

3.3.3 Plan de administración y mantenimiento

(1) Estructura administrativa de mantenimiento

Los 3 sistemas de tratamiento de agua que componen el presente proyecto son plantas que están funcionando en la actualidad. El contenido principal del proyecto es la rehabilitación de las instalaciones existentes. No se pretende cambiar los elementos que componen su estructura. Una vez finalizado el proyecto, los equipos habrán vuelto a sus especificaciones originales y el sistema podrá mejorar su capacidad de producción. Los 3 sistemas están a cargo de una sección de administración de operaciones dentro de EMPAGUA y hay 79 personas a cargo de funciones en dichas plantas para que éstas puedan seguir funcionando. Una vez finalizado el proyecto, al personal existente se le agregará un Electricista y dos mecánicos pero no se considera necesario agregar personal adicional. Sin embargo, será imprescindible mejorar el nivel técnico del personal existente. Especialmente el personal de planta deberá estudiar los procedimientos básicos del funcionamiento del sistema de tratamiento de agua y recibir un entrenamiento técnico en la práctica. Una vez finalizadas las obras en cada sistema, los técnicos japoneses harán un entrenamiento técnico del personal. Consistirá en un curso teórico y un entrenamiento en la práctica.

(2) Costos de funcionamiento de las nuevas instalaciones

Los costos de funcionamiento necesarios para poner en marcha las instalaciones una vez terminado el proyecto serán los siguientes.

(i) Energía eléctrica

El consumo eléctrico será a la tarifa básica pagada por EMPAGUA que es de 0,5 quetzales por 1 kWh. El consumo eléctrico diario de cada una de las plantas será el del cuadro 18 y el consumo eléctrico anual será el del cuadro 17.

Cuadro 17 Costo del consumo eléctrico

	Las Ilusiones	Santa Luisa	El Cambray	Total
1. Consumo eléctrico diario (kWh)	40.367,5	953.9	12.751,5	
2. = 1. x 365 días Consumo eléctrico total anual (kWh)	14.832.688	351.824	4.490.797	
3. = 2. x 0,5 Costo de la energía eléctrica anual (Qs)	7.416.000	176.000	2.345.000	9.937.000

El asterisco (*) en el cuadro 18 indica los nuevos equipos que generarán un consumo adicional de energía eléctrica. El aumento en el consumo eléctrico de los nuevos equipos en los 3 sistemas sumados será de un 1,2%.

Cuadro 18 Consumo Eléctrico

Maquinaria	Sistema de Las Ilusiones						Sistema de Santa Luisa						Sistema de El Cambray					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Equipo de la toma de agua	3	600	1.800	1.620	24	38.880,0							3	150	450,0	405,0	24	9.720,0
Bomba de la toma de agua	1	15,0	15,0	10,5	24	252,0							1	3,7	3,7	2,59	24	62,2
Compresor	2	11,0	22,0	15,4	12	* 184,8							2	75,0	150,0	105,0	24	2.520,0
Bomba de centrifugado de arena																		
Bomba de extracción de agua subterránea																		
Equipo en la planta de tratamiento de agua																		
Bomba de vacío	2	22,0	44,0	30,8	24	739,2												
Compresor para funcionamiento de la válvula	1	1,5	1,5	1,05	6	6,3												
Bomba de recuperación del agua de eliminación de sedimentos	1	5,5	5,5	3,85	24	92,4												
Bomba de contra-lavado	1	38,0	38,0	26,6	1	26,6							1	37,0	37,0	25,9	1,5	* 38,9
Soplador de contra-lavado	1	30,0	30,0	21,0	1	21,0		22,0				* 30,8	1	37,0	37,0	25,9	0,5	* 13,0
Bomba de recuperación del agua de contra-lavado	1	5,5	5,5	3,85	12	46,2		7,5				47,3	1	15,0	15,0	10,5	12	126,0
Batidora de alumbre	1	1,5	3,0	1,05	4	* 4,2		1,5				* 8,4	1	1,5	1,5	1,05	4	* 4,2
Bomba de alumbre	1	1,5	1,5	1,05	24	* 25,2		1,5				* 25,2	1	1,5	1,5	1,05	24	* 25,2
Batidora de cal apagada	2	1,5	3,0	2,1	24	* 50,4		1,5				* 25,2	1	1,5	1,5	1,05	24	* 25,2
Bomba de cal apagada	1	3,7	3,7	2,59	24	* 62,2		3,7				* 62,2	1	3,7	3,7	2,59	24	* 62,2
Bomba de suministro de cloro	1	3,7	3,7	2,59	24	62,2		3,7				124,8	1	3,7	3,7	2,59	24	62,2
Bomba de suministro de agua en la planta	1	11,0	11,0	7,7	24	184,8		7,5				126,0	1	5,5	5,5	3,85	24	92,4
Bomba de extracción de agua subterránea								30,0				504,0						
Total consumido						40.637,5						953,9						12.751,5

Nota: El asterisco (*) indica los nuevos equipos que generarán un consumo adicional de energía eléctrica.

- A : No. de equipos
- B : Consumo especificado (kw)
- C : Consumo total (kw)
- D : Energía consumida (kw)
- E : Horas de funcionamiento (horas/día)
- F : Consumo efectivo (kwH/día)

(ii) Costos de los productos químicos

Los productos químicos consumidos en estas plantas de tratamiento de agua son el alumbre, cal apagada y cloro. A continuación se hace un cálculo del consumo estimado.

(a) El costo de cada uno de los productos químicos es el siguiente:

Alumbre : 1.200 Qs/ton.

Cal apagada : 4.343 Qs/ton

Cloro gasificado : 2.645 Qs/ton

(b) El consumo diario de cada producto químico para el volumen de producción de agua en cada planta de tratamiento de agua se considera que el 80% del valor en el diseño, por lo que el porcentaje de inyección promedio proyectado diario es del 80%. Para el cloro, sólo debemos considerar el volumen de inyección proyectado para la post-cloración.

Cuadro 19 Consumo y costo del alumbre

	Las Ilusiones	Santa Luisa	El Cambray	Total
1. Porcentaje de inyección diario proyectado (ton.)	0,71	1,20	0,48	
2. = 1. x 0,8 Volumen consumido diario	0,57	0,96	0,38	
3. = 2. x 365 días Volumen consumido anual	208,1	350,4	138,7	
4. = 3. x 1.200 Costo de producto químico anual (Qs.)	250.000	420.000	166.000	836.000

Cuadro 20 Consumo y costo de cal apagada

	Las Ilusiones	Santa Luisa	El Cambray	Total
1. Porcentaje de inyección diario proyectado (ton.)	0,375	0,60	0,24	
2. = 1. x 0,8 Volumen consumido diario	0,30	0,48	0,19	
3. = 2. x 365 días Volumen consumido anual	109,5	175,2	69,4	
4. = 3. x 4.343 Costo de producto químico anual (Qs.)	476.000	761.000	301.000	1.538.000

Cuadro 21 Consumo y costo de cloro gasificado

	Las Ilusiones	Santa Luisa	El Cambray	Total
1. Porcentaje de inyección diario proyectado (ton.)	0,075	0,12	0,048	
2. = 1. x 0,8 Volumen consumido diario	0,06	0,096	0,038	
3. = 2. x 365 días Volumen consumido anual	21,9	35,0	13,9	
4. = 3. x 2.645 Costo de producto químico anual (Qs.)	58.000	93.000	37.000	188.000

De esta forma el consumo total anual de productos químicos es el total de los tres anteriores y será de 2.562.000 quetzales. De estos, en la actualidad, casi no se consume cal apagada, pero el alumbre y el cloro gasificado se están utilizando normalmente. De los datos de consumo de productos químicos en las instalaciones existentes, el consumo de alumbre en la actualidad supera el valor indicado en el cuadro y el cloro se consume en las mismas cantidades. Podemos decir que al final del proyecto, el costo adicional será por el consumo de cal apagada.

(iii) Mano de obra

Los costos de mano de obra al final del proyecto son los de un ingeniero eléctrico adicional y dos ingenieros mecánicos. El costo anual de la mano de obra aparece a continuación y es de aproximadamente 1.300.000 quetzales y el costo adicional de las personas contratadas adicionalmente será de unos 40.000 quetzales. Los datos utilizados corresponden a los salarios pagados por EMPAGUA en 1993.

Mano de obra empleada actualmente

De acuerdo a los datos de EMPAGUA :

$$83.110 \text{ Qs./mes} \times 14 \text{ meses} = 1.163.450 \text{ Qs. al año}$$

Aumento de costos por el aumento en el número de empleados

Eléctricista I : 1.040 Qs./mes x 14 meses = 14.560 Qs. al año

Mecánico I : 1.040 Qs./mes x 14 meses = 14.560 Qs. al año

Mecánico II : 800 Qs./mes x 14 meses = 11.200 Qs. al año

Total parcial 40.320 Qs. al año

Total 1.203.860 Qs. al año

(iv) Gastos generales del funcionamiento

De los resultados anteriores podemos hacer un cálculo de los gastos generales anuales por el funcionamiento de los 3 sistemas. En 1992 los resultados financieros de EMPAGUA (ver el material de referencia en el apéndice) muestran, además de los costos mencionados en los párrafos anteriores los costos de depreciación, los gastos generales, etc. De estos, el consumo eléctrico, el consumo de productos químicos y el costo de la mano de obra sumados componen el 76% de los gastos de funcionamiento. Por lo tanto podemos calcular los gastos de funcionamiento Q el total de los 3 costos por 0,76 como se describe en el cuadro 22.

Cuadro 22 Costos anuales de funcionamiento al final del Proyecto

	Total de costos de funcionamiento	Aumento con respecto a los costos actuales	Observaciones
Consumo eléctrico	9.937.000	119.000	1,2% del total del consumo eléctrico
Costo de productos químicos	2.562.000	1.538.000	Costo de la cal apagada
Mano de obra	1.204.000	40.300	Salarios del personal adicional
1. Total parcial	13.703.000	1.697.300	
Total de gastos de funcionamiento	18.030.000	2.233.000	1. + 0,76

Una vez finalizado el proyecto, el total de costos de funcionamiento será de unos 18.000.000 quetzales. Se calcula que el aumento con respecto a los costos actuales será de unos 2.200.000 quetzales.

(3) Ingresos adicionales por las nuevas instalaciones

De acuerdo a lo detallado en los párrafos anteriores es inevitable el aumento en los costos. Por otro lado, debido a que la recuperación del volumen de agua producida hace que aumenten los ingresos, se espera que mejore la situación financiera de EMPAGUA. De acuerdo al aumento en la producción de agua, se producirá el siguiente aumento en los ingresos.

Entre enero y julio de 1993 el volumen de agua producida promedio por día en los 3 sistemas fue de 54.500 m³ lo que da una producción anual de 19.892.500 m³ (=54.500 m³ por día x 365 días). Después de finalizado este proyecto, el volumen de producción diaria se supone que aumentará a 70.300 m³ por día y será de 25.660.000 m³ anuales (= 70.300 x 365 días). (Para un análisis más detallado, lea el "5.1 Resultados de las actividades"). A continuación calcularemos el ingreso por m³ de agua producida y el ingreso unitario.

(i) Ingresos por 1m³ de agua producida

En 1991 los ingresos totales de EMPAGUA fueron de 42.700.000 quetzales. De estos el ingreso por la venta de agua fue de 36.400.000 quetzales, correspondiendo al 85% del total de ingresos. Los ingresos adicionales fueron por la inscripción de nuevos consumidores, cobro de derechos por el uso de la tubería, etc. y se supone que aumentan junto con el aumento en las tarifas de agua anuales. Por lo tanto, si consideramos que la producción anual de EMPAGUA fue de 91.730.000 m³ el ingreso unitario fue de

$$\text{Costo por m}^3 \text{ de agua} = 42.700.000 : 91.700.000 = 0,465 \text{ Qs./m}^3$$

Sin embargo, debido a que las tarifas de agua fueron establecidas en agosto de 1992, podemos basarnos en los datos calculados como datos actuales. Si calculamos que por cada hogar consumidor hay 8 personas, el consumo promedio por persona diario es de 240 l. El consumo promedio mensual por hogar es de 58,6 m³/mes (0,24 m³/persona-día x 8 personas x 30,5 días). Con las tarifas vigentes en 1991 el consumo representaba un gasto por hogar de 30 quetzales. Sin embargo, con las tarifas actuales (ver el 3.2.2 Proyecto de administración de las obras) será de 46,9 quetzales (= 58,6 m³ x 0,8 Qs/m³) es decir, un aumento del 56%. Es decir, si al valor unitario por m³ le aplicamos el 56% de aumento obtendremos un valor actual de 0,73 quetzales.

(ii) Ingresos después del proyecto

Si calculamos el volumen de la producción después del proyecto por el valor unitario obtendremos el ingreso para el futuro que será de

- Cálculo de ingresos anuales: 25.660.000 m³ x 0,73 Qs./m³ = 18.731.800 Qs.
- Aumento de ingresos con respecto a la situación actual: (25.660.000 - 19.892.500) m³ x 0,73 Qs./m³ = 4.210.300 Qs.

(4) Estado de resultados al final del proyecto

De lo detallado en las páginas anteriores podemos calcular el estado de resultados comparando las salidas por gastos de funcionamiento y los ingresos por la venta de agua y añadiremos algunas palabras al respecto.

En los 3 sistemas, los ingresos superarán ligeramente los egresos. Al final del proyecto, los sistemas no afectarán la situación financiera de EMPAGUA por lo que los costos adicionales se pagarán por sí solos. Si comparamos los costos adicionales por la adquisición de nuevas instalaciones con los ingresos adicionales por el aumento de

agua tratada, el ingreso es mucho mayor. Esto hace que el proyecto sea muy favorable a los intereses de EMPAGUA.

3.4 Necesidad de la cooperación tecnológica

La autoridad encargada del proyecto por la parte guatemalteca es EMPAGUA, fundada en 1972, con 20 años de experiencia tecnológica en la administración del servicio de aguas, la toma de agua y sistema de tratamiento de agua. En los años 80, el deterioro de las condiciones económicas de la República de Guatemala desmejoró la estructura administrativa de EMPAGUA. En los últimos años se ha reforzado la administración con técnicos jóvenes en puestos relevantes, mejorando la estructura administrativa de la organización. Sin embargo, no hay suficiente capacitación técnica en EMPAGUA y desde el punto de vista financiero y de servicios al público hay muchos problemas pero gracias a la capacidad innovadora de los encargados en la planta se han podido solucionar los problemas con reparaciones y mejoras. En estas condiciones, no es demasiado importante la presencia de técnicos japoneses para la cooperación tecnológica.

Las 3 instalaciones objeto del presente proyecto dependen de la división de funcionamiento y están bajo un director de plantas. Cada una de las plantas tiene un jefe y personal bajo su mando. El único en planta con conocimientos especializados es el jefe de la planta. El personal debajo de él tiene funciones de mantenimiento general pero no a nivel administrativo o técnico. Están en condiciones de hacer funcionar las instalaciones y de hacer reparaciones menores. El mantenimiento del depósito de sedimentación por floculación que es uno de los más importantes no puede hacerse bien porque no se cuenta con los elementos necesarios para hacer las pruebas y el inyector está averiado. Los ensayos de jarras no se aplican para ajustar la dosificación de los productos químicos. La mayoría de los equipos tiene algún grado de averías y no se están utilizando completamente. La puesta en práctica del proyecto permitirá eliminar los inconvenientes en el funcionamiento y los problemas que había en ese momento en el funcionamiento de las instalaciones misma. Además de los dosificadores, se instalarán varios equipos nuevos para devolverle las especificaciones de diseño iniciales. Se espera una gran mejora en el servicio al público en general. Para ello, deberá mejorarse el nivel técnico de los funcionarios. Es uno de los resultados que esperamos que puedan obtenerse de este proyecto. EMPAGUA deberá seleccionar los técnicos que colaborarán en el Proyecto y que irán al Japón a recibir un curso de entrenamiento técnico. Esto permitirá utilizar el sistema en las mejores condiciones posibles.

El entrenamiento técnico en Japón del personal técnico de la República de Guatemala tiene por objeto la transferencia tecnológica de los conocimientos sobre las técnicas de administración del funcionamiento de las instalaciones de suministro de agua. El contenido del programa de entrenamiento técnico es el siguiente.

- (1) Personal que recibe entrenamiento: Personal responsable de la administración del funcionamiento de las plantas de tratamiento de agua y personal técnico a cargo de las mismas
- (2) Período de entrenamiento: Aproximadamente 2 meses
- (3) Contenido del entrenamiento:
 - Visita de instalaciones de suministro de agua en zonas autónomas locales
 - Entrenamiento sobre el estado del suministro de agua en Japón
 - Entrenamiento práctico en el funcionamiento de las instalaciones de una planta de tratamiento de agua
 - Visita de una planta de procesamiento del material de filtrado en Japón
 - Visita de instalaciones relacionadas al presente proyecto, etc.

3.5 Criterios básicos de la cooperación

En términos de la puesta en práctica del proyecto hemos estudiado los resultados, la aplicabilidad, la habilidad del país receptor para utilizar las instalaciones eficientemente y hemos llegado a la conclusión de que está dentro de los lineamientos de la Cooperación Financiera no Reembolsable y es conveniente su aprobación. Por lo tanto, teniendo como base la hipótesis de que la Cooperación Financiera no Reembolsable del Japón será ofrecida, se ha preparado un proyecto y se ha decidido poner en práctica el Diseño Básico. Sin embargo, el contenido del Proyecto tiene algunos cambios con respecto a la solicitud tal como hemos señalado en el "3.2.3 Elementos integrados en el Proyecto".

CAPITULO 4 DISEÑO BASICO

CAPITULO 4 DISEÑO BASICO

4.1 Criterios del diseño

Los criterios de diseño para el Diseño Básico del presente proyecto son los siguientes.

(i) Criterios sobre las condiciones naturales

La República de Guatemala se encuentra a 15° latitud norte y, teniendo en cuenta su latitud, se encuentra dentro de la zona tropical. Debido a que la zona en la que se localiza el proyecto, la ciudad de Guatemala se encuentra a 1.500 - 1.600 m sobre el nivel del mar, la temperatura anual promedio está en los 18,4 grados y no hay muchas variaciones a lo largo del año, por lo que su clima es agradable. Las estaciones se dividen en una estación de lluvias entre mayo y octubre y una estación seca de noviembre a abril. Las precipitaciones promedio son de 1.112 mm y el 94% de dicho valor se produce en la estación de lluvias.

