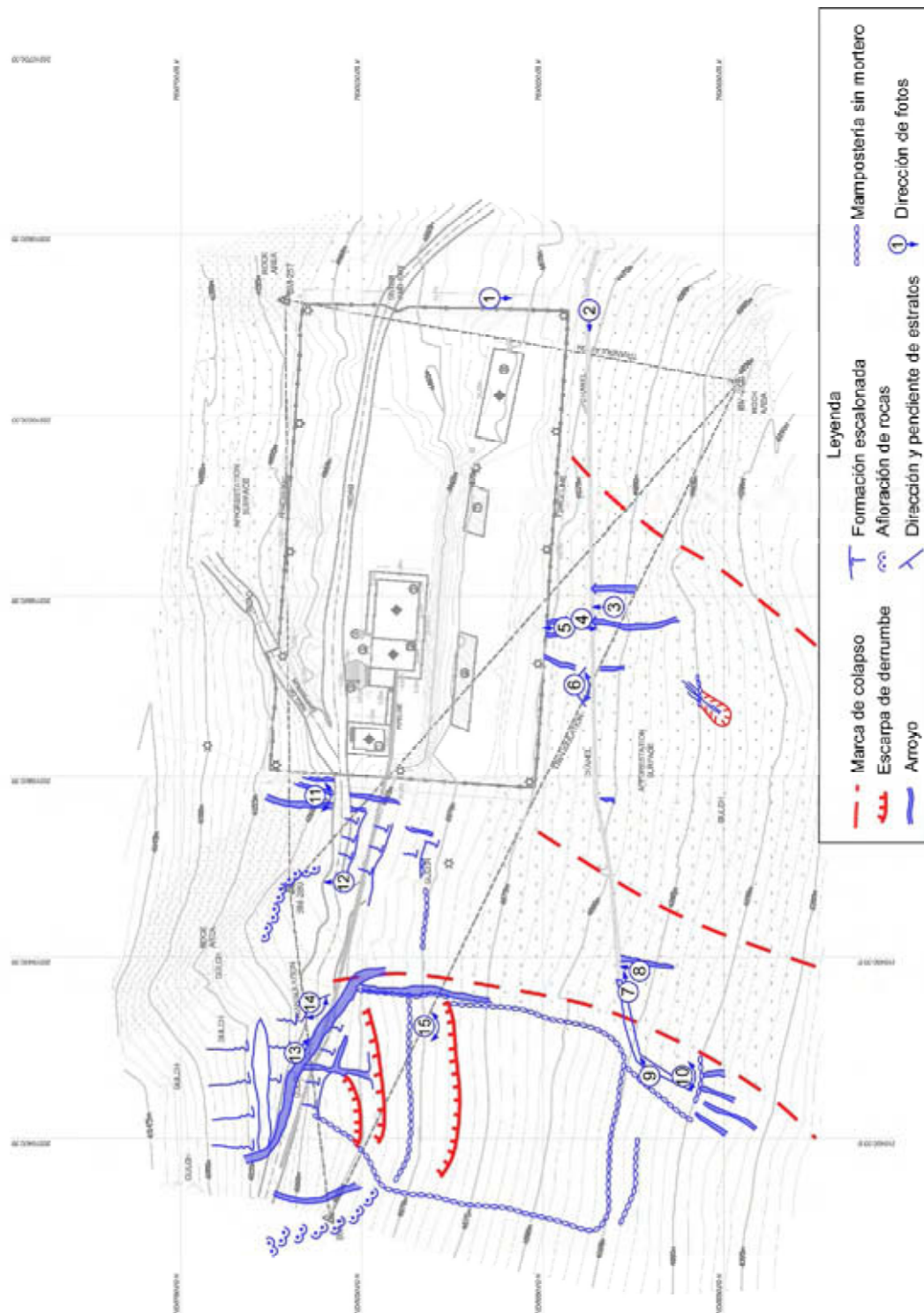


Fig.IX.1 Condiciones del terreno previsto para la construcción de la Planta de Tratamiento de Agua y el terreno adecuado

Condiciones del terreno previsto para la construcción de la Planta de Tratamiento de Agua



Vista completa del talud al este de la Planta de Tratamiento de Agua Rio San Juan



- 1 Afloración de lutita distribuida en el talud superior de la Planta de Tratamiento de Agua
- 2 Se ven grietas capilares en el canal de desagüe existente en el talud superior oeste de la Planta de Tratamiento de Agua

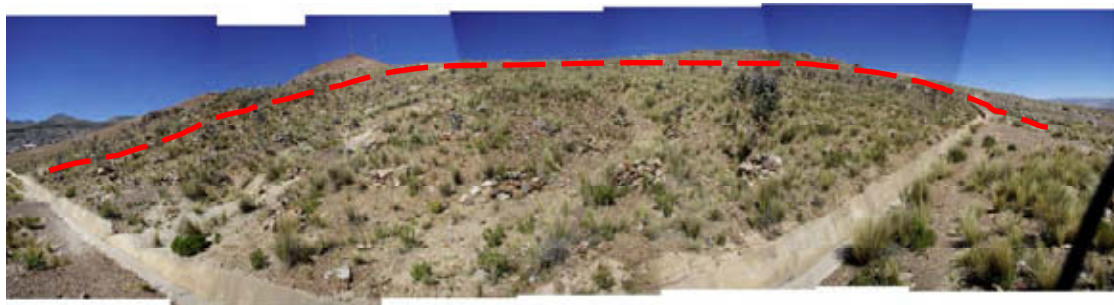


- 3 Aspectos de grietas capilares en el canal de desagüe existente
- 4 Arroyo en el talud hacia el canal de desagüe existente (curso cóncavo erosionado por aguas superficiales)



- 5 Arroyo hacia la Planta de Tratamiento de Agua desde el canal de desagüe existente

Condiciones del terreno previsto para la construcción de la Planta de Tratamiento de Agua



- 6 Arroyos y marcas de colapso (línea roja de puntos) en el talud superior de la Planta de Tratamiento de Agua Rio San Juan



- 7 Grietas capilares distribuidas en el canal de desagüe en el talud superior al este de la Planta de Tratamiento de Agua
- 8 Aspectos de grietas capilares en el canal de desagüe existente



- 9 Construcción del canal de desagüe de tierra conectado con el canal existente de concreto



- 10 Distribución de arroyos pequeños erosionados por aguas superficiales

Condiciones del terreno previsto para la construcción de la Planta de Tratamiento de Agua



11 Aspecto del talud candidato para la ampliación de la Planta de Tratamiento de Agua Río San Juan



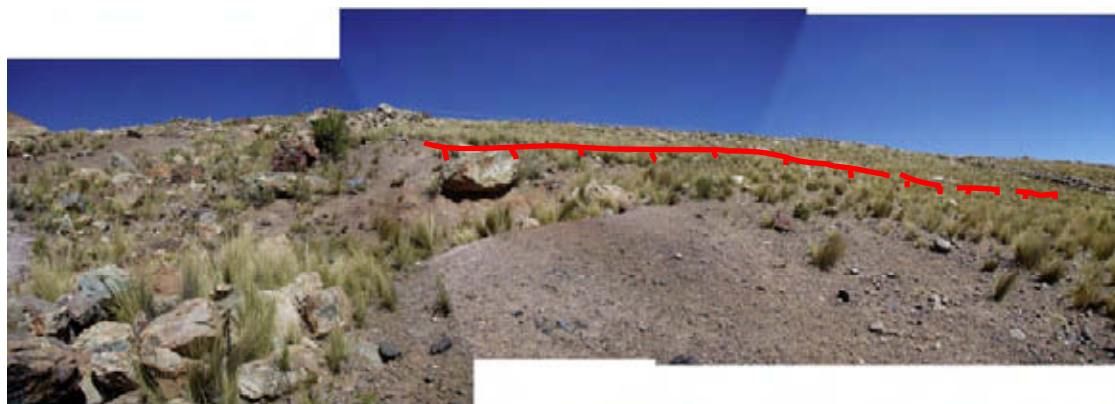
12 Afloración de lutita que incluye horsteno. Dirección N-15-O. Pendiente de 40 grados.



13 Arroyo de 0.8 m de ancho y 1.0 m de profundidad



14 Distribución de arroyos profundos y escarpas de derrumbe (línea roja) en el talud del lado este de la Planta de Tratamiento de Agua Río San Juan



15 Escarpa de derrumbe (línea roja) y marca de colapso distribuidas en el talud superior de la foto 13

Estimación del costo de construcción para la comparación de procesos de tratamiento

Anexo—X : Estimación del costo de construcción para la comparación de procesos de tratamiento

1. Proceso de filtración lenta

- ① Precio unitario del costo directo de las obras del tanque de filtración lenta:
95 mil yenes /m²
(según los costos de construcción de las obras hechas por nuestra empresa en los países centro y sudamericanos)
- ② Area necesaria para el tanque de filtración lenta: 3,000m² (aplicando 5 m³/m² como carga de área)
- ③ Costo directo de las obras del tanque de filtración lenta:
 $95 \text{ mil yenes/m}^2 \times 3,000\text{m}^2 = 285,000 \text{ mil yenes}$
- ④ Costo de las instalaciones suplementarias para el tanque de filtración lenta: el 30 % del costo de ③
(según los costos de construcción de las obras hechas por nuestra empresa en los países centro y sudamericanos)
 $285,000 \text{ mil yenes} \times 30\% = 85,500 \text{ mil yenes}$
- ⑤ Total de los costos directos de construcción
 $③ + ④ = 285,000 \text{ mil yenes} + 85,500 \text{ mil yenes} \div \underline{370,000 \text{ mil yenes}}$