La República de Guatemala ha sufrido constantemente los efectos de los terremotos. Históricamente se han dado varios casos de pérdidas considerables causadas por grandes terremotos. Entre los más representativos de este siglo están los de 1917 y 1976. Especialmente este último tuvo una magnitud de 7,5 y se dice que fue el mayor en la historia de Guatemala. Este terremoto destruyó un gran número de viviendas y creó una serie de grietas, provocando la muerte de unas 22.000 personas y 1.000.000 de heridos. Este terremoto afectó también uno de los depósitos de sedimentación de la planta de tratamiento de agua de Santa Luisa.

Las principales construcciones dentro de este proyecto corresponden a un tanque de filtrado en las plantas de El Cambray y Santa Luisa. Además se edificarán pequeñas construcciones. En el diseño de las construcciones se deberá tener en cuenta el hecho de que tengan que resistir los terremotos pero la construcción local, a pesar de la experiencia vivida, no existen normas de diseño específicas que regulen este problema. Por lo tanto utilizaremos como norma las de Tokio, que fueron diseñadas para resistir un terremoto de gran escala.

(ii) Criterios sobre las condiciones sociales

La ciudad de Guatemala que es donde se ubica el presente proyecto es la capital de la República de Guatemala. En 1991 su población era de 2.100.000 habitantes. Un quinto de la población total del país que asciende a unos 9.610.000 habitantes vive en la zona metropolitana. En los últimos años la emigración interna proveniente

de las ciudades del interior y del campo alcanzó a cifras que superaron las 200.000 personas al año. En las zonas periféricas de la ciudad se ha producido una ocupación caótica de las tierras, especialmente en las zonas que abastecen de agua potable las 3 plantas de tratamiento de agua objeto de este proyecto son las que tienen un crecimiento explosivo de la población, lo que da lugar a que la red de tuberías no dé abasto y su extensión no pueda realizarse con la suficiente rapidez. Esto provoca una falta en el suministro de agua y limitaciones en el consumo. EMPAGUA suministra, como promedio, 238 l por día por persona. En cambio, en las zonas cubiertas por los 3 sistemas de tratamiento de agua del proyecto, el promedio es de 158 l lo que muestra el desequilibrio importante que sufren dichas zonas. Esta situación ha hecho que la población salga a protestar por la falta de agua, existiendo una situación de malestar general. Por lo tanto, cuando el presente proyecto consiga devolver las 3 plantas de tratamiento de agua a sus niveles originales, podrá asegurarse un suministro estable de agua. Debido a que las 3 plantas están en funcionamiento, aunque se pueda justificar que es para mejorar su rendimiento, en la práctica no es posible suspender el suministro bajo ninguna circunstancia.

(iii) Criterios para la construcción

Los materiales de construcción disponibles en la República de Guatemala son la arena, hormigón, cemento y madera pero las vigas de hierro, el acero y el material de tuberías tiene que ser importado. La maquinaria en general y los artículos eléctricos son importados de los EE UU o de México y están en todos los comercios pero, según el tipo de producto, puede haber escasez y puede no ser posible comprar en grandes volúmenes. En el caso de maquinaria para la construcción, hay maquinaria que no es posible alquilar localmente. Por lo tanto, la maquinaria utilizada en este proyecto será de origen japonés o comprado en la República de Guatemala en el caso de productos de consumo general. Sin embargo, en el caso de maquinaria grande tales como las bombas de toma de agua existentes que habrá que cambiar, por razones de uniformidad en las operaciones de funcionamiento, mantenimiento y reparación, será conveniente comprar el mismo tipo de maquinaria y de la misma marca. Se puede aceptar en estos casos la compra de algunos instrumentos o maquinaria de otros países. En cuanto a los constructores locales, existen varias empresas importantes en la capital. También existen consultores calificados. Para las obras de este proyecto podrá recurrirse a dichas empresas constructoras como subcontratistas para los trabajos de construcción.

- (iv) Criterios sobre la capacidad de los organismos encargados del proyecto
EMPAGUA fue fundada en 1972 y durante estos 20 años ha estado suministrando agua a la ciudad capital de Guatemala. El nivel técnico de los ingenieros de EMPAGUA es alto y existe un elevado interés por mejorar el servicio de suministro del agua. En la planta, la única persona profesionalmente capacitada a nivel técnico es el jefe de planta y todo el resto del personal sólo trabaja en el funcionamiento y mantenimiento diarios y hace las reparaciones más básicas.

El contenido del presente proyecto es la rehabilitación de las instalaciones y la mayoría de las mismas siguen siendo las mismas, no cambiando tampoco el método de funcionamiento. Sin embargo, debido a que ya no hay más averías y roturas que impedian utilizar todas las funciones de la planta, a partir de ahora será necesario saber utilizar las instalaciones eficientemente. Es especialmente cierto en el caso de la etapa de sedimentación por floculación en la que se debe pasar del uso actual de la inyección de productos químicos completamente al azar a un método más técnico en el que se hace una inyección de una solución con un volumen científicamente determinado como el ideal. Es la primera vez que EMPAGUA utiliza una instalación de este tipo. Por lo tanto, dentro del proyecto está prevista la asistencia tecnológica para entrenar al personal encargado del mantenimiento de la planta, para completar la transferencia tecnológica.

- (v) Criterios a nivel de contenido y servicio de las instalaciones del plan
El contenido del presente plan es la rehabilitación de los 3 sistemas de tratamiento de agua existentes y no se trata de modificar la capacidad de las instalaciones existentes o de cambiar las especificaciones de diseño. Sin embargo, debido a que la mayoría de las instalaciones han sido construidas hace 25 a 50 años, y han habido cambios en la calidad del agua cruda, hay diferencias entre las condiciones en las que se hizo el diseño y la actualidad. Hay situaciones en las que los equipos utilizados actualmente no pueden purificar correctamente el agua. En consecuencia, como resultado del estudio del funcionamiento de las instalaciones existentes, se ha decidido introducir las siguientes mejoras.

- (a) Cambio en el método de inyección de los productos químicos
Se utilizan dos tipos: alumbre y cal apagada y se ha cambiado a un método de inyección de solución líquida. Esto facilita el ajuste de la cantidad de acuerdo a la turbiedad del agua cruda.

- (b) Cambio del método del tanque de filtrado
Tanto en la planta de Santa Luisa como la de El Cambray se piensa cambiar el método del tanque de filtrado de tipo presión herméticamente cerrado a uno de tipo tanque de filtrado por la fuerza de la gravedad abierto. Esto permite mejorar la eficiencia del filtrado y mejora el funcionamiento.
 - (c) Construcción del dispositivo de centrifugado de arena (Planta de toma de agua de El Atlántico)
Es posible su construcción en el poco espacio disponible eliminando una buena parte de la arena. El depósito de sedimentación de arena existente no era muy efectivo. La bomba elevadora se desgastaba rápidamente por la fricción y era necesario parar frecuentemente la toma de agua por la excesiva turbiedad del agua cruda. Este problema se verá considerablemente aliviado.
 - (d) Instalación de un generador eléctrico para emergencias
Permite continuar el funcionamiento de los inyectores de productos químicos y del desinfectado por cloro y la iluminación nocturna. Mejora las posibilidades de mantenimiento y vigilancia de la planta.
- (vi) Criterios para las obras
- Los 3 sistemas de tratamiento de agua que son objeto del presente proyecto tienen fuentes de agua, instalaciones y zonas de suministro que son independientes entre sí y la administración de cada una de ellas también se realiza independientemente. El orden de prioridad de los trabajos de construcción ha sido discutido con la parte guatemalteca y se ha decidido que sea (1) Las Ilusiones, (2) Santa Luisa y (3) El Cambray. Las obras para el presente proyecto se realizarán en este orden y los trabajos de rehabilitación de cada sistema durarán cada uno de ellos 1 año, es decir, 3 años en total hasta su terminación.

Durante el progreso de las obras es inevitable que se produzca cierto descenso en la eficacia del procesamiento del agua pero debido a que no hay sustitutos en las zonas a las que se suministra el agua, no es posible parar el funcionamiento durante mucho tiempo porque influiría demasiado en el suministro. Será inevitable la realización de las obras mientras se sigue realizando el suministro con las instalaciones existentes. Este problema tendrá que ser tenido en cuenta a la hora de hacer los cálculos del calendario de obras.

4.2 Análisis de las condiciones del diseño

4.2.1 Principios del diseño

La República de Guatemala no tiene normas de diseño para las instalaciones de suministro de agua. Por lo tanto, la mayoría de los trabajos de diseño utilizan las normas de diseño que se utilizan en los EE. UU. Tampoco no tiene normas de diseño para las instituciones de tratamiento de agua. Se realizan los trabajos de diseño a base de conocimientos propios y experiencias de cada diseñador. Para el trabajo del presente Diseño Básico se utilizarán las siguientes normas.

- Supervisión del Ministerio de Sanidad y Seguridad Social (Criterios para el diseño de las instalaciones de suministro de agua•Interpretación) Asociación de Suministro de Agua del Japón
- Normas para el diseño estructural básico de la construcción•Instrucciones Asociación de la Construcción del Japón
- Documentos interpretativos de las normas de cemento Asociación de Ingenieros del Japón
- Normas de JIS, JEM, etc.

4.2.2 Definición de la capacidad de las obras

El presente proyecto, tal como fue descrito en la sección "3.2.3 Elementos integrados en el Proyecto" los trabajos de rehabilitación de cada una de las instalaciones existentes tienen por objeto recobrar la capacidad diseñada de cada uno de los sistemas de tratamiento del agua. La capacidad de diseño para cada sistema es la siguiente.

Cuadro 23 Instalaciones incluidas en el proyecto y dimensiones del proyecto

Sistema	Volumen de tratamiento de agua
Las Ilusiones	25.000 m ³ /día
Santa Luisa	40.000 m ³ /día
El Cambray	16.000 m ³ /día

4.3 Diseño básico

El presente proyecto tiene por objetivo la rehabilitación de las instalaciones existentes, su contenido principal es el cambio o reparación de las instalaciones existentes. Por lo tanto, en muchos casos se tratará de cambiar los equipos por otros de las mismas especificaciones que los existentes y accesorios del mismo tipo que antes, pero en el caso de que las instalaciones existentes puedan presentar problemas de funcionamiento en el futuro se instalarán accesorios totalmente nuevos, mejorando las funciones de las instalaciones existentes. En algunos casos se construirán instalaciones completamente nuevas. Los equipos que se rehabilitarán en los 3 sistemas que componen el presente proyecto aparecen en el cuadro 24 y los que aparecen con un círculo ○ se cambiarán por otros de las mismas especificaciones; en aquéllas que tienen un ● se mejorará el contenido de las instalaciones existentes y aquéllos que tienen un ⊙ son construcciones totalmente nuevas. En cuanto a los equipos eléctricos, se instalarán en la medida que sean necesarios como soporte de las máquinas instaladas, manteniéndose al mínimo las reparaciones de los equipos eléctricos existentes.

Cuadro 24 Equipos para el mejoramiento de cada sistema

Nombre del equipo	Las Ilusiones	Santa Luisa	El Cambray
Equipo de toma de agua	○⊙	—	○
Depósito de formación de flóculos	—	●	●
Depósito de sedimentación	○	○	○
Tanque de filtrado	○	⊙	⊙
Dosificador de productos químicos	⊙	⊙	⊙
Equipos de medición	○	⊙	⊙
Instalaciones eléctricas	○	○	○
Equipos de suministro de agua en la planta	○	—	○
Equipos de laboratorio para análisis del agua	⊙	⊙	⊙

De los equipos marcados con ⊙ los dispositivos nuevos que se adquirirán serán los siguientes.

- Dispositivo de centrifugado de la arena de la planta de toma de agua de El Atlántico (Sistema Las Ilusiones)
Efectividad : Elimina la arena arrastrada por el agua cruda del río, evita que se desgaste la bomba de elevación de agua por la fricción de la arena. Elimina parte de la turbiedad del agua y permite hacer una toma de agua más estable.

- Dosificador de productos químicos con el método de inyección de soluciones líquidas (en los 3 sistemas)
Efectividad : Favorece la sedimentación de los flóculos de acuerdo a la calidad del agua cruda.
- Tanque de filtrado por gravedad abierto (en los 2 sistemas de Santa Luisa y El Cambray)
Efectividad : Mejora la facilidad de funcionamiento.
- Medidor de volumen de agua por ultrasonidos (en los 3 sistemas)
Efectividad : Mide el volumen de flujo del agua cruda y del volumen de impulsión del agua tratada.
- Equipos de laboratorio para análisis del agua (en los 3 sistemas)
Efectividad : Es necesario para determinar el volumen de inyección de coagulantes de acuerdo a la turbiedad del agua cruda.

Los equipos de laboratorio para análisis del agua se consideran compra de materiales y se instalarán en el laboratorio de análisis de calidad del agua.

Los cuadros 25 en las páginas siguientes resumen los trabajos de rehabilitación determinados para el presente proyecto de acuerdo a los resultados del Diseño Básico. El Diseño Básico para las instalaciones de cada sistema aparecerán en las siguientes páginas.

Cuadro 25-1 Contenido de las rehabilitaciones del sistema de Las Ilusiones (1/3)

No	Nombre de la obra	Equipo	Especificaciones	Cantidad	Observaciones
1	Equipo de toma de agua				
1.1	Cambio de la bomba de la toma de agua	Bomba de toma de agua	Bomba de flujo vertical 5,86m ³ /min. x 448m x 800CV	2	
		Medidor de presión	0~700mAq	2	
		Material de tubería	STGP	1	
1.2	Cambio de accesorios de instalación de la campana de aire	Medidor de presión	0~700mAq	1	
		Indicador de nivel	Resistencia a la presión 700mAq x Distancia entre caras 700mm	1 div.	
1.3	Cambio del compresor	Compresor	Compresor recíproco de apertura y cierre automático por presión 620 lit./min. x 50kg.f/cm ² x 15kw	2	1 de reserva en depósito
1.4	Construcción del equipo de centrifugado de arena	Medidor de presión	0~70kg.f/cm ²	2	
		Dispositivo de centrifugado de arena	Centrifugado, ø 6m x 8,3mH	2 div.	
2	Instalaciones del depósito de sedimentación por floculación				
2.1	Cambio del equipo generador de pulsación	Bomba de vacío	Roots, 10 m ³ /min. x -1.000mmAq x 2,2kw	3	
		Medidor de presión	0~2.000mmAq	3	
		Válvula de eliminación de vacío	Tipo apertura y cierre electromagnético ø 100	4	
		Material de tubería	SGP-W	1	
		Interruptor de nivel	Interruptor de nivel de tipo microinterruptor	2	
		Rehabilitación básica		1	
2.2	Cambio del compresor	Compresor	Compresor recíproco de apertura y cierre automático por presión 150 lit./min. x 4 kgf/cm ² x 1,5kw	2	
		Medidor de presión	0~10kg.f/cm ²	2	
		DEshumedectador	Tipo enfriado por agua 150lit./min.	1 div.	
		Material de tubería	SGP-W	1	
		Rehabilitación básica		1	
2.3	Cambio de la bomba de recuperación de agua de eliminación de residuos	Bomba de recuperación de agua de eliminación de residuos	Bomba sumergida 1,0m ³ /min. x 12m x 5,5kw	2	
		Medidor de presión	0~20mAq	2	
		Válvula de retención	ø 80	2	
		Válvula de expulsión	Válvula de desagüe manual de rosca externa, ø 80	2	
		Material de tubería	SGP-W	1	
3	Instalaciones de filtrado				
3.1	Cambio de la válvula de entrada de flujo	Válvula de entrada de flujo	Válvula de retención para admisión 630mm (Long.) x 360mm (An.)	8	
	Cambio de la CAJA P	CAJA P	Cambio de empaquetadura selladora ø de boca 50, ø de flotador 400	4 div.	
3.2	Cambio de las toberas de acumulación de agua	Tobera	Tobera de plástico de caño largo	2 2.600	Reserva en depósito
3.3	Cambio del filtrado	Material de filtrado	Diám. de grano 0,9 - 1,0mm valor de uniformidad 1,7, espesor 900mm	para 4 dep. 2	168m ³
3.4	Cambio de la bomba de recuperación de agua de contra-lavado	Bomba de recuperación de agua de contra-lavado	Bomba sumergida 0,9m ³ /min. x 16m x 5,5kw	2	
		Medidor de presión	0~20mAq	2	
		Válvula de retención	ø 100	2	
		Válvula de expulsión	Válvula de desagüe manual de rosca externa, ø 100	1	
		Material de tubería	SGP-W	1	
		Soporte	Acero		

Cuadro 25-2 Contenido de las rehabilitaciones del sistema de Las Ilusiones (2/3)

No.	Nombre de la obra	Equipo	Especificaciones	Cantidad	Observaciones
4	Dosificador de productos químicos				
4.1	Inyector de alumbre			1	
4.1.1	Eliminación de instalación existente				
4.1.2	Instalación de tanque de alumbre	Tanque de alumbre	Hormigón 6,5m ³	2 div.	
4.1.3	Instalación de batidora	Batidora	Vertical 1,5kw	2 div.	
		Soporte	Acero	2	
4.1.4	Instalación de bomba de alumbre	Bomba de alumbre	Bomba magnética 50 lit./min x 20mAq x 1,5kw	2	
		Medidor de presión	0-30mAq	2	
		Material de tubería	Policloruro de vinilo ø 25	1	
4.1.5	Instalación de recipiente de inyección de volumen fijo	Recipiente de inyección de volumen fijo	Acero inoxidable	1 div.	
		Medidor de rotor	0-30lit./min.	1	
		Material de tubería	Policloruro de vinilo	1	
4.2	Instalación de inyector de cal apagada				
4.2.1	Eliminación de instalación existente			1	
4.2.2	Instalación de tanque de cal apagada	Tanque de cal apagada	Hormigón 5,0m ³	2 div.	
4.2.3	Instalación de batidora	Batidora	Vertical 1,5 kw, acero con soporte	2 div.	
4.2.4	Instalación de bomba de cal apagada	Bomba de cal apagada	Bomba por lechada abrasivo-resistente 200l/minx20mx3,7kw	2	
		Medidor de presión	0-30mAq	2	
		Material de tubería	Policloruro de vinilo ø 50	1	
4.2.5	Alimentador de cal apagada	Alimentador de cal apagada	Alimentador rotatorio de solución 0,6~20,0lit./min.	1 div.	
		Soporte	Acero	1	
		Material de tubería	Policloruro de vinilo	1	
4.3	Instalación del inyector de cloro				
4.3.1	Cambio del inyector de cloro	Ajustador de vacío	Directo 10kg/hora	2 div.	1 de reserva en depósito
		Medidor de centrifugado (pre-cloración)	10kg/hora	1 div.	
		Medidor de centrifugado (post-cloración)	10kg/hora	1 div.	
		Eyector (pre-cloración)	10kg/hora	1 div.	
		Eyector (post-cloración)	10kg/hora	1 div.	
4.3.2	Cambio de la bomba de suministro de agua	Bomba de suministro de agua	Bomba circulante de flujo horizontal 200 lit./min.x 40m x 3,7 kw	2	
		Medidor de presión	0-60mAq/cm ²	2	
		Válvula de pie	ø 50	2	
		Válvula de retención	ø 40	2	
		Válvula de salida por aspiración	Válvula esférica ø 40	2	
4.3.3	Cambio de la tubería	Material de tubería	SGP-W	1	
5	Instalación de medidores				
5.1	Cambio del medidor de flujo de agua cruda	Medidor de caudal	Tipo ultrasonido 1.050m ³ /hora, ø 500	1 div.	
		Material de tubería para medidor de caudal	DCIP ø 500	1	
		Pozo	Hormigón	1	
5.2	Cambio del medidor de flujo de agua tratada	Medidor de caudal	Tipo ultrasonido 1.050m ³ /hora, ø 500	1 div.	
		Material de tubería para medidor de caudal	DCIP ø 500	1	
		Pozo	Hormigón	1	

Cuadro 25-3 Contenido de las rehabilitaciones del sistema de Las Ilusiones (3/3)

No.	Nombre de la obra	Equipo	Especificaciones	Cantidad	Observaciones
6	Instalación eléctrica				
6.1	Instalación de transformador	Transformador	13,2kw/460v trifásico 150kVA	1	
6.2	Instalación de transformador para la iluminación	Transformador para la iluminación	Tipo autoestable interior (460v/240-120v, transformador incorporado)	1	
6.3	Instalación de tablero de circuitos eléctricos	Tablero de circuitos eléctricos	Tipo autoestable interior	1	
6.4	Cambio del tablero de controles	Tablero de la bomba de recuperación de agua de la eliminación de residuos	Tipo autoestable exterior	1	
		Tablero de la bomba de recuperación de agua de contra-lavado	Tipo autoestable exterior	1	
		Tablero de compresor	Tipo autoestable interior	1	
		Tablero del inyector de alumbre	Tipo autoestable interior	1	
		Tablero del inyector de cal apagada	Tipo autoestable interior	1	
		Tablero de la bomba de suministro de agua con cloro	Tipo autoestable interior	1	
		Tablero de la bomba de suministro de agua en planta	Tipo autoestable exterior	1	
6.5	Instalación del tablero de medidores	Tablero de medidores	Tipo autoestable interior	1	
6.6	Instalación del generador propio	Generador diesel	Trifásico 460V 80kVA	1	
		Tablero de conmutadores	Tipo autoestable interior	1	
6.7	Instalación de sala de electricidad	Tinglado	Hormigón 10m x 6m x 4m	1	Transformador, generador, tablero de circuitos eléctricos
6.8	Instalación eléctrica de toma de agua	Tablero de control de la bomba de toma de agua	Tipo autoestable interior	2	
		Tablero de control exterior de la bomba de toma de agua	Tipo autoestable exterior	2	
		Tablero de interruptores	Tipo autoestable interior (4.160v/240, transformador incorporado)	1	
		Tablero de control	Tipo autoestable interior	1	
		Tablero de medidores	Tipo autoestable interior	1	
		Tablero de compresor	Tipo autoestable interior	1	
		Tablero de bombas de eliminación de arena	Tipo autoestable exterior	1	
7	Otros				
7.1	Cambio de la bomba de suministro de agua en planta	Bomba de suministro de agua en planta	Bomba de circulación de flujo horizontal 1,0m ³ /min. x 30 x 11kw	2	
		Medidor de presión	0-50mAq	2	
		Válvula de retención	ø 100	2 div.	
		Válvula de salida por aspiración/succión	Válvula de desagüe manual de rosca externa, ø 100	4 div.	
8	Compra de materiales				
8.1	Compra de equipos de laboratorio de análisis	Ensayo de jarras	Verificación simultánea de 6 ensayos	1	
		Medidor de turbiedad	Método medición de difusión de luz	1	
		Medidor de pH	Indicación digital	1	
		Medidor de cloro residual	Medidor de determinación	1	
		Medidor de coloración	Metodo de medición de difusión de luz	1	
		Probetas y tubos de vidrio		1	
		Medidor de determinación de la alcalinidad		1	
		Estantes		1	

Cuadro 25-4 Contenido de las rehabilitaciones del sistema de Santa Luisa (1/3)

No.	Nombre de la obra	Equipo	Especificaciones	Cantidad	Observaciones
1	Instalación del depósito de floculación				
1.1	Rehabilitación del dispositivo de inyección y mezcla	Dispositivo de mejora de inyección y mezcla		1	
2	Instalación del depósito de sedimentación				
2.1	Cambio de la placa oscilante del depósito de sedimentación II	Placa oscilante	Flujo hacia arriba, material policloruro de vinilo Método de placa oscilante (1 placa) 740mm (Long.) x 740mm (An.)	2.385	
3	Instalaciones de filtrado				
3.1	Instalaciones del tanque de filtrado		Hormigón, procesamiento de 40.000m ³ /día	1	
3.2	Instalación de piezas del tanque de filtrado	Vertedero de entrada de flujo Transferencia del agua de contra-lavado Material de filtrado Material de soporte Dispositivo de acumulación de agua inferior Dispositivo de bifurcación de aire	Hormigón Hormigón Granos: 0,9~1,0mm, espesor de capa 900mm Tipo embudo (tobera de acumulación) Tubería SUS	para 10 dep. para 10 dep. para 10 dep. para 10 dep. para 10 dep.	260 m ³
3.3	Instalación de la bomba de contra-lavado	Bomba de agua de contra-lavado Medidor de presión Válvula de retención Válvula de succión/válvula de salida por aspiración	Bomba de flujo horizontal 8,6m ³ /min. x 15mAqx 37kw 0~30mAq ø 250 Válvula de drenaje de rosca manual ø 250	2 2 2 div. 4 div.	
3.4	Instalación del soplador de contra-lavado	Material de tubería Soplador de contra-lavado Medidor de presión Válvula de retención Válvula de salida de aspiración	SGP-W Roots, 26 m ³ /min. x 0,4 kg.f/cm ² x 37 kw 0~1kg.f/cm ² ø 150 Válvula de drenaje de rosca manual ø 150	1 2 2 2 div. 2 div.	
3.5	Instalación de la tubería de conexiones y válvulas	Material de tubería Válvula de entrada de flujo Válvula de agua tratada Válvula de admisión de aire Válvula de admisión de agua de contra-lavado Válvula de agua de contra-lavado Válvula de drenaje de canalización de entrada Válvula de desagüe Válvula de desagüe de la canalización de agua tratada Válvula de tubería principal de agua de contra-lavado (pequeña) Válvula de tubería principal de agua de contra-lavado (grande)	SGP-W Válvula de fondo manual ø 300 Válvula de mariposa manual ø 200 Válvula de mariposa manual ø 150 Válvula de mariposa manual ø 250 Válvula de mariposa manual ø 400 Válvula de fondo manual ø 150 Válvula de mariposa manual ø 150 Válvula de mariposa manual ø 150 Válvula de mariposa manual ø 150 Válvula de mariposa manual ø 250	1 10 div. 10 div. 10 div. 10 div. 10 div. 2 div. 10 div. 1 div. 1 div. 1 div.	
3.6	Cambio de la bomba de recuperación de contra-lavado	Material de tubería Bomba de recuperación de agua de contra-lavado Medidor de presión Válvula de retención Válvula de salida por aspiración Material de tubería	SGP-W Bomba sumergida 2,51 m ³ /min. x 22mAq x 22 kw 0~30mAq ø 150 Válvula de desagüe manual de rosca externa, ø 150 SGP-W	1 2 2 2 div. 2 div. 1	

Cuadro 25-5 Contenido de las rehabilitaciones del sistema de Santa Luisa (2/3)

No.	Nombre de la obra	Equipo	Especificaciones	Cantidad	Observaciones
4	Dosificador de productos químicos				
4.1	Instalación de inyector de alumbre				
4.1.1	Eliminación de instalaciones existentes			1	
4.1.2	Instalación del tanque de alumbre	Tanque de alumbre	Hormigón 6,5m ³	2 div.	
4.1.3	Instalación de batidora	Batidora Soporte	Vertical 1,5kw Acero	2 div. 2	
4.1.4	Instalación de bomba de alumbre	Bomba de alumbre Medidor de presión Válvulas y tubería	Bomba magnética 50 lit./min x 20mAq x 1,5kw 0~30mAq Policloruro de vinilo ø 25	2 2 1	
4.1.5	Instalación de recipiente de inyección de volumen fijo	Recipiente de inyección de volumen fijo Medidor de rotor Material de tubería	Acero inoxidable 0~20 lit./min. Policloruro de vinilo	1 div. 1 1	
4.2	Instalación de inyector de cal apagada				
4.2.1	Eliminación de instalación existente			1	
4.2.2	Instalación del tanque de cal apagada	Tanque de cal apagada	Cemento 5,0m ³	2 div.	
4.2.3	Instalación de batidora	Batidora Soporte	Vertical 1,5 kw Acero	2 div. 2	
4.2.4	Instalación de bomba de cal apagada	Bomba de cal apagada Medidor de presión Válvulas y tubería	Bomba de lechada abrasivo-resistente 200 l/min. x20mx3,7kw 0~30mAq Policloruro de vinilo ø 50	2 2 1	
4.2.5	Alimentador de cal apagada	Alimentador de cal apagada Material de tubería	Alimentador rotatorio de solución 0,6~30,0lit./min. Policloruro de vinilo	1 div. 1	
4.3	Instalación del inyector de cloro				
4.3.1	Instalación de la sala de cloro	Sala de cloro	Edificio de 1 piso	1	
4.3.2	Instalación del dispositivo colgante	Grúa Soporte de grúa	Gancho de iza manual con riel engranado 2.000 kg Viga en I	1 div. 1	
4.3.3	Instalación del clorinador	Equipo de ajuste de vacío Medidor de centrifugado (pre-cloración) Medidor de centrifugado (post-cloración) Eyector (pre-cloración) Eyector (post-cloración)	Directo 10kg/hora 10kg/hora 10kg/hora 10kg/hora	3 div. 1 div. 1 div. 1 div.	1 de reserva en depósito
4.3.4	Instalación de la bomba de suministro de agua	Bomba de suministro de agua (pre-cloración) Medidor de presión Válvula de pie Válvula de salida por aspiración/succión Bomba de suministro de agua (post-cloración) Medidor de presión Válvula de retención Válvula de salida por aspiración/succión	Bomba circulante de flujo horizontal 100 l/min. x 40m x 3,7kw 0~60mAq ø 40 Válvula de desagüe manual de rosca externa, ø40, ø50 Bomba circulante de flujo horizontal 100 l/min. x 40m x 3,7kw 0~60mAq ø 40 Válvula de desagüe manual de rosca externa, ø40, ø50	2 2 2 4 2 2 2 4	
4.3.5	Instalación de la tubería	Material de tubería	SGP-W	1	

Cuadro 25-6 Contenido de las rehabilitaciones del sistema de Santa Luisa (3/3)

No.	Nombre de la obra	Equipo	Especificaciones	Cantidad	Observaciones
5	Instalación de medidores				
5.1	Instalación del medidor de nivel/depósito de agua tratada	Medidor de nivel	Medidor de nivel con flotador mecánico 0-5 mH	2 div.	
5.2	Instalación del medidor de caudal de agua procesada	Medidor de caudal Pozo	Tipo ultrasonido 1.667 m ³ /hora, ø 600 Hormigón	2 div. 2	
6	Instalación eléctrica				
6.1	Instalación de transformador	Transformador	13,2 kw/460v trifásico 200 kvA	1	
6.2	Instalación de transformador para la iluminación	Instalación de transformador para la iluminación	Tipo autoestable interior (con transformador de 460V/240-120V)	1	
6.3	Instalación de tablero de circuitos eléctricos	Tablero de circuitos eléctricos	Tipo autoestable interior (con transformador de 460V/240V)	1	
6.4	Cambio del tablero de controles	Tablero del soplador de contra-lavado	Tipo autoestable interior	1	
		Tablero de la bomba de recuperación de agua de contra-lavado	Tipo autoestable exterior	1	
		Tablero del inyector de alumbre	Tipo autoestable interior	1	
		Tablero del inyector de cal apagada	Tipo autoestable interior	1	
		Tablero de la bomba de suministro de agua con cloro	Tipo autoestable interior	1	
		Tablero de la bomba de agua de contra-lavado	Tipo autoestable interior	1	
6.5	Instalación del tablero de medidores	Tablero de medidores	Tipo autoestable interior	1	
6.6	Instalación del generador propio	Generador diesel	Trifásico 460 V 80 kvA	1	
		Tablero de conmutadores	Tipo autoestable interior	1	
6.7	Instalación de sala de electricidad	Con techo	Hormigón 10 m x 6 m x 4 m (Al.)	1	
7	Compra de materiales				
7.1	Compra de equipos de laboratorio de análisis	Ensayo de jarras	Verificación simultánea de 6 ensayos	1	
		Medidor de turbiedad	Método medición de difusión de luz	1	
		Medidor de pH	Indicación digital	1	
		Medidor de cloro residual	Medidor de determinación	1	
		Medidor de coloración	Método de medición de difusión de luz	1	
		Probetas y tubos de vidrio		1	
		Medidor de determinación de alcalinidad		1	
		Estantes		1	

Cuadro 25-7 Contenido de las rehabilitaciones del sistema de El Cambray (1/3)

No.	Nombre de la obra	Equipo	Especificaciones	Cantidad	Observaciones
1	Equipo de toma de agua (Hincapié)				
1.1	Cambio de la bomba de la toma de agua	Bomba de toma de agua	Bomba de flujo vertical 1,975m ³ /min.x330mx220CV	2	
		Medidor de presión	0-500mAq	2	
		Material de tubería	STGP	1	
1.2	Cambio de accesorios de instalación de la campana de aire	Medidor de presión	0-500mAq	1	
		Medidor de superficie de líquido	Resistencia a la presión 500mAq x Superficie 700mm	1 div.	
1.3	Cambio del compresor	Compresor	Compresor recíproco de apertura y cierre automático por presión 400 l/min. x 50kg.f/cm ² x 3,7kw	2	1 de reserva en depósito
		Medidor de presión	0-70kg.f/cm ²	2	
2	Instalación del pozo de recepción, depósito de floculación				
2.1	Mejora de dispositivo de inyección y mezcla	Dispositivo de mejora de inyección y mezcla		1	
3	Instalación del depósito de sedimentación				
3.1	Cambio de la válvula de eliminación de residuos del depósito de sedimentación III	Válvula de eliminación de residuos	Válvula de desagüe manual de rosca externa, ø 300	1 div.	
		Material de tubería	DCIP	1	
		Pozo	Hormigón	1	
4	Instalación de filtrado				
4.1	Instalación del tanque de filtrado		Hormigón, procesamiento de 16.000m ³ /día	1	
4.2	Instalación de piezas del tanque de filtrado	Vertedero en la entrada de flujo	Hormigón	para 6 dep.	
		Tolva de agua de contra-lavado	Hormigón	para 6 dep.	
		Material de filtrado	Diám. de grano 0,9~1,0 mm, espesor 900 mm	para 6 dep.	132 m ³
		Material de soporte		para 6 dep.	
		Dispositivo de acumulación de agua inferior	Tipo embudo (tobera de acumulación de agua)	para 6 dep.	
		Dispositivo de bifurcación de aire	Tubería de SUS	para 6 dep.	
4.3	Instalación de la bomba de agua de contra-lavado	Bomba de contra-lavado	Bomba de flujo horizontal, 8,6m ³ /min.x15mAqx37kw	2	
		Medidor de presión	0-30mAq	2	
		Válvula de retención	ø 250	2 div.	
		Válvula de salida de aspiración/succión	Válvula de desagüe manual de rosca externa, ø 250	4 div.	
		Material de tubería	SGP-W	1	
4.4	Instalación del bloque de contra-lavado	Soplador de contra-lavado	Rafz 22m ³ /min. x 0,4 kg.f/cm ² x 37 kw	2	
		Medidor de presión	0-1kg.f/cm ²	2	
		Válvula de retención	ø 150	2 div.	
		Válvula de salida de succión	Válvula de desagüe manual de rosca externa, ø 150	2 div.	
4.5	Instalación de válvula, tubería de conexiones	Material de tubería	SGP-W	1	
		Válvula de entrada de flujo	Válvula de fondo plano manual ø 250	6 div.	
		Válvula de agua tratada	Válvula de mariposa manual ø 200	6 div.	
		Válvula de entrada de flujo de aire	Válvula de mariposa manual ø 150	6 div.	
		Válvula de entrada de flujo de agua para contra-lavado	Válvula de mariposa manual ø 250	6 div.	
		Válvula de agua para contra-lavado	Válvula de mariposa manual ø 400	6 div.	
		Válvula de desagüe de canal de flujo de agua	Válvula de fondo plano manual ø 150	2 div.	
		Válvula de drenaje	Válvula de mariposa manual ø 150	6 div.	
		Válvula de desagüe de canal de agua tratada	Válvula de mariposa manual ø 150	1 div.	
		Válvula de tubo principal de agua de contra-lavado (pequeña)	Válvula de mariposa manual ø 150	1 div.	

Cuadro 25-8 Contenido de las rehabilitaciones del sistema de El Cambray (2/3)

No.	Nombre de la obra	Equipo	Especificaciones	Cantidad	Observaciones
4.6	Cambio de la bomba de recuperación de agua de contra-lavado	Válvula de tubo principal de agua de contra-lavado (grande)	Válvula de mariposa manual ϕ 250	1 div.	
		Material de tubería	SGP-W	1	
		Bomba de recuperación de agua de contra-lavado	Bomba sumergida 0,73m ³ /min. 35m x 15kw	2	
		Medidor de presión	0~50mAq	2	
		Válvula de retención	ϕ 100	2 div.	
		Válvula de salida de aspiración	Válvula de desagüe manual de rosca externa, ϕ 100	2 div.	
		Material de tubería	SGP-W	1	
5	Dosificador de productos químicos				
5.1	Inyector de alumbre			1	
5.1.1	Eliminación de instalación existente				
5.1.2	Instalación de tanque de alumbre	Tanque de alumbre	Hormigón 5,0 m ³	2 div.	
5.1.3	Instalación de batidora	Batidora	Vertical 1,5 kw	2 div.	
5.1.4	Instalación de bomba de alumbre	Bomba de alumbre	Bomba magnética 50 l/min. x 20mAq x 1,5kw	2	
		Medidor de presión	0~30mAq	2	
5.1.5	Instalación de recipiente de inyección de volumen fijo	Tubería	Policloruro de vinilo ϕ 25	1	
		Recipiente de inyección de volumen fijo	Acero inoxidable	1 div.	
		Medidor de rotor	0,5~15 l/min.	1	
		Válvula y material de tubería	Policloruro de vinilo	1	
5.2	Instalación de inyector de cal apagada				
	Instalación de tanque de cal apagada	Tanque de cal apagada	Hormigón 4,0 m ³	2 div.	
5.2.1	Instalación de batidora	Batidora	Vertical 1,5 kw	2 div.	
5.2.2	Instalación de bomba de cal apagada	Bomba de cal apagada	Bomba por lechada abrasivo-resistente 200 l/min. x 20m x 3,7kw	2	
		Medidor de presión	0~30mAq	2	
		Válvula y material de tubería	Diám. 50, tipo oscilante de policloruro de vinilo	2	
5.2.3	Alimentador de cal apagada	Alimentador de cal apagada	Alimentador rotatorio de solución 0,4~16,0 l/min.	1 div.	
		Material de tubería	Policloruro de vinilo	1	
5.3	Instalación del inyector de cloro				
5.3.1	Instalación de la sala de cloro	Sala de cloro	Edificio de 1 piso	1	
5.3.2	Instalación del dispositivo colgante	Grúa	Gancho de iza manual con riel engranado 2.000 kg	1 div.	
		Soporte de grúa	Viga en I	1	
5.3.3	Instalación del inyector de cloro	Ajustador de vacío	Directo 10 kg/hora	2 div.	1 de reserva en depósito
		Medidor de centrifugado (pre-cloración)	4 kg/hora	1 div.	
		Medidor de centrifugado (post-cloración)	4 kg/hora	1 div.	
		Eyector (pre-cloración)	4 kg/hora	1 div.	
		Eyector (post-cloración)	4 kg/hora	1 div.	
5.3.4	Instalación de la bomba de suministro de agua	Bomba de suministro de agua	Bomba circulante de flujo horizontal 100 l/min. x 40m x 3,7kw	2	
		Medidor de presión	0~60mAq	2	
		Válvula de retención	ϕ 40	2	
		Válvula de salida por aspiración/succión	Válvula de desagüe manual de rosca externa, ϕ 40, ϕ 50	4	
		Material de tubería	SGP-W	1	

Cuadro 25-9 Contenido de las rehabilitaciones del sistema de El Cambray (3/3)

No.	Nombre de la obra	Equipo	Especificaciones	Cantidad	Observaciones	
6	Instalación de medidores					
6.1	Instalación del medidor de nivel del depósito de agua tratada	Medidor de nivel	Medidor de nivel con flotador mecánico 0~5 mH	2 div.		
6.2	Instalación del medidor de caudal de agua procesada	Medidor de caudal Pozo	Tipo ultrasonido 670m ³ /hora, ø 350 Hormigón	2 div.		
6.3	Instalación del medidor de caudal de toma de agua	Medidor de caudal de agua distribuida	Tipo ultrasonido ø 350	1		
7	Instalación eléctrica	Transformador	13,2 kw/460v trifásico 150 kvA	2		
7.1	Instalación de transformador					
7.2	Instalación de transformador para la iluminación	Transformador para la iluminación	Tipo autoestable interior (460v/240-120v, transformador incorporado)	1		
7.3	Instalación de tablero de circuitos eléctricos	Tablero de circuitos eléctricos	Tipo autoestable interior	1		
7.4	Cambio del tablero de controles	Tablero de la bomba de agua de contra-lavado	Tipo autoestable interior	1		
		Tablero del soplador de contra-lavado	Tipo autoestable interior	1		
		Tablero de la bomba de recuperación de agua de contra-lavado	Tipo autoestable exterior	1		
		Tablero del inyector de alumbre	Tipo autoestable interior	1		
		Tablero del inyector de cal apagada	Tipo autoestable interior	1		
		Tablero de la bomba de suministro de agua con cloro	Tipo autoestable interior	1		
		Tablero de la bomba de suministro de agua en planta	Tipo autoestable interior	1		
7.5		Instalación del tablero de medidores	Tablero de medidores	Tipo autoestable interior	1	
7.6		Instalación del generador propio	Generador diesel Tablero de conmutadores	Trifásico 460 V 80 kvA Tipo autoestable interior	1	
7.7		Instalación de sala de electricidad	Con techo	Hormigón 10m x 6m x 4m (Al.)	1	
7.8	Instalación eléctrica de toma de agua	Tblero de control de la bomba de toma de agua	Tipo autoestable interior	2		
		Tblero de control exterior de la bomba de toma de agua	Tipo autoestable exterior	2		
		Tblero de interruptores	Tipo autoestable interior	1		
		Tblero de compresor	Tipo autoestable interior	1		
		Tblero de medidores	Tipo autoestable interior	1		
8	Otros					
8.1	Cambio de la bomba de suministro de agua en planta		Tipo paquete 0,5m ³ /min. x 30m x 5,5kw SGP-W	1		
9	Compra de materiales			1		
9.1	Compra de equipos de laboratorio de análisis	Bomba de suministro de agua	Verificación simultánea de 6 ensayos	1		
		Material de tubería	Método medición de difusión de luz Indicación digital Medidor de determinación	1		
		Ensayo de jarras		1		
		Medidor de turbiedad	Método de medición de difusión de luz	1		
		Medidor de pH		1		
		Medidor de cloro residual		1		
		Medidor de coloración		1		
		Probetas y tubos de vidrio		1		
		Medidor de determinación de alcalinidad		1		
		Estantes				

4.3.1 Cálculo de diseño del sistema Las Ilusiones

(1) Instalaciones de la planta de toma de agua de El Atlántico

El diseño de la toma de agua de El Atlántico requiere el cambio de la bomba elevadora, construcción de un depósito de sedimentación de arena y reparación instalaciones correlacionadas.

(i) Equipo de la bomba elevadora

Hay 4 bombas elevadoras existentes de las cuales 2 han sido cambiadas en 1991. Se han comprado los motores para éstas en 1992 y uno de ellos ha sido instalado y funciona normalmente. El otro motor será cambiado en un futuro cercano. Este proyecto cambiará los motores en las otras 2 bombas elevadoras. El volumen de agua elevado según los planes para este sistema presuponen que 3 bombas están funcionando. Las bombas del proyecto estarán funcionando junto con las bombas existentes. Por lo tanto, es conveniente para el mantenimiento y las reparaciones que las bombas suministradas en este proyecto sean intercambiables con las existentes. Se hará el cambio usando instalaciones del mismo modelo y de la misma marca. Las instalaciones ya tienen más de 20 años de funcionamiento y cuenta con la experiencia acumulada, no hay problemas de martillo de agua y no se han encontrado problemas técnicos hasta el presente. No habrá problemas en adquirir el mismo tipo de instalaciones que las que están funcionando actualmente. Las especificaciones de la bomba son las siguientes.

1. Tipo : Bomba de flujo vertical

2. Volumen aspirado : 5,86 m³/min.

$$5,86 \text{ m}^3/\text{min.} \times 3 = 17,58 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$\rightarrow 25,315 \text{ m}^3/\text{día} > 25.000 \text{ m}^3/\text{día}$$

3. Altura : 448 m

4. Potencia: 800 CV

5. Cantidad: 2

(ii) Aparato de centrifugado de arena: nuevo

(a) Confirmación de forma básica y especificaciones

1. Tipo : Depósito de sedimentación de arena redondo de cemento

2. Volumen de agua según diseño : 25.000 m³/día

3. Número de depósitos: 2

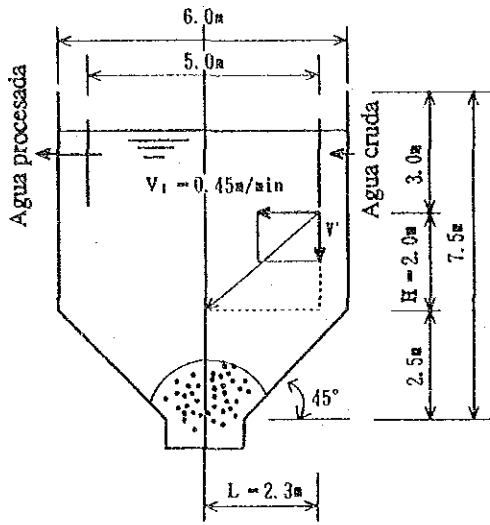
4. Dimensiones : diám. 6,0 m x 8,3 m (Al.)

5. Superficie de agua

$$\frac{17,5 \text{ m}^3 / \text{min.}}{\left(\frac{6,0 \text{ m} - 1,0 \text{ m}}{2}\right)^2 \times \pi \times 2 \text{ div}} = 0,45 \text{ m} / \text{min.} < [\text{menos de } 0,5 \text{ m} / \text{min}]$$

6. Tiempo de 6 espera: 14,5 min.

7. Partículas (objetivo)



Velocidad límite de partículas precipitadas

$$V' = \frac{V_1 \times H}{L} = \frac{0,45 \text{ min.} \times 2,0 \text{ m}}{2,3 \text{ m}} = 0,39 \text{ cm} / \text{s}$$

Velocidad de precipitación 0,39 cm/seg. y si el peso específico de la arena precipitada es de 2,5, desde el punto de vista teórico, las partículas capturadas tendrán un diámetro de más de 0,1 mm.

Fig. 11 Dispositivo de centrifugado

(b) Bomba de arena residual

1. Volumen de agua cruda entrada: 25.000 m³/día

2. Densidad de SS: si la turbiedad máxima fuera de 4.500 NTU, supongamos que la relación entre SS y turbiedad es 1,05.

$$4.500 \times 1,05 = 4.725 \text{ mg/l}$$

3. Volumen SS capturado total : si suponemos que el porcentaje de captura sea del 85%

$$\frac{25.000 \text{ m}^3 / \text{día} \times 24 \text{ horas} \times 4.725 \text{ mg} / \text{l}}{1.000} = 82,0 \text{ kg} / \text{min.}$$

4. Capacidad de la bomba: si suponemos que el porcentaje de agua contenida es 90%

$$\frac{82,0 \text{ kg} / \text{min.}}{0,1} = 820 \text{ l} / \text{min} \Rightarrow 0,82 \text{ m}^3 / \text{min.}$$

5. Especificaciones de la bomba: Tipo bomba de arena con batido sumergido: 2 1,5 m³/min. x 15 m (Al.) x 100 (diám.) x 11 kw

(2) Instalaciones de la planta de tratamiento de agua de Las Ilusiones

El Proyecto en lo que se refiere a la parte de la planta de tratamiento de Las Ilusiones tiene el siguiente diseño. Se ha comparado la capacidad y funciones de las instalaciones con las normas japonesas y se ha evaluado la eficacia del procesamiento. Los valores en paréntesis [] son los lineamientos de "Criterios para el diseño de las instalaciones de suministro de agua".

(i) Instalaciones para el depósito de sedimentación por floculación

(a) Confirmación de forma básica y especificaciones

1. Tipo : Depósito de sedimentación por floculación de tipo pulsador
2. Número de depósitos: 2
3. Dimensiones : 11,8 m (Long.) x 16,7 m (An.) x 4 m (Al.)
4. Superficie de agua: 164 m²
5. Capacidad : 780 m³
6. Tiempo de espera : 780 m³ x 2 depósitos

$$\frac{780 \text{ m}^3 \times 2 \text{ depósitos}}{25.000 \text{ m}^3 / \text{día} + 24 \text{ horas}} = 1,5 \text{ hora} \quad \geq [1,5 \text{ hora o más}]$$

7. Carga en la superficie:

$$\frac{25.000 \text{ m}^3 / \text{día}}{164 \text{ m}^2 \times 2 \text{ depósitos}} = 76 \text{ m} / \text{día} \Rightarrow 53 \text{ mm} / \text{min.} \geq [40 - 60 \text{ m} / \text{min.}]$$

8. Porcentaje de carga homogénea:

$$\frac{25.000 \text{ m}^3 / \text{día}}{164 \text{ m}^2 \times 4 \text{ hileras} \times 2 \text{ depósitos}} = 187 \text{ m}^3 / \text{m} \cdot \text{día} < [350 \text{ m}^3 / \text{m} \cdot \text{día o menos}]$$

(b) Compresor de aire para control de apertura-cierre de la válvula de eliminación de residuos

1. Tipo : Compresor recíproco de apertura y cierre automático por presión
2. Especificaciones: Selección de las siguientes especificaciones
Volumen de aire para activar la válvula de mariposa (presión de salida de aspiración 4 kg·f/cm²) = 0,5 l/seg./unidad

Número de unidades que pueden trabajar simultáneamente = 4

Volumen de aire necesario

0,5 l/seg./unidad x 4 unidades x 60 seg. = 120 l/min => 150 l/min (incluye un margen)

Las especificaciones del compresor son las siguientes. :

2 unidades (de los cuales 1 es de reserva)

- (c) Bomba de recuperación del agua de los residuos del depósito de sedimentación por floculación

1. Volumen de residuos eliminados del pulsador : Q

Boca del tubo de eliminación: d = diám. 0,124

Cantidad de tubos de eliminación: 6

Diferencia de nivel de agua entre la superficie del pulsador y la válvula de eliminación de residuos Al. = 1,0 m

Longitud de la tubería l = 15 m

Porcentaje de pérdidas fuera de la parte recta de la cañería: se supone que es un 15%

$$\Delta h = 1,0 \text{ m} \times (1 - 0,15) = 0,85 \text{ m}$$

Valor de pérdidas de presión

Utilizando los valores anteriores, la fórmula Manning & Darcy da

$$Q = \frac{\pi}{2} d^2 \cdot v = \frac{\pi}{2} d^2 \sqrt{\frac{2g\Delta h \cdot d}{\lambda l}}$$
$$= \frac{\pi \times 0,125^2}{2} \sqrt{\frac{2 \times 9,8 \times 0,85 \times 0,125}{0,03 \times 15}} = 0,0529 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Intervalo de funcionamiento de la válvula de residuos: 14 minutos cerrada - > 35 segundos abierta y el volumen de eliminación de residuos en los 6 tubos es

$$\frac{60 \text{ minutos}}{14 \text{ minutos}} \times 0,0529 \text{ m}^3 / \text{s} \times 35 \text{ seg.} \times 6 \text{ unidades} = 47,6 \text{ m}^3 / \text{hora}$$

(Capacidad del pozo de residuos: 10 m (Long.) x 7 m (An.) x 3 m (Al.) = 210 m³: capacidad equivalente a 4,4 horas)

2. Selección de especificaciones de la bomba

Debido a que el pozo de residuos es mayor que el volumen de residuos de 1 hora, se deberá usar una bomba de recuperación equivalente con una salida de aspiración del volumen de flujo entrado en el pozo de residuos.

Volumen de salida de aspiración: 47,6 m³/hora : 60 min. = 0,8 m³/min →
1,0 m³/min.

Boca de la tubería existente: ø 80

Velocidad de tubería de salida de aspiración 3,6 m/seg.

La altura será en términos reales : 9 m

Pérdida de fuerza : Longitud total 33 m x Pérdida de presión 90 mm/m =
3 m

Altura total : 9 m + 3 m = 12 m

Las especificaciones de la bomba son

1,0 m³/min. x 12 mAq x 5,5 kw

(ii) Instalaciones del tanque de filtrado

(a) Confirmación de forma básica y especificaciones

1. Tipo : Tanque de filtrado rápido abierto (método de contra-lavado por mezcla de agua•aire)
2. Dimensiones : 4 m x 10,5 m x 4 depósitos
3. Superficie del tanque: 42 m²
4. Velocidad del filtrado: 25.000 m³/día

$$\frac{25.000 \text{ m}^3 / \text{ día}}{42 \text{ m}^2 \times 4 \text{ depósitos}} = 149 \text{ m} / \text{ día} < [150 \text{ m/día}]$$

5. Volumen de agua tratado : Lavado por aire
42 m² x 0,9 m³/m²/min.=37,8 m³/min.
Contra-lavado de agua + aire
42 m² x 0,1 m²/min.=4,2 m³/min.
Contra-lavado de agua
42 m² x 0,35 m³/m²/min.=14,7 m³/min.
Volumen de agua residual de contra-lavado por cada trabajo
(4,2 m³/min. x 5 min.)+ (14,7 m³/min. x 10 min.) =168 m³

(b) Tobera de acumulación de agua (de acuerdo a las especificaciones de las existentes)

La cantidad de toberas a cambiar en los 4 tanques es de un 30% y son 2.600 según el cálculo a continuación

49 toberas/1 bloque x 44 bloques/1 depósito x 4 depósitos x 0,3 = 2.600 toberas.

- (c) Material de filtrado (de acuerdo a las especificaciones de las existentes)
El volumen del material de filtrado de acuerdo al siguiente cálculo, para los 4 depósitos será de 167 m³.
 $42 \text{ m}^2/1 \text{ depósito} \times 0,9 \text{ m}/1 \text{ depósito} \times 4 \text{ depósitos} \times 1,1 = 167 \text{ m}^3$

La arena de filtrado que se utilizará en el presente proyecto será extraída de las cercanías del lago de Atitlán, a 150 km al oeste de la ciudad de Guatemala. Los resultados de nuestras pruebas con la arena natural obtenida de varios sitios alrededor del lago aparecen en el cuadro 26. Excepto el factor de pérdida por calor, los demás factores se solucionarán mediante un lavado y un colado para ajuste de densidad y de esta forma se satisfacerán las normas japoneses de arena de filtrado. La pérdida por calor muestra la existencia de materias orgánicas, carbón y cal. En caso de utilizar arena con alto grado de pérdida por calor se producirán pérdidas por fricción y se eliminará un porcentaje mayor del material de filtrado durante el contra-lavado. Sin embargo esto no es un problema en la medida que se agregue periódicamente nuevo material de filtrado. En la medida que se tomen las precauciones el caso, no vemos ningún inconveniente en emplear materia prima local como arena para el filtrado. El método de selección de la arena de filtrado y el de ajuste son los mismos que para el control del depósito de filtrado; este proyecto se propone detallar estos métodos en un manual y realizar la transferencia tecnológica de estos procedimientos. Los resultados de la prueba se adjuntan en el apéndice de referencias.

Cuadro 26 Resultados de la prueba de arena para filtrado de las excavaciones realizadas localmente

Lugar de excavación	Normas japonesas	Orilla del río Panajacher	Fondo del lago de Atitlán	Orilla del lago de Atitlán	Evaluación
Estado de la inspección visual en la excavación		Buena	Buena	Buena	OK
Turbiedad en el lavado	Menos de 30 grados	350	40	50	OK1
Peso relativo	2,55 - 2,65	2,62	2,61	2,62	OK
Pérdida por calor	Menos de 0,7	2,17	1,92	1,68	-
Porcentaje de disolución de cloro	Menos de 3,5%	1,2	1,0	1,1	OK
Porcentaje de pérdida por fricción	Menos de 3%	0,9	0,46	0,46	OK
Diámetro efectivo	0,45 - 0,7 mm	0,31	0,56	0,54	OK2
Parámetro de equivalencia	Menos de 1,7	4,84	3,09	2,22	OK2

La evaluación del cuadro es la siguiente.

OK : Ha cumplido las normas

OK1: Al realizar el lavado de la arena se han eliminado las impurezas

OK2: Una vez hecho el colado para uniformizar el diámetro de la arena, es aceptable.

(d) Bomba de recuperación del agua de contra-lavado

1. Tipo: Bomba sumergida

2. Especificaciones: Seleccione una con las siguientes especificaciones.

Volumen de agua de contra-lavado 168 m³/cada vez (para un volumen efectivo del recipiente de agua de contra-lavado de 625 m³)

Los 4 tanques pueden lavarse en 8 horas y si se recupera en 12 horas, el volumen de salida por aspiración de la bomba será de 168 m³/cada vez x 4 tanques : 12 horas : 60 min. = 0,9 m³/min.

Velocidad de flujo por tubería de salida por aspiración 2 m/seg. diám. de tubería 100

La altura será en términos reales : 12 m

Pérdida de fuerza : Longitud total 90 m x Pérdida de presión 40 mm/m = 3,6 m

Altura total : 12 m + 3,6 m = 16 m

Las especificaciones de la bomba son

0,9 m³/min. x 16 mAq x 5,5kw

(iii) Dosificador de productos químicos

(a) Inyector de alumbre: nuevo

1. Condiciones del diseño

Volumen de agua procesada según diseño 25.000 m³/día

Turbiedad según diseño Máx. 4.500 NTU

Mín. 20 NTU

Calidad Volumen existente de Al₂O₃ Más de 16% (18,9%)

Velocidad de inyección

(promedio) 30 mg/l (de acuerdo a la experiencia existente)

(máximo) 150 mg/l (de acuerdo a la experiencia existente)

Volumen utilizado de productos secos

(promedio) 25.000 m³/día x 30,0 mg/l x 10⁻³ = 710 kg/día

(máximo) 25.000 m³/día x 150 mg/l x 10⁻³ = 3.750 kg/día

Volumen utilizado de productos disueltos (10% de líquido, peso relativo 1,1)

(promedio)

$$710 \text{ kg} / \text{día} \times \frac{100}{10} \times 10^{-3} \times \frac{1}{1,1} = 6,45 \text{ m}^3 / \text{día} (4,71 / \text{min.})$$

(máximo)

$$3.750 \text{ kg} / \text{día} \times \frac{100}{10} \times 10^{-3} \times \frac{1}{1,1} = 34,1 \text{ m}^3 / \text{día} (23,71 / \text{min.})$$

2. Capacidad del tanque de disolución del alumbre

Cuando la turbiedad está dentro del promedio en la entrada de agua cruda, si preparamos la solución 1 vez al día, se deberá utilizar un recipiente de 6,5 m³ y, para realizar el trabajo correctamente, se deberán utilizar dos recipientes. Con una capacidad del recipiente de 6,5 m³ y la turbiedad máxima en la entrada del agua cruda, será equivalente a 4,5 horas de uso. La densidad de la solución se puede cambiar a un 20% y utilizar durante 9 horas y debido a que tenemos un recipiente de reserva para disolver el alumbre, tenemos suficiente tiempo para que se disuelva toda la mezcla.

3. Selección de la bomba de alumbre

El método de inyección será mediante rotación de la bomba + inyección de cantidad fija, el número de unidades según diseño es 1 unidad y 1 de repuesto. El volumen de salida por aspiración de la bomba es para un volumen de inyección máximo necesario de 23,7 l/min. y, pensando en cierta cantidad de reserva, de 50 l/min.

Tipo : Bomba magnética
Especificaciones: 50l/min. x 20 mAq x 1,5 kw

(b) Inyector de cal apagada: nuevo

1. Condiciones del diseño

Calidad: Volumen incluido de Ca(OH)₂ se supone un 65% y la inyección de cal apagada depende de la siguiente fórmula.

$$\text{Inyección} = \text{Volumen inyectado de alumbre} \times \frac{3 \times 74}{666} \times \frac{100}{65} \text{ (mg / l)}$$

$$= \text{Volumen inyectado de alumbre} \times 0,51$$

Por lo tanto

$$\text{(promedio)} 30 \text{ (mg/l)} \times 0,51 = 15,0 \text{ mg/l}$$

$$\text{(máximo)} 150 \text{ (mg/l)} \times 0,51 = 77,0 \text{ mg/l}$$

Volumen utilizado de productos secos

$$\text{(promedio)} 25.000 \text{ m}^3/\text{día} \times 15,0 \text{ mg/l} \times 10^{-3} = 375 \text{ kg/día}$$

$$\text{(máximo)} 25.000 \text{ m}^3/\text{día} \times 77 \text{ mg/l} \times 10^{-3} = 1.925 \text{ kg/día}$$

Volumen utilizado de productos disueltos (10% de líquido, peso relativo 1,06)

(promedio)

$$375 \text{ kg / día} \times \frac{100}{10} \times 10^{-3} \times \frac{1}{1,06} = 3,54 \text{ m}^3 / \text{día} (2,51 / \text{min.})$$

(máximo)

$$1,925 \text{ kg / día} \times \frac{100}{10} \times 10^{-3} \times \frac{1}{1,06} = 18,16 \text{ m}^3 / \text{día} (12,61 / \text{min.})$$

2. Capacidad del tanque de disolución de cal apagada

Cuando la turbiedad está dentro del promedio en la entrada de agua cruda, si preparamos la solución 1 vez al día, se deberá utilizar un recipiente de 5,0 m³ y, para realizar el trabajo correctamente, se deberán utilizar dos recipientes. Con una turbiedad máxima en la entrada del agua cruda, será equivalente a 6,0 horas de uso. Al igual que con el alumbre si cambiamos la densidad de la solución a un 20% y se puede utilizar durante 13 horas y debido a que tenemos un recipiente de reserva para disolver la cal apagada, tenemos suficiente tiempo para que se disuelva toda la mezcla.

3 Selección de la bomba de cal apagada

El método de inyección, para evitar que granos de cal apagada tapen la tubería, es del tipo rotación de la bomba + inyección de cantidad fija, el número de bombas instaladas según diseño es 1 unidad y 1 de repuesto, para un total

de 2. La cantidad máxima de solución de cal apagada necesaria será de 12,6 l/min pero debido a que esto requiere una gran boca de la tubería y, pensando en cierta cantidad de reserva, será de 200 l/min.

Tipo : Bomba por lechada abrasivo-resistente

Especificaciones: 0,2 m³/min.x20mx3,7kw

4. Alimentador de cal apagada

La solución de cal apagada tiene un aspecto lechoso y se da el caso de que haya granos que tapen la tubería. De esta forma en las cercanías de la inyección se hará desaparecer la presión de la bomba y se inyectará mediante alimentador. La solución sobrante se devolverá al tanque.

Tipo : Alimentador rotatorio de solución

Especificaciones: 0,6l/min. - 20,0 l/min (lechada de cal apagada al 10%)

(c) Inyección de cloro: nuevo

1. Condiciones del diseño

Volumen de agua tratada según el proyecto 25.000 m³/día = 1.042 m³/hora

Porcentaje inyectado

Pre-cloración (promedio) 3 mg/l

(máximo) 5 mg/l

Post-cloración (promedio) 3 mg/l

(máximo) 5 mg/l

Volumen inyectado

Pre-cloración (máximo) 1,042 m³/hora x 5mg/l x 10⁻³ = 5,21 kg/hora

Post-cloración (máximo) 1,042 m³/hora x 5mg/l x 10⁻³ = 5,21 kg/hora

Total (máximo) 10,42 kg/hora

2. Ajuste de vacío

Especificaciones: Tipo sin conexiones. 10 kg/hora

3. Medidor de caudal centrifugado, eyector

Especificaciones/cantidad:

Pre-cloración 10 kg/hora 1 división

Post-cloración 10 kg/hora 1 división

4. Bomba de suministro de agua

Especificaciones:

Bomba de flujo horizontal, 200 l/min. x 40m x 3,7 kw

(iv) Equipo de medición

(a) Medidor de caudal de agua cruda

Tipo : Medidor de caudal por ultrasonido

Especificaciones: 1.050 m³/hora x 500ø

(b) Medidor de caudal de agua procesada

Tipo : Medidor de caudal por ultrasonido

Especificaciones: 1.050 m³/hora x 500ø

(v) Instalaciones eléctricas

(a) Transformador eléctrico (Planta de tratamiento de agua de Las Ilusiones)

1. Condiciones del diseño

- Las instalaciones y maquinaria nueva recibirán energía eléctrica del nuevo transformador.
- Cada uno de los transformadores instalados, para los tableros de controles y la iluminación seguirán utilizándose para los mismos propósitos.
- Se instalará un generador eléctrico para emergencias para utilizar en caso de cortes eléctricos.

2. Transformador eléctrico para nuevos equipos:

El nuevo transformador eléctrico para la planta será el más apropiado a las especificaciones de los equipos instalados y el más económico o con mejor conservación de energía.

Tipo : Mecanismo autoenfriado sumergido en aceite (el actual es un transformador de columna)

Especificaciones:

Fases : trifásico

Tensión primaria : 13,2 kV, 60 Hz

Tensión secundaria: 460V

Cálculo de capacidad

Carga total a. SP : 38,4 kw

b. SP_L : 25kw (iluminación actual) → cambio a trifásico

Fórmula de cálculo: Capacidad del transformador P_t

$$P_{\tau} = \frac{\Sigma P + \Sigma P_L \times \sqrt{3}}{\cos \theta \cdot y} \times \alpha \times \beta = \frac{38,4 + 25 \times \sqrt{3}}{0,8 \times 0,85} \times 0,8 \times 1,2 = \underline{103kVA}$$

Por lo tanto se utilizará una capacidad estándar de 150 kVA.

Considerando que el $\cos \theta =$ potencia 0,8, $y =$ eficiencia 0,85, $\alpha =$ demanda 0,8, $\beta =$ exceso 20%

3. Transformador para nuevas iluminaciones: Para la electricidad de las instalaciones de iluminación actuales y nuevas, se instalará lo siguiente

Tipo : Seco (guardado en una celda)

Especificaciones:

Fase : Trifásico de línea simple

Tensión primaria : 460V, 60 Hz

Tensión secundaria: 120 - 240V

Cálculo de capacidad:

Carga de iluminación existente : $\Sigma P_{L1} : \underline{30kVA}$

Carga de iluminación nueva : $\Sigma P_{L2} : \underline{1kVA}$

Cálculo : La capacidad P_t del transformador es

$$P_t = (\Sigma P_{L1} + \Sigma P_{L2}) \times \alpha \times \beta = (30 + 1) \times 0,7 \times 1,1 = 23,87kVA$$

donde $\alpha =$ demanda 0,7, $\beta =$ exceso 1,1. Se utiliza una capacidad estándar de 30kVA.

4. Capacidad del transformador existente

Transformador No. 1 (transformador de columna)

Especificaciones: 13,2 kV/120-240V, monofase 25kVA x 3

La iluminación y los dosificadores de productos químicos que se estaban alimentando con este transformador serán alimentados por el nuevo transformador y la capacidad actual es suficiente.

- (b) Transformador (Planta de toma de agua de El Atlántico)

Razón para su instalación:

Debido a la carga que representa el equipo de centrifugado de arena, la electricidad actual no es suficiente con la baja tensión del transformador utilizado actualmente y se instalará el siguiente equipo.

Tipo : Moldura seca (guardado en una celda)

Especificaciones:

Fase : Trifásico

Tensión primaria : 4160V

Tensión secundaria: 230V

Cálculo de capacidad:

Carga total : $\Sigma P : \underline{37 kw}$

Cálculo : La capacidad P_t del transformador es

$$P_t = \frac{\Sigma P}{\cos \theta \cdot y} \times \alpha \times \beta = \frac{37}{0,8 \times 0,85} \times 0,8 \times 1,1 = \underline{47,8 kVA}$$

Por lo tanto se utilizará una capacidad estándar de 50 kVA.

Considerando que el $\cos \theta =$ potencia 0,8, $y =$ eficiencia 0,85, $\alpha =$ demanda 0,8, $\beta =$ exceso 10%

(c) Generador eléctrico para emergencias

1. Carga del generador eléctrico: Para los dosificadores de productos químicos y la iluminación de la planta.

2. Capacidad del generador eléctrico:

Tipo : En torre autoenfriado con generación por combustible diesel

Especificaciones :

Fase : Trifásico

Tensión : 460V, 60 Hz

Método de arranque : arranque manual

Cálculo de capacidad

- Capacidad necesaria para el funcionamiento con carga estable total: PG1

$$P_{G1} = \frac{\Sigma P + \Sigma P_L \times \sqrt{3}}{\cos \theta \times y} \times \alpha = \frac{11,9 + 25 \times \sqrt{3}}{0,8 \times 0,85} \times 0,8 = \underline{65\text{kVA}}$$

Donde SP es la carga eléctrica 11,9 kw

ΣP_L carga de iluminación (monofase) 25 kw → cambia a trifásico

$\cos \theta =$ potencia 0,8

$y =$ eficiencia 0,85

$\alpha =$ demanda 0,8

- Capacidad necesaria en caso de caída en la tensión: PG2

$$P_{G2} = P_m \times \beta \times c \times X_d \frac{1 - \Delta E}{\Delta E}$$
$$= 3,7 \times 7,2 \times 1,0 \times 0,3 \frac{1 - 0,25}{0,25} = \underline{24\text{kVA}}$$

- donde P_m : voltaje máximo de salida de corriente eléctrica kw
 β : Capacidad máxima por 1kA de arranque para cada 1kw 7,2
 c : Método de arranque por valor (entrada directa = 1,0)
 X_d : Valor fijo de generación 0,3
 ΔE : Caída de tensión: 0,25
- Capacidad máxima de generación según capacidad necesaria para el arranque al final : PG3

$$P_{G3} = \frac{\left\{ \frac{\Sigma P + \Sigma P_L \times \sqrt{3}}{y} \times \alpha - \frac{P_m}{y_m} \right\} + \beta \times c \times \phi_s}{\tau \times \phi_G}$$

$$= \frac{\left\{ \frac{(12 + 25 \times \sqrt{3})}{0,85} \times 0,8 - \frac{3,7}{0,85} \right\} + 3,7 \times 7,2 \times 1 \times 0,4}{1,5 \times 0,8} = 48,5 \text{ kVA}$$

donde

y_m : Capacidad máxima de consumo eléctrico eficiente 0,85

ϕ_s : Capacidad máxima de consumo eléctrico en el arranque 0,4

τ : Generador con volumen de carga lenta 1,5

ϕ_s : Porcentaje de fuerza del generador 0,8

De los 3 elementos considerados anteriormente el que tiene volumen mayor es 65 kVA. Por lo tanto la capacidad estándar será de 80 kVA.

4.3.2 Cálculo de diseño del sistema Santa Luisa

El alcance del Proyecto para el sistema Santa Luisa sólo cubre los equipos en la planta de tratamiento de agua. Los dos depósitos de sedimentación existentes distribuyen el agua de la siguiente forma; Depósito I = 28.500 m³/día, depósito II = 11.500 m³/día. Se tendrá en cuenta lo siguiente

(i) Instalaciones del depósito de sedimentación I

(a) Confirmación de forma básica y especificaciones

1. Depósito de sedimentación I

Tipo : Depósito de sedimentación de flujo horizontal

Volumen de agua según diseño : 28.500 m³/día

Cantidad de depósitos : 1 depósito

Dimensiones : 39,6 m (Long.) x 18,8 m (An.) x 6,0 m (Al.)

Superficie de agua: 740 m²

Capacidad : 4.460 m³

Tiempo de espera :

$$\frac{4.460 \text{ m}^3 \times 1 \text{ depósito}}{28.500 \text{ m}^3 / \text{ día} + 24 \text{ horas}} = 3,8 \text{ horas} \geq [3 = 5 \text{ horas}]$$

Velocidad de flujo promedio en el depósito :

$$\frac{28.500 \text{ m}^3 / \text{ día}}{18,8 \text{ m (An.)} \times 6,0 \text{ m (Al.)}} \\ = 253 \text{ m} / \text{ día} \Rightarrow 0,17 \text{ m} / \text{ min.} \geq [0,4 \text{ m} / \text{ min o menos}]$$

Carga homogénea en la superficie :

$$\frac{28.500 \text{ m}^3 / \text{ día}}{740 \text{ m}^2} = 38,5 \text{ m} / \text{ día} \Rightarrow 27 \text{ mm} / \text{ min.} \geq [15 - 30 \text{ mm} / \text{ min}]$$

Porcentaje de carga homogénea

$$\frac{28.500 \text{ m}^3 / \text{ día}}{10,25 \text{ m} \times 10 \text{ hileras}} = 287 \text{ m}^3 / \text{ m} \cdot \text{ día} < [500 \text{ m}^3 / \text{ m} \cdot \text{ día o menos}]$$

(ii) Instalaciones del depósito de sedimentación II

El contenido de la rehabilitación de estas instalaciones es la eliminación de la placa oscilante de flujo hacia arriba existente y la instalación de una nueva placa oscilante.

(a) Confirmación de forma básica y especificaciones

1. Tipo : Depósito de sedimentación por placa oscilante
2. Volumen de agua según diseño : 11.500 m³/día
3. Cantidad de depósitos : 1 depósito
4. Dimensiones : 19,3 m (Long.) x 11,95 m (An.) x 3,7 m (Al.)
5. Dimensiones de instalación de la placa oscilante :

15,04 m (Long.) x 2,45 m (An.) x 5 hileras

Tipo : Placa oscilante de flujo hacia arriba

Material : Policloruro de vinilo

Angulo de la placa oscilante : $\theta=60^\circ$

Altura de la placa oscilante : P=90 mm

Dimensiones de la placa oscilante :

740 mm (An.) x 740 mm (Long.) x 1 mmt

Cantidad de placas oscilantes: 2.385 placas

Velocidad de sedimentación: $V_s = 0,6 \text{ m/h}$

Eficiencia: $\eta = 90\%$

Cálculo del diseño: Recipiente de agua procesada 11.500 m³/día de volumen procesado por hilera

$$\frac{11.500 \text{ m}^3 / \text{ día}}{5 \text{ hileras}} = 95,8 \text{ m}^3 / \text{ hora}$$

La placa oscilante por cada hilera hay 3 juegos alineados

Número de placas por hilera

$$n = \left\{ \frac{L}{P} - (\text{base de instalacion}) \right\} \times 3 \text{ juegos}$$

$$= \left\{ \frac{15,04 \text{ m}}{0,99 \text{ m}} - (8) \right\} \times 3 \text{ juegos} = 447$$

Superficie de sedimentación de placa oscilante (por placa):

$$a_l = 0,74 \times l \times \cos \theta = 0,74 \times 1,0 \times 0,5 = 0,37 \text{ m}^2$$

Superficie de sedimentación total :

$$\begin{aligned} \Sigma a &= \text{número de placas} \times \text{superficie de sedimentación} \times 5 \text{ hileras} \\ &= 477 \text{ placas} \times 0,37 \times 5 \text{ hileras} \\ &= 882,5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Volumen de agua procesable :

$$\begin{aligned} Q &= V_s \times \Sigma a \times n \\ &= 0,6 \text{ m/h} \times 882,5 \text{ m}^2 \times 0,9 \\ &= 476,6 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow 11.500 \text{ m}^3/\text{día} \end{aligned}$$

Período de espera :

$$\frac{850 \text{ m}^3 \times 1 \text{ depósito}}{11.500 \text{ m}^3 / \text{ día} + 24 \text{ horas}} = 1,7 \text{ hora}$$

Velocidad de flujo promedio en cada depósito :

$$\frac{11.500 \text{ m}^3 / \text{ día}}{11,93 \text{ m(An.)} \times 3,7 \text{ m(Al.)}} = 260 \text{ m} / \text{ día} \Rightarrow 0,18 \text{ m} / \text{ min.}$$

Velocidad de flujo ascendente promedio en cada depósito :

$$\begin{aligned} &\frac{11.500 \text{ m}^3 / \text{ día}}{15,0 \text{ m(An.)} \times 11,93 \text{ m(Al.)}} \\ &= 64,4 \text{ m} / \text{ día} \Rightarrow 4,5 \text{ m} / \text{ min.} < [80 \text{ mm} / \text{ min. o menos}] \end{aligned}$$

Carga homogénea :

$$\frac{11.500 \text{ m}^3 / \text{ día}}{14,0 \text{ m(Long.)} \times 10 \text{ hileras}} = 82 \text{ m}^3 / \text{ m} \cdot \text{ día} < [500 \text{ m}^3 / \text{ m} \cdot \text{ día}]$$

(iii) Tanque de filtrado

Se cambiará el tanque de filtrado herméticamente cerrado por la fuerza de gravedad existente de 19 divisiones por un tanque de filtrado por gravedad abierto.

(a) Estructura del tanque de filtrado

1. Tipo Tanque de filtrado rápido de tipo abierto con cuerpo de cemento (método de contra-lavado forzado por mezcla de aire)

2. Dimensiones del recipiente: 3,8 m x 7,6 m x 10 tanques

3. Superficie de cada tanque: 28,8 m²

4. Velocidad del filtrado: Existen las siguientes dos posibilidades

Caso 1 : Volumen de agua procesada = 33.700 m³/día (volumen máximo según datos de EMPAGUA)

$$\frac{33.700 \text{ m}^3 / \text{día}}{28,8 \text{ m}^2 \times 10 \text{ depósitos}} = 117 \text{ m} / \text{día} < [150 \text{ m} / \text{día}]$$

Caso 2 : Volumen de agua procesada = 40.000 m³/día (volumen de procesamiento según diseño de la planta de tratamiento de agua)

$$\frac{40.000 \text{ m}^3 / \text{día}}{28,8 \text{ m}^2 \times 10 \text{ depósitos}} = 139 \text{ m} / \text{día} < [150 \text{ m} / \text{día}]$$

5. Volumen de agua para contra-lavado:

Lavado por aire:

$$28,8 \text{ m}^2 \times 0,9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{min.} = 25,9 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Contra-lavado de agua + aire:

$$28,8 \text{ m}^2 \times 0,1 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{min.} = 2,9 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Contra-lavado de agua :

$$28,8 \text{ m}^2 \times 0,3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{min.} = 8,6 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Volumen de agua residual de contra-lavado por cada trabajo :

$$(2,9 \text{ m}^3/\text{min.} \times 5 \text{ min.}) + (8,6 \text{ m}^3/\text{min.} \times 10 \text{ min.}) = 100,5 \text{ m}^3$$

(b) Material de filtrado

1. Especificaciones: ø de grano 0,9 - 1,0 mm peso específico menos de 1,7

2. Espesor : 900 mm (incluye material de soporte)

3. Cantidad : 3,8m (An.) x 7,6m(Long.) x 0,9m(Al.) x 10tanques = 260 m³

(c) Toberas de acumulación

1. Tipo : Tobera de plástico de caño largo
2. Altura de instalación : 200 mm Altura → 36 unidades/m²
3. Cantidad : 28,8 m² x 36 unidades x 10 tanques = 10.368 unidades → 10.800 unidades

(d) Soplador de contra-lavado

1. Tipo : Soplador de raíz
2. Especificaciones : 26 m³/min. x 0,4 kgf/cm² x 37 kw
3. Cantidad : 2 unidades (1 de ellos de reserva)

(e) Bomba de agua de contra-lavado

1. Tipo : Bomba de flujo horizontal
2. Especificaciones : 8,6 m³/min. x 15 mAq x 37 kw
3. Cantidad : 2 unidades (uno de ellos de reserva)

(f) Bombas de recuperación de agua de los residuos de contra-lavado

1. Bomba sumergida
2. Especificaciones: Indicadas a continuación

El volumen de agua para contra-lavado en cada tanque es de 100,5 m³
(Capacidad del recipiente de agua residual de contra-lavado 810 m³)

Si se hace el lavado de todos los 10 tanques de filtrado en 8 horas, se puede lavar un tanque en 48 minutos. Sin embargo, debido a que la capacidad del recipiente de agua residual del contra-lavado no alcanza para los 10 tanques, desde el punto de vista del trabajo, si suponemos que se hace uno a continuación del otro en un corto período de tiempo, de acuerdo a la capacidad de la bomba de recuperación, supongamos que la recuperación de cada tanque se puede hacer en 40 minutos.

Capacidad de salida de aspiración de la bomba de recuperación

$$\frac{100,5 \text{ m}^3}{40 \text{ min}} = 2,51 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Diám. de la boca de la tubería de salida de aspiración: 150, velocidad de flujo por la tubería, 2,4 m/seg.

Elevación de bomba: 20m

Pérdida en la elevación: Longitud total de 60 m x presión de elevación 25 mm/m = 1,5 m

Las especificaciones de la bomba de recuperación de contra-lavado son: 2,51 m³/min. x 22 mAq x 22 KW

3 Cantidad: 2 (uno de reserva)

(iv) Dosificador de productos químicos

(a) Inyector de alumbre: nuevo

1. Condiciones del diseño

Volumen de agua procesada según diseño 40.000 m³/día

Turbiedad según diseño Máx. 900 NTU

Mín. 20 NTU

Calidad Volumen existente de Al₂O₃ Más de 16% (18,9%)

Velocidad de inyección

(promedio) 30 mg/l (de acuerdo a la experiencia existente)

(máximo) 150 mg/l (de acuerdo a la experiencia existente)

Volumen utilizado de productos secos

(promedio) 40.000 m³/día 30,0 mg/l x 10⁻³ = 1.200 kg/día

(máximo) 40.000 m³/día 150,0 mg/l x 10⁻³ = 6.000 kg/día

Densidad de productos disueltos 10% de líquido, peso relativo 1,1

(promedio) $1.200 \text{ kg/día} \times \frac{100}{10} \times 10^{-3} \times \frac{1}{1,1} = 10,91 \text{ m}^3/\text{día}$

(máximo) $6.000 \text{ kg/día} \times \frac{100}{20} \times 10^{-3} \times \frac{1}{1,2} = 25,0 \text{ m}^3/\text{día}$

2. Capacidad del tanque de disolución del alumbre

Cuando la turbiedad está dentro del promedio en la entrada de agua cruda, si preparamos la solución cada medio día, se deberá utilizar un recipiente de 6,5 m³ y, para realizar el trabajo correctamente, se deberán utilizar dos recipientes. Con una capacidad del recipiente de 6,5 m³ y la turbiedad máxima en la entrada del agua cruda, se deberá utilizar una densidad del 20% y en ese caso será equivalente a 6 horas de uso. Debido a que tenemos un recipiente de reserva para disolver el alumbre, tenemos suficiente tiempo para que se disuelva toda la mezcla.

3. Selección de la bomba de alumbre

El método de inyección será mediante rotación de la bomba + inyección de

cantidad fija, el número de unidades según diseño es 1 unidad y 1 de repuesto. El volumen de salida por aspiración de la bomba es para un volumen de inyección máximo necesario de 17,4 l/min. y, pensando en cierta cantidad de reserva, de 50 l/min.

Tipo : Bomba magnética

Especificaciones: 50 l/min. x 20 mAq x 1,5 KW

(b) Inyector de cal apagada: nuevo

1. Condiciones del diseño

Inyección

Fórmula: Volumen inyectado de cal apagada = 0,51 x volumen de alumbre (promedio) 30 (mg/l) x 0,51 = 15,0 mg/l

(máximo) 150 (mg/l) x 0,51 = 77,0 mg/l

Volumen utilizado de productos secos

(promedio) 40.000 m³/día 15,0 mg/l x 10⁻³ = 600 kg/día

(máximo) 40.000 m³/día 77,0 mg/l x 10⁻³ = 3.080 kg/día

Volumen utilizado de productos disueltos (10% de líquido, peso relativo 1,06)

(promedio) 600 kg/día × $\frac{100}{10} \times 10^{-3} \times \frac{1}{1,06} = 5,66$ m³/día (3,9 l/min.)

(máximo) 3.080 kg/día × $\frac{100}{10} \times 10^{-3} \times \frac{1}{1,06} = 29,06$ m³/día (20,2 l/min.)

2. Capacidad del tanque de disolución de cal apagada

Cuando la turbiedad está dentro del promedio en la entrada de agua cruda, si preparamos la solución 1 vez al día, se deberá utilizar un recipiente de 6,0 m³ y, para realizar el trabajo correctamente, se deberán utilizar dos recipientes. Con una turbiedad máxima en la entrada del agua cruda, será equivalente a 5,0 horas de uso. Al igual que con el alumbre si cambiamos la densidad de la solución a un 20% y se puede utilizar durante 10 horas y debido a que tenemos un recipiente de reserva para disolver la cal apagada, tenemos suficiente tiempo para que se disuelva toda la mezcla.

3. Selección de la bomba de cal apagada

El método de inyección de productos químicos, es del tipo rotación de la bomba + inyección de cantidad fija, el número de bombas instaladas según diseño es 1 unidad y 1 de repuesto, para un total de 2. La cantidad máxima de solución de cal apagada necesaria será de 20,2 l/min pero debido a que estamos utilizando el método de rotación, esto requiere una gran boca de la tubería y, pensando

en cierta cantidad de reserva, será de 200 l/min.

Tipo : Bomba por lechada abrasivo-resistente

Especificaciones:

4. Alimentador de cal apagada

La solución de cal apagada tiene un aspecto lechoso y se da el caso de que haya granos que tapen la tubería. De esta forma en las cercanías de la inyección se hará desaparecer la presión de la bomba y se inyectará mediante alimentador. La solución sobrante se devolverá al tanque.

Tipo: Alimentador rotatorio de solución

Especificaciones: ... (lechada de cal apagada al 10%)

(c) Inyección de cloro: nuevo

1. Condiciones del diseño

Volumen de agua tratada según el proyecto 40.000 m³/día = 1.667 m³/hora

Porcentaje inyectado

Pre-cloración (promedio) 3 mg/l

(máximo) 5 mg/l

Post-cloración (promedio) 3 mg/l

(máximo) 5 mg/l

Volumen inyectado

Pre-cloración (promedio) $1.667 \text{ m}^3/\text{hr} \times 5 \text{ mg/l} \times 10^{-3} = 9.33 \text{ kg/hr}$

Post-cloración (máximo) $1.667 \text{ m}^3/\text{hr} \times 5 \text{ mg/l} \times 10^{-3} = 9.33 \text{ kg/hr}$

Total (máximo) 16,66 kg/hora

2. Ajuste de vacío

Tipo : Sin conexiones

Especificaciones/cantidad: Pre-cloración. 10 kg/hora 1 división

Post-cloración 10 kg/hora 1 división

para reserva 10 kg/hora 1 división

3. Medidor de caudal centrifugado, eyector

Especificaciones/cantidad: Pre-cloración 10 kg/hora 1 división

Post-cloración 10 kg/hora 1 división

4. Bomba de suministro de agua

Tipo: Bomba de flujo horizontal

Especificaciones: Pre-cloración 100 lit./min. x 40 x 3,7 kw

Post-cloración 100 lit./min. x 40 x 3,7 kw

Cantidad : Pre-cloración 2 unidades (1 de reserva)

Post-cloración 2 unidades (1 de reserva)

(v) Equipo de medición

- (a) Medidor de nivel del depósito de agua tratada
Nivel del depósito de agua tratada: 4 mH
Gama de medición: 0 - 5 mH
Tipo : Medidor de nivel con flotador mecánico
- (b) Medidor de caudal de agua procesada
Tipo : Medidor de caudal por ultrasonido
Especificaciones: 1.667 m³/hora x 600 (diám.)

(vi) Instalaciones eléctricas

(a) Transformador eléctrico

1. Condiciones del diseño

- Las instalaciones y maquinaria nueva recibirán energía eléctrica del nuevo transformador.
- Cada uno de los transformadores instalados, para los tableros de controles y la iluminación seguirán utilizándose para los mismos propósitos.
- Se instalará un generador eléctrico para emergencias para utilizar en caso de cortes eléctricos.

2. Transformador eléctrico para nuevos equipos: El nuevo transformador eléctrico para la planta será el más apropiado a las especificaciones de los equipos instalados y el más económico o con mejor conservación de energía.

Tipo : Mecanismo autoenfriado sumergido en aceite (el actual es un transformador de columna)

Especificaciones :

Fases: trifásico

Tensión primaria : 13,2 kV, 60 Hz

Tensión secundaria: 460V

Cálculo de capacidad

Carga total ΣP : 116 kw

Fórmula de cálculo: Capacidad del transformador P_t

$$P_t = \frac{\Sigma P}{\cos \theta \cdot \gamma} \times \alpha \times \beta = \frac{116}{0,8 \times 0,85} \times 0,8 \times 1,2 = \underline{163kVA}$$

Por lo tanto se utilizará una capacidad estándar de 200 kVA.

Considerando que el $\cos \theta =$ potencia 0,8, $y =$ eficiencia 0,85, $\alpha =$ demanda 0,8, $\beta =$ exceso 20%

3. Transformador para nuevas iluminaciones: Para la electricidad de las instalaciones de iluminación actuales y nuevas, se instalará lo siguiente.

Tipo : Seco (guardado en una celda)

Especificaciones:

Fase : Trifásico simple

Tensión primaria : 460V, 60 Hz

Tensión secundaria: 120 - 240V

Cálculo de capacidad:

Carga de iluminación existente : $\Sigma P_{L1} : 25+1,5$ kVA

Carga de iluminación nueva: $\Sigma P_{L2} : 3$ kVA

Cálculo: La capacidad P_t del transformador es

$$P_t = (\Sigma P_{L1} + \Sigma P_{L2}) \times \alpha \times \beta = (26,5 + 3) \times 0,7 \times 1,1 = 22,7 \text{ kVA}$$

Se utiliza una capacidad estándar de 30 kVA.

donde $\alpha =$ demanda 0,7, $\beta =$ exceso 1,1.

4. Capacidad del transformador existente

Transformador No. 1 (transformador de columna)

Especificaciones: 13,2 kV/120-240V, trifásico 25kVA x 1

Carga total (según estudio en el lugar): $\Sigma P : 8$ kVA

Cálculo: $P_t = 25 \text{ kVA} > \Sigma P = 8 \text{ kVA}$

por lo tanto la capacidad actual de 25 kVA está bien.

Transformador No. 2 (transformador de columna)

Especificaciones: 13,2 kV/240-480V, monofase 15kVA x 3

Carga total (según estudio en el lugar): $\Sigma P : 31,5$ kVA

Cálculo:

$$P_t = \frac{\Sigma P}{\cos \theta \cdot y} \times \alpha \times \beta = \frac{31,5}{0,8 \times 0,85} \times 0,8 \times 1,1 = 40 \text{ kVA}$$

Por lo tanto la capacidad existente de 15kVA x 3=45kVA es suficiente.

Transformador No. 3 (transformador de columna)

Especificaciones: 13,2 kV/120-240V, monofase 15kVA x 2

Carga total (según estudio en el lugar): $\Sigma P : 7,5+\alpha'$

Cálculo: Si consideramos que α' (iluminación en la cercanía) = 2,5 kw

$$P_t = \frac{\Sigma P}{\cos \theta \cdot y} \times \alpha \times \beta = \frac{10}{0,8 \times 0,85} \times 0,8 \times 1,1 = 13 \text{ kVA}$$

Por lo tanto la capacidad existente de 15kVA x 2 x $\sqrt{3} / 2 = 26$ VA (método

de unión de puntos en V) es suficiente.

Transformador No. 4 (transformador de columna)

Especificaciones: 13,2 kV/120-240V, trifásico 10kVA x 1

Las bombas clorinatoras (3/4pH x 2) que estaban conectadas a este transformador se conectarán al nuevo transformador y su capacidad es suficiente.

(b) Generador eléctrico para emergencias

1. Carga del generador eléctrico: Para los dosificadores de productos químicos y la iluminación de la planta.
2. Capacidad del generador eléctrico:

Tipo : En torre autoenfriado con generación por combustible diesel

Especificaciones :

Fase : Trifásico

Tensión : 460V, 60 Hz

Método de arranque : arranque manual

Cálculo de capacidad

- Capacidad necesaria para el funcionamiento con carga estable total: PG1

$$P_{G1} = \frac{\Sigma P + \Sigma P_L \times \sqrt{3}}{\cos \theta \times y} \times \alpha = \frac{15,6 + 23,6 \times \sqrt{3}}{0,8 \times 0,85} \times 0,8 = \underline{66,4kVA}$$

Donde ΣP = es la carga eléctrica 15,6 kw

ΣP_L = carga de iluminación (monofase) 3,6 kw → cambia a trifásico

$\cos\theta$ = potencia 0,8

y = eficiencia 0,85

α = demanda 0,8

- Capacidad necesaria en caso de caída en la tensión: PG2

$$P_{G2} = P_m \times \beta \times c \times X_d \frac{1 - \Delta E}{\Delta E}$$
$$= 3,7 \times 7,2 \times 1,0 \times 0,3 \frac{1 - 0,25}{0,25} = \underline{24kVA}$$

donde P_m : voltaje máximo de salida de corriente eléctrica kw

β : Capacidad máxima por 1kA de arranque para cada 1kw 7,2

c : Método de arranque por valor (entrada directa = 1,0)

X_d : Valor fijo de generación 0,3

ΔE : Caída de tensión: 0,25

- Capacidad máxima de generación según capacidad necesaria para el arranque al final: PG3

$$P_{G3} = \frac{\left\{ \frac{\Sigma P + \Sigma P_L \times \sqrt{3}}{Y} \times \alpha - \frac{P_m}{Y_m} \right\} + \beta \times c \times \phi}{\tau \times \phi_G}$$

$$= \frac{\left\{ \frac{(15,6 + 23,6 \times \sqrt{3})}{0,85} \times 0,8 - \frac{3,7}{0,85} \right\} + 3,7 \times 7,2 \times 1 \times 0,4}{1,5 \times 0,8} = 49,4 \text{ kVA}$$

donde

- y_m : Capacidad máxima de consumo eléctrico eficiente 0,85
- ϕ_G : Capacidad máxima de consumo eléctrico en el arranque 0,4
- τ : Generador con volumen de carga lenta 1,5
- ϕ_G : Porcentaje de fuerza del generador 0,8

De los 3 elementos considerados anteriormente el que tiene volumen mayor es 66 kVA. Por lo tanto la capacidad estándar será de 80 kVA.

4.3.3 Cálculo de diseño del sistema El Cambray

(1) Instalaciones de toma de agua de El Hincapié

El contenido del Proyecto para la toma de agua de Hincapié es el cambio de 2 bombas elevadoras existentes y la reparación de la campana de aire existente así como las obras relacionadas.

(i) Instalación de la bomba elevadora: Cambio de 2 unidades

Hay 4 bombas elevadoras de agua instaladas. De estas se piensa cambiar 2. Para tomar el volumen de agua proyectado será necesario tener 3 bombas funcionando todo el tiempo. Las bombas nuevas deberán poder utilizarse conjuntamente con las existentes y para que tengan en común tanto el funcionamiento como los trabajos de mantenimiento. Se seleccionarán bombas del mismo modelo y misma marca que las que se están usando actualmente. Las especificaciones de la bomba elevadora son las que se mencionan a continuación

1. Tipo Bomba de flujo vertical

2. Capacidad de salida por aspiración:

1.975 m³/min.

1.975 m³/min. x 3 bombas = 5,93 m³/min. → 8.532 m³/día

3. Altura : 330 m
4. Potencia : 200 Caballos

(2) Instalaciones de la planta de tratamiento de agua de El Cambray

(i) Instalaciones del depósito de sedimentación por floculación

(a) Confirmación de forma básica y especificaciones

1. Tipo Depósito de sedimentación de flujo horizontal
2. Cantidad : 3 depósitos
3. Dimensiones : 11,0 m (An.) x 38,5 m (Long.) x 3,89 m (Al.)
4. Superficie : 420 m²
5. Capacidad : 1.600 m³
6. Período de espera :

$$\frac{1.600 \text{ m}^3 \times 3 \text{ depósitos}}{16.000 \text{ m}^3 / \text{día} + 24 \text{ horas}} = 7,2 \text{ horas} > [3 - 5 \text{ horas}]$$

7. Carga homogénea en la superficie

$$\frac{16.000 \text{ m}^3 / \text{día}}{420 \text{ m}^2 \times 3 \text{ depósitos}} = 12,6 \text{ m} / \text{día} \Rightarrow 8,8 \text{ mm} / \text{min.} < [15 - 30 \text{ m} / \text{min}]$$

8. Velocidad de flujo promedio en el depósito

$$\frac{16.000 \text{ m}^3 / \text{día}}{11,0 \text{ m (An.)} \times 3,78 \text{ m (Al.)} \times 3 \text{ depósitos}} = 127 \text{ m} / \text{día} \Rightarrow 0,09 \text{ m} / \text{min.} \geq [0,4 \text{ m} / \text{min o menos}]$$

9. Carga homogénea:

$$\frac{16.000 \text{ m}^3 / \text{día}}{11 \text{ m (An.)} \times 6 \text{ hileras} \times 3 \text{ depósitos}} = 81 \text{ m}^3 / \text{m} \cdot \text{día} < [500 \text{ m}^3 / \text{m} \cdot \text{día o menos}]$$

(ii) Instalaciones del tanque de filtrado

(a) Estructura general del tanque de filtrado

1. Tipo : Tanque de filtrado rápido de tipo abierto con vertedero (método de contra-lavado reforzado con mezcla de aire)

2. Dimensiones : 3,5 m x 7,0 m x 6 tanques
3. Superficie de 1 tanque : 24,5 m²
4. Velocidad del filtrado :

$$\frac{16.000 \text{ m}^3 / \text{día}}{24,5 \text{ m}^2 \times 6 \text{ depósitos}} = 108 \text{ m} / \text{día} < [150 \text{ m} / \text{día}]$$

5. Volumen de agua tratada: Lavado por aire
 $24,5 \text{ m}^2 \times 0,9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{min.} = 22,05 \text{ m}^3/\text{min.}$
 Contra-lavado de agua + aire
 $24,5 \text{ m}^2 \times 0,1 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{min.} = 2,5 \text{ m}^3/\text{min.}$
 Contra-lavado de agua
 $24,5 \text{ m}^2 \times 0,3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{min.} = 7,4 \text{ m}^3/\text{min.}$
 Volumen de agua residual de contra-lavado por cada trabajo
 $(2,5 \text{ m}^3/\text{min.} \times 5 \text{ min.}) + (7,4 \text{ m}^3/\text{min.} \times 10 \text{ min.}) = 87 \text{ m}^3$

(b) Material de filtrado

1. Granos: 0,9 - 1,0 mm
2. Peso específico: menos de 1,7
3. Espesor: 900 mm
4. Cantidad 3,5 m (An.) x 0,7 m (Long.) x 0,9 m (Al.) x 6 tanques - 132 m³

(c) Tobera de acumulación de agua

1. Tipo: Toberas de plástico de caño largo
2. Altura de instalación: altura 200 mm → 36 toberas/m²
3. Cantidad: 24,5 m² x 36 toberas/m² x 6 tanques - 5.292 toberas → 5.500 toberas

(d) Soplador de contra-lavado

1. Tipo: Soplador de raíz
2. Especificaciones: 22
3. Cantidad: 2 unidades (1 de reserva)

(e) Bomba de contra-lavado

1. Tipo: Bomba de flujo horizontal
2. Especificaciones: 8,6 m³/min x 15 mAq x 37 kw
3. Cantidad: 2 unidades (1 de reserva)

(f) Bomba de recuperación del agua de contra-lavado

1. Tipo : Bomba sumergida

2. Especificaciones: Se seleccionarán las siguientes especificaciones

Volumen de agua de contra-lavado 87 m^3 por lavado (Capacidad efectiva del recipiente del agua de contra-lavado 624 m^3)

Supongamos que se hace el contra-lavado del tanque de filtrado una vez al día y es posible lavar todo el tanque de filtrado en 8 horas. La recuperación del agua residual demorará 12 horas y por lo tanto:

Volumen de salida de aspiración de la bomba

$$87 \text{ m}^3 \text{ por vez} \times 6 \text{ tanques} \div 720 \text{ minutos} = 0,73 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Boca de la tubería de salida de aspiración

$$100 \text{ } \phi \text{ Velocidad del flujo en la tubería } 1,5 \text{ m/seg.}$$

Altura

$$\text{Altura efectiva : } 29 \text{ m}$$

$$\text{Pérdida en la altura : Longitud total } 350 \text{ m} \times 18 \text{ mm/m} = 6,3 \text{ m}$$

$$\text{Altura total : } 29 \text{ m} + 6 \text{ m} = 35 \text{ m}$$

Las especificaciones de la bomba de recuperación del agua de contra-lavado son las siguientes

$$0,73 \text{ m}^3/\text{min.} \times 35 \text{ mAq} \times 15 \text{ kw}$$

(iii) Dosificador de productos químicos

(a) Inyector de alambre: nuevo

1. Condiciones del diseño

Volumen de agua procesada según diseño $16.000 \text{ m}^3/\text{día}$

Turbiedad según diseño Máx. 1.000 NTU

Mín. 20 NTU

Calidad Volumen existente de Al_2O_3 Más de 16% (18,9%)

Velocidad de inyección

(promedio) 30 mg/l (de acuerdo a la experiencia existente)

(máximo) 150 mg/l (de acuerdo a la experiencia existente)

Volumen utilizado de productos secos

$$\text{(promedio)} 16.000 \text{ m}^3/\text{día} \times 30,0 \text{ mg/l} \times 10^{-3} = 480 \text{ kg/día}$$

$$\text{(máximo)} 16.000 \text{ m}^3/\text{día} \times 150,0 \text{ mg/l} \times 10^{-3} = 2.400 \text{ kg/día}$$

Volumen utilizado de productos disueltos (10% de líquido, peso relativo 1,1)

(promedio) Densidad de la solución de productos químicos 10%, peso relativo

1,1

$$480 \text{ kg/día} \times \frac{100}{10} \times 10^{-3} \times \frac{1}{1,1} = 4,4 \text{ m}^3/\text{día}$$

(máximo) Densidad de la solución de productos químicos 20%, peso relativo 1,2

$$2400 \text{ kg/día} \times \frac{100}{10} \times 10^{-3} \times \frac{1}{1,2} = 20 \text{ m}^3/\text{día}$$

2. Capacidad del tanque de disolución del alumbre

Cuando la turbiedad está dentro del promedio en la entrada de agua cruda, si preparamos la solución 1 vez al día, se deberá utilizar un recipiente de 5.0 m³ y, para realizar el trabajo correctamente, se deberán utilizar dos recipientes. Con una capacidad del recipiente de 5,0 m³ y la turbiedad máxima en la entrada del agua cruda, será equivalente a 6,0 horas de uso. La densidad de la solución se puede cambiar a un 20% y utilizar durante 12 horas y debido a que tenemos un recipiente de reserva para disolver el alumbre, tenemos suficiente tiempo para que se disuelva toda la mezcla.

3. Selección de la bomba de alumbre

El método de inyección será mediante rotación de la bomba + inyección de cantidad fija, el número de unidades según diseño es 1 unidad y 1 de repuesto. El volumen de salida por aspiración de la bomba es para un volumen de inyección máximo necesario de 13,9 l/min. y, pensando en cierta cantidad de reserva, de 50 l/min.

Tipo : Bomba magnética

Especificaciones: 50 l/min x 20 mAq x 1,5 kw

(b) Inyector de cal apagada: nuevo

1. Condiciones del diseño

Porcentaje de inyección:

Fórmula: Volumen inyectado de cal apagada = 0,51 x volumen inyectado de alumbre

(promedio) 30,0 (mg/l) x 0,51 = 15,0 mg/l

(máximo) 150,0 (mg/l) x 0,51 = 77,0 mg/l

Volumen utilizado de productos secos

(promedio) 16.000 m³/día x 30,0 mg/l x 10⁻³ = 240 kg/día

(máximo) 16.000 m³/día x 77,0 mg/l x 10⁻³ = 1.230 kg/día

Volumen utilizado de productos disueltos (10% de líquido, peso relativo 1,06)

$$\text{(promedio)} \quad 240 \text{ kg/día} \times \frac{100}{10} \times 10^{-3} \times \frac{1}{1,06} = 2,26 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{(máximo)} \quad 1.230 \text{ kg/día} \times \frac{100}{10} \times 10^{-3} \times \frac{1}{1,06} = 11,6 \text{ m}^3/\text{día}$$

2. Capacidad del tanque de disolución de cal apagada

Cuando la turbiedad está dentro del promedio en la entrada de agua cruda, si preparamos la solución 1 vez al día, se deberá utilizar un recipiente de 4,0 m³ y, para realizar el trabajo correctamente, se deberán utilizar dos recipientes. Con una turbiedad máxima en la entrada del agua cruda, será equivalente a 8 horas de uso. Al igual que con el alumbre si cambiamos la densidad de la solución a un 20% y se puede utilizar durante 16 horas y debido a que tenemos un recipiente de reserva para disolver la cal apagada, tenemos suficiente tiempo para que se disuelva toda la mezcla.

3. Selección de la bomba de cal apagada

El método de inyección es del tipo rotación de la bomba + inyección de cantidad fija, el número de bombas instaladas según diseño es 1 unidad y 1 de repuesto, para un total de 2. La cantidad máxima de solución de cal apagada necesaria será de 8,1 l/min pero debido a que esto requiere una gran boca de la tubería y, pensando en cierta cantidad de reserva, será de 200 l/min.

Tipo : Bomba por lechada abrasivo-resistente

Especificaciones : 0,2 m³/min. x 20m x 3,7 kw

Cantidad : 2 bombas (1 de reserva)

4. Alimentador de cal apagada

La solución de cal apagada tiene un aspecto lechoso y se da el caso de que haya granos que tapen la tubería. De esta forma en las cercanías de la inyección se hará desaparecer la presión de la bomba y se inyectará mediante alimentador. La solución sobrante se devolverá al tanque.

Tipo : Alimentador rotatorio de solución

Especificaciones : 0,4 - 16,0 l/min. (lechada de cal apagada al 10%)

Cantidad : 1 unidad

(c) Inyección de cloro: nuevo

1. Condiciones del diseño

Volumen de agua tratada según el proyecto 16.000 m³/día = 667 m³/hora

Porcentaje inyectado

Pre-cloración (promedio) 3 mg/l

(máximo) 5 mg/l

Post-cloración (promedio)	3 mg/l
(máximo)	5 mg/l
Volumen inyectado	
Pre-cloración (máximo)	$667 \text{ m}^3/\text{hora} \times 5 \text{ mg/l} \times 10^{-3} = 3,34 \text{ kg/hora}$
Post-cloración (máximo)	$667 \text{ m}^3/\text{hora} \times 5 \text{ mg/l} \times 10^{-3} = 3,34 \text{ kg/hora}$
Total (máximo)	6,68 kg/hora

2. Ajuste de vacío

Especificaciones: Tipo sin conexiones. 10 kg/hora

Cantidad : 2 divisiones (1 de reserva)

3. Medidor de caudal centrifugado, eyector

Especificaciones/cantidad : Pre-cloración 4 kg/hora 1 división

Post-cloración 4 kg/hora 1 división

4. Bomba de suministro de agua

Tipo : Bomba de flujo horizontal

Especificaciones: 100 l/min. x 40 m x 3,7 kw

Cantidad : 2 bombas (1 de reserva)

(d) Equipo de medición

1. Medidor de nivel del depósito de agua tratada

Nivel de agua del depósito de agua tratada : 5 mH

Gama de medición: 0 - 6 mH

Tipo : Medidor de nivel por flotador mecánico

Cantidad : 2 divisiones

2. Medidor de caudal de agua procesada

Tipo : Medidor de caudal por ultrasonido

Especificaciones: 670 m³/hora x 350 (Diám.)

Cantidad : 2 divisiones

(e) Otros equipos

1. Equipo de bomba para suministro en la planta

Especificaciones: Tipo paquete

Especificaciones: Se indica la selección a continuación.

Principales destinos de suministro de agua:

Suministro de agua a los tanques de productos químicos sulfato de aluminio, cal apagada

Capacidad del tanque de productos químicos de Sulfato de aluminio : 5 m^3

Capacidad del tanque de productos químicos de Cal apagada: 4 m^3

Cada tanque puede llenarse en 10 minutos para su salida por aspiración.

$5 \text{ m}^3 + 10 \text{ min} = 0,5 \text{ m}^3/\text{min}$

Volumen de salida de aspiración del exceso $0,5 \text{ m}^3/\text{min.}$, presión de salida de aspiración aprox. $2,0 \text{ kg/cm}^2$.

Las especificaciones de la unidad de suministro de agua en planta son:

$0,5 \text{ m}^3/\text{min.} \times 30 \text{ m} \times 5,5 \text{ kw}$

Cantidad : 1 juego.

(iv) Instalaciones eléctricas

(a) Transformador eléctrico (Planta de tratamiento de agua de El Cambray)

1. Condiciones del diseño

- Las instalaciones y maquinaria nueva recibirán energía eléctrica del nuevo transformador.
- Cada uno de los transformadores instalados, para los tableros de controles y la iluminación seguirán utilizándose para los mismos propósitos.
- Se instalará un generador eléctrico para emergencias para utilizar en caso de cortes eléctricos.

2. Transformador eléctrico para nuevos equipos: El nuevo transformador eléctrico para la planta será el más apropiado a las especificaciones de los equipos instalados y el más económico o con mejor conservación de energía.

Tipo : Mecanismo autoenfriado sumergido en aceite (el actual es un transformador de columna)

Especificaciones :

Fases: trifásico

Tensión primaria : $13,2 \text{ kV}$, 60 Hz

Tensión secundaria: 460V

Cálculo de capacidad

Carga total SP : $114,2 \text{ kw}$

Fórmula de cálculo: Capacidad del transformador P_t

$$P_t = \frac{\Sigma P}{\cos \theta \cdot y} \times \alpha \times \beta = \frac{114,2}{0,8 \times 0,85} \times 0,8 \times 1,2 = 161 \text{ kVA}$$

Por lo tanto se utilizará una capacidad estándar de 200 kVA .

Considerando que el $\cos \theta =$ potencia $0,8$, y

$y =$ eficiencia $0,85$, α

$\alpha =$ demanda $0,8$, $\beta =$ exceso 20%

3. Transformador para nuevas iluminaciones: Para la electricidad de las instalaciones de iluminación actuales y nuevas, se instalará lo siguiente.

Tipo : Seco (guardado en una celda)

Especificaciones :

Fase : Trifásico de línea simple

Tensión primaria : 460V, 60 Hz

Tensión secundaria: 120 - 240V

Cálculo de capacidad:

Carga de iluminación existente : ΣP_{L1} : 23,75kVA

ΣP_{L2} : 2,5kVA

Cálculo : La capacidad P_t del transformador es

$$P_t = (\Sigma P_{L1} + \Sigma P_{L2}) \times \alpha \times \beta = (23,75 + 2,5) \times 0,7 \times 1,1 = 23,875 \text{ kVA}$$

utiliza una capacidad estándar de 30kVA.

donde α = demanda 0,7, β = exceso 1,1.

4. Capacidad del transformador existente

Transformador No. 1 (transformador de columna)

Especificaciones: 13,2 kV/120-240V, monofase 10kVA x 1

La iluminación y los dosificadores de productos químicos que se estaban alimentando con este transformador serán alimentados por el nuevo transformador y la capacidad actual es suficiente.

Transformador No. 12(transformador de columna)

Especificaciones: 13,2 kV/120-240V, monofase 25kVA x 3

Debido a que las instalaciones alimentadas por este transformador pasarán a alimentarse por el nuevo transformador, no es necesario.

(b) Generador eléctrico para emergencias

1. Carga del generador eléctrico: Para los dosificadores de productos químicos y la iluminación de la planta.

2. Capacidad del generador eléctrico:

Tipo : En torre autoenfriado con generación por combustible diesel

Especificaciones :

Fase : Trifásico

Tensión : 460V, 60 Hz

Método de arranque: arranque manual

Cálculo de capacidad

• Capacidad necesaria para el funcionamiento con carga estable total: PG1

$$P_{G1} = \frac{\Sigma P + \Sigma P_L \times \sqrt{3}}{\cos \theta \times y} \times \alpha = \frac{11,9 + 21 \times \sqrt{3}}{0,8 \times 0,85} \times 0,8 = 56,7 \text{ kVA}$$

Donde ΣP es la carga eléctrica 11,9 kw

ΣP_L carga de iluminación (monofase) 21 kw → cambia a trifásico

$\cos \theta$ = potencia 0,8

y = eficiencia 0,85

α = demanda 0,8

- Capacidad necesaria en caso de caída en la tensión: PG2

$$P_{G2} = P_m \times \beta \times c \times X_d \frac{1 - \Delta E}{\Delta E}$$

$$= 3,7 \times 7,21 \times 1,0 \times 0,3 \frac{1 - 0,25}{0,25} = 24 \text{ kVA}$$

donde P_m : voltaje máximo de salida de corriente eléctrica kw

β : Capacidad máxima por 1kA de arranque para cada 1kw 7,2

c : Método de arranque por valor (entrada directa = 1,0)

X_d : Valor fijo de generación 0,3

ΔE : Caída de tensión: 0,25

- Capacidad máxima de generación según capacidad necesaria para el arranque al final: PG3

$$P_{G3} = \frac{\left\{ \frac{\Sigma P + \Sigma P_L \times \sqrt{3}}{y} \times \alpha - \frac{P_m}{y_m} \right\} + \beta \times c \times \phi_s}{\tau \times \phi_g}$$

$$= \frac{\left\{ \frac{(11,9 + 21 \times \sqrt{3})}{0,85} \times 0,8 - \frac{3,7}{0,85} \right\} + 3,7 \times 7,2 \times 1 \times 0,4}{1,5 \times 0,8} = 43,08 \text{ kV}$$

donde y_m : Capacidad máxima de consumo eléctrico eficiente 0,85

ϕ_s : Capacidad máxima de consumo eléctrico en el arranque 0,4

τ : Generador con volumen de carga lenta 1,5

ϕ_g : Porcentaje de fuerza del generador 0,8

De los 3 elementos considerados anteriormente el que tiene volumen mayor es 56 kVA. Por lo tanto la capacidad estándar puede ser de 60 kVA pero para compatibilizar con el resto de las instalaciones se usará uno de 80 kVA.

4.3.4 Adquisición de equipos y recursos

Los materiales y equipos a adquirir para el presente proyecto consisten principalmente en los instrumentos para el laboratorio de análisis de calidad del agua. La lista de equipos pretende satisfacer todos los puntos a analizar para asegurar un suministro de agua de buena calidad. Dentro del funcionamiento del sistema de tratamiento del agua, permite decidir el nivel de inyección de coagulantes que es la parte más importante de todo el proceso. El uso de estos instrumentos dependerá de su uso por una persona responsable y hemos decidido adquirir sólo lo más necesario como para que no represente una carga de trabajo demasiado grande para la persona responsable. Para los análisis de calidad de agua más refinados, se utilizará, al igual que hasta ahora, el Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria. Instalaremos los siguientes instrumentos en cada una de las 3 plantas de tratamiento del agua.

Ensayo de jarra	: 6 pruebas simultáneas	1 juego
Medidor de turbiedad	: Método de medición por difusión de luz	1 juego
Medidor de coloración	: Método de medición por difusión de luz	1 juego
Medidor de pH	: digital	1 juego
Medidor de cloro residual	: Tipo valorador	1 juego
Probetas		1 juego
Dispositivo de determinación de alcalinidad		1 juego
Estantes	: para guardar los elementos anteriores	1 juego

4.3.5 Plano del diseño básico

El plano de diseño correspondiente al presente Diseño Básico tendrá los siguientes puntos y estará incluido en el Apéndice.

Contenido del plano de diseño básico

(1) Sistema Las Ilusiones

1. Plano de ubicación de las instalaciones en la planta de tratamiento de agua de Las Ilusiones
2. Plano de ubicación de las instalaciones en la planta de toma de agua de El Atlántico
3. Plano estructural del sistema
4. Plano de alturas de los niveles de agua
5. Plano de la estructura del dispositivo de centrifugado de arena
6. Plano del dosificador de productos químicos

7. Plano de ubicación de las instalaciones eléctricas
8. Plano del cableado eléctrico de la planta de tratamiento de agua de Las Ilusiones
9. Plano del cableado eléctrico de la planta de toma de agua de El Atlántico
10. Plano de tableros de control
11. Plano de la sala de electricidad

(2) Sistema Santa Luisa

1. Plano de ubicación de las instalaciones en la planta de tratamiento de agua
2. Plano estructural del sistema
3. Plano de alturas de los niveles de agua
4. Plano del dosificador de productos químicos
5. Plano de la estructura del tanque de filtrado
6. Plano de la estructura de la sala de cloro
7. Plano de ubicación de las instalaciones eléctricas
8. Plano del cableado eléctrico
9. Plano de tableros de control
10. Plano de la estructura de la sala de electricidad

(3) Sistema El Cambray

1. Plano de ubicación de las instalaciones en la planta de tratamiento de agua de El Cambray
2. Plano de ubicación de las instalaciones en la planta de toma de agua de Hincapié
3. Plano estructural del sistema
4. Plano de alturas de los niveles de agua
5. Plano del dosificador de productos químicos
6. Plano de la estructura del tanque de filtrado
7. Plano de la estructura de la sala de cloro
8. Plano de ubicación de las instalaciones eléctricas
9. Plano del cableado eléctrico de la planta de tratamiento de agua de El Cambray
10. Plano del cableado eléctrico de la planta de toma de agua de Hincapié
11. Plano de tableros de control
12. Plano de la estructura de la sala de electricidad

4.4 Plan de obras

4.4.1 Sistema de obras a construir

El presente proyecto se compone de (1) Obras de mejoramiento de cada una de las instalaciones, (2) Diseño y control por parte de la Consultora, (3) Obras a cargo del Gobierno de la República de Guatemala. De estos puntos el (1) y el (2) están a cargo del Gobierno del Japón y están enmarcados en el sistema de Cooperación Financiera no Reembolsable; el (3) deberá ser financiado por el Gobierno de la República de Guatemala utilizando sus propios recursos. Las obras que son responsabilidad del Gobierno de la República de Guatemala deberán irse haciendo para acompañar las obras realizadas por el Gobierno del Japón. El flujo de las relaciones empezará por el Canje de Notas (C/ N) firmado por ambos gobiernos. A continuación la Consultora japonesa y las autoridades a cargo del proyecto en el país receptor firmarán un contrato de consultora. La consultora estará sujeto a los términos del contrato y deberá definir el diseño, preparar los documentos de la licitación, seleccionar la empresa constructora ganadora de la licitación por cuenta del Gobierno de la República de Guatemala. Una vez seleccionada la empresa constructora y firmado el contrato empezarán las obras. La siguiente figura muestra el estado de las relaciones entre las partes en ese momento

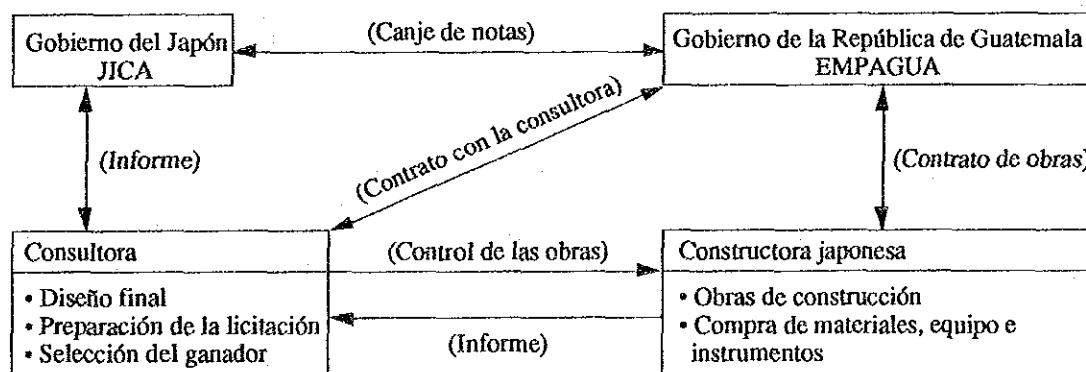


Figura 12 Estructura administrativa a cargo de las obras

(1) Estructura administrativa a cargo de las obras

El organismo de la República de Guatemala directamente encargada del proyecto es EMPAGUA. EMPAGUA es la empresa pública a cargo del suministro de agua potable a la ciudad de Guatemala, estando a su cargo la investigación, planeamiento, diseño y puesta en práctica del desarrollo y ampliación de las obras. EMPAGUA se divide en una Gerencia de Administración general y Finanzas y una Gerencia técnica. El presente proyecto estará a cargo de la Gerencia Técnica, especialmente

dentro del Departamento de control del funcionamiento. Después del C/N, EMPAGUA deberá realizar un Acuerdo Bancario (A/B), dejar libres de impuestos de importación los materiales y recursos importados. Deberá actuar en cooperación con las autoridades nacionales para obtener suficientes recursos para hacer las obras que corren por cuenta del Gobierno de la República de Guatemala. Estas obras deberán terminarse al momento que sea necesario por el progreso de las obras a cargo del Gobierno del Japón. Una vez terminado el proyecto, EMPAGUA deberá conseguir suficientes recursos dentro de su presupuesto como para hacer funcionar y mantener en buenas condiciones las plantas de los sistemas rehabilitados mediante este proyecto.

(2) Consultora

La consultora deberá ser una persona jurídica japonesa y, una vez realizado el Canje de Notas correspondiente a la Cooperación Financiera no Reembolsable, EMPAGUA deberá contratar los servicios de dicha consultora. A continuación, de acuerdo a los términos del contrato, se realizará un diseño detallado, se preparará la licitación y se seleccionará la empresa a cargo de las obras en lugar de EMPAGUA. En la etapa de las obras, se encargará del control y se encargará de que todos los trabajos se realicen sin tropiezos.

(3) Proveedores

Los proveedores deberán ser personas jurídicas japonesas que deberán entregar los materiales y recursos o instrumentos solicitados en el contrato y, simultáneamente con el progreso de las obras, deberán entregar en el lugar preestablecido, encargándose del envío hasta el lugar donde cambia de propiedad. Las obras de construcción deberán realizarse bajo el control de la consultora. Una vez terminados los trabajos, el proveedor deberá realizar las pruebas de funcionamiento, los ajustes y el entrenamiento para mantener y hacer funcionar las instalaciones. Deberá verificar que no hay anomalías en el funcionamiento y se hará la entrega definitiva al Gobierno de la República de Guatemala. Para que las instalaciones puedan funcionar eficientemente, las pruebas de funcionamiento, las verificaciones y los ajustes deberán realizarse bajo la vigilancia de los técnicos de EMPAGUA.

4.4.2 División de responsabilidades de los trabajos

La división de las responsabilidades de los trabajos será la siguiente.

(1) Responsabilidades del Gobierno de la República de Guatemala

El contenido de las obras a realizar por parte del Gobierno de la República de

Guatemala o que estarán bajo su responsabilidad son las del siguiente cuadro. El proyecto tiene por finalidad la de rehabilitar las instalaciones de las plantas de tratamiento de agua y de toma de agua existentes. Por lo tanto no existe la necesidad de adquirir nuevos terrenos o de instalar conexiones eléctricas o de agua.

(i) Contenido de las obras

Cuadro 27 Contenido de las obras a cargo de la República de Guatemala para cada uno de los sistemas

Trabajos	Las Ilusiones	Santa Luisa	El Cambray
(1) Adquisición de los terrenos para la construcción de las instalaciones, preparación del terreno, eliminación de raíces, etc.	○	○	○
(2) Trabajos de instalación de desagües dentro y fuera de la planta.	○	○	○
(3) Plantación de árboles y césped en la planta	○	○	○
(4) Trazado de las vías de acceso a la planta de tratamiento de agua	—	○	—
(5) Trabajos eléctricos relacionados con la instalación de un nuevo transformador (13,2 KV)	○	○	○
(6) De los elementos solicitados, el Gobierno del Japón ha eliminado los siguientes puntos			
a. Instalación compuerta en el equipo de toma de agua	○	—	○
b. Reparación de la válvula de eliminación de residuos del depósito de sedimentación	—	○	○
c. Reparación del medidor de peso de la bomba de cloro	—	○	—
d. Reparación de la compuerta de desahúe de la acumulación del agua recuperada de los residuos de contra-lavado	○	○	○
e. Instalaciones telefónicas en la planta de tratamiento de agua	○	○	○

(ii) Pasos para la conveniencia

1. Durante las obras, si fuera necesario tener un lugar donde dejar los materiales y objetos en otro lugar fuera de la planta, será necesario ofrecer un terreno gratuitamente
2. Firmar un contrato para el Acuerdo Bancario (A/B) y realizar los procedimientos necesarios para hacer los pagos, pagar también los gastos de transferencia.
3. Para los equipos y materiales utilizados en este proyecto y para las personas que trabajan en el mismo, realizar todos los trámites necesarios para no pagar impuestos aduaneros o internos.
4. Con respecto a los equipos y materiales utilizados en el proyecto, realizar los trámites aduaneros para que salgan lo antes posible.
5. Las personas de nacionalidad japonesa que trabajan para este proyecto deberán

poder entrar y salir del país libremente y poder permanecer en el país sin inconvenientes.

6. Realizar todos los trámites necesarios para cumplir con las leyes y reglamentos de la República de Guatemala, antes de empezar las obras del proyecto.
7. Los coagulantes, lubricantes y combustibles necesarios para hacer el funcionamiento de prueba de las instalaciones, y pago de la tarifa eléctrica necesaria para estas pruebas.
8. Preparación de un presupuesto que permita cubrir los gastos necesarios para mantener en funcionamiento y reparar las instalaciones del proyecto

(2) Responsabilidades del Gobierno del Japón

Las responsabilidades del Gobierno del Japón aparecen en el siguiente cuadro junto con las obras en las instalaciones y edificios y los materiales y recursos necesarios y su transporte hasta la planta, entrenamiento para la realización de las obras, funcionamiento de prueba, verificaciones, ajustes y administración del mantenimiento y funcionamiento.

Cuadro 28 Gama de instalaciones a cargo del Gobierno del Japón en cada uno de los sistemas

Nombre del equipo	Las Ilusiones	Santa Luisa	El Cambray
Equipo de toma de agua	○	—	○
Depósito de formación de flóculos	—	○	○
Depósito de sedimentación	○	○	○
Tanque de filtrado	○	○	○
Dosificador de productos químicos	○	○	○
Equipo medidor	○	○	○
Equipos eléctricos	○	○	○
Equipo de suministro de agua en la planta	○	—	○
Compra de instrumentos para el análisis de calidad del agua	○	○	○

4.4.3 Plan de administración de los trabajos de construcción

(1) Condiciones para la construcción

En la ciudad de Guatemala hay una serie de Consultoras y empresas de construcción con gran experiencia y, cuando este proyecto entre en la etapa de construcción, podemos pensar en contratar una de ellas. Hay empresas locales que alquilan la maquinaria para construcción y en el caso de las máquinas normalmente utilizadas, éstas pueden ser alquiladas en una de ellas. Cuando fuera necesario utilizar maquinaria especializada, éstas deberán traerse de Japón. En general es posible decir que hay escasez de obreros calificados y que la mayoría de ellos están contratados por las empresas constructoras.

(2) Precauciones durante la construcción

Debido a que las plantas están en funcionamiento y suministran agua corriente, no es posible pararlas durante