2. Proceso de filtración rápida

- ① Tanque de sedimentación (incluyendo el pozo receptor y el tanque de floculación)
 - Precio unitario de las obras estructurales del tanque de sedimentación: 121 mil yenes /m²
(según los costos de construcción de las obras hechas por nuestra empresa en los países centro y sudamericanos)
 - Area necesaria para el tanque de sedimentación: 670m² (aplicando 12 m como carga superficial de los tableros inclinados)
 - Costo directo de la construcción del tanque de sedimentación:
 $121 \text{ mil yenes/m}^2 \times 670\text{m}^2 \div \underline{81,000 \text{ mil yenes}}$
- ② Tanque de filtración (incluyendo el pozo receptor y el tanque de floculación)
 - Precio unitario de las obras estructurales del tanque de filtración: 210 mil yenes /m²
(según los costos de construcción de las obras hechas por nuestra empresa en los países centro y sudamericanos)
 - Area necesaria para el tanque de filtración: 362m² (aplicando 150m³/m² como carga de área)
 - Costo directo de las obras del tanque de filtración:
 $210 \text{ mil yenes/m}^2 \times 362\text{m}^2 \div \underline{76,000 \text{ mil yenes}}$
- ③ Tanque de drenaje del lavado
 - Costo directo de las obras del tanque de drenaje del lavado: 9,000 mil yenes
(según los costos de construcción de las obras hechas por nuestra empresa en los países centro y sudamericanos)
- ④ Instalación de tuberías dentro del Centro
 - Costo directo de la instalación de tuberías dentro del Centro: 10,000 mil yenes

Estimación del costo de construcción para la comparación de procesos de tratamiento
(según los costos de construcción de las obras hechas por nuestra empresa en los países centro y sudamericanos)

- ⑤ Obras mecánicas y eléctricas
- Costo directo de la instalación de tuberías dentro del Centro: 261,000 mil yenes
(según los costos de construcción de las obras hechas por nuestra empresa en los países centro y sudamericanos)
- ⑥ Total de los costos directos
- $$\Sigma ① \sim ⑤ = \underline{437,000 \text{ mil yenes}}$$

3. Costo de la preparación de terrenos

- ① Costo de excavación por metro cúbico:
Movimiento de tierra por tractor + disposición de tierras residuales: 1.7 mil yenes/m³
- ② Costo de la preparación de terreno para el tanque de filtración lenta
- Volumen de tierras a excavar: 76,000m³
 - Costo directo de la preparación de terreno:
 $1.7 \text{ mil yenes/m}^3 \times 76,000 \text{ m}^3 \div \underline{130,000 \text{ mil yenes}}$
- ③ Costo de la preparación de terreno para el tanque de filtración lenta
- Volumen de tierras a excavar: 4,000m³
 - Costo directo de la preparación de terreno:
 $1.7 \text{ mil yenes/m}^3 \times 4,000 \text{ m}^3 \div \underline{7,000 \text{ mil yenes}}$

4. Tanque de sedimentación con el flujo horizontal

- ① Tanque de sedimentación (incluyendo el pozo receptor y el tanque de floculación)
- Precio unitario de las obras estructurales del tanque de sedimentación: 121 mil yenes/m²
(según los costos de construcción de las obras hechas por nuestra empresa en los países centro y sudamericanos)
 - Área necesaria para el tanque de sedimentación: 670m²
 - Costo directo de la construcción del tanque de sedimentación:
 $121 \text{ mil yenes/m}^2 \times 670 \text{ m}^2 \div \underline{80,000 \text{ mil yenes}}$

5. Tanque de sedimentación con tableros inclinados

- ① Tanque de sedimentación (incluyendo el pozo receptor y el tanque de floculación)
- Precio unitario de las obras estructurales del tanque de sedimentación: 121 mil yenes/m²
(según los costos de construcción de las obras hechas por nuestra empresa en los países centro y sudamericanos)
 - Área necesaria para el tanque de sedimentación: 410m²
 - Costo directo de la construcción del tanque de sedimentación:
 $121 \text{ mil yenes/m}^2 \times 410 \text{ m}^2 \div \underline{50,000 \text{ mil yenes}}$
- ② Tableros inclinados
- Precio unitario de tableros por área de instalación: 360 mil yenes/m²

Estimación del costo de construcción para la comparación de procesos de tratamiento

(según los costos de construcción de las obras hechas por nuestra empresa)

• Area necesaria para el tanque de sedimentación: 170m^2

• Costo directo de la construcción del tanque de sedimentación:

$$360 \text{ mil yenes/m}^2 \times 170\text{m}^2 \div \underline{60,000 \text{ mil yenes}}$$

③ Total de los costos directos de construcción

$$\textcircled{1} + \textcircled{2} \div \underline{110,000 \text{ mil yenes}}$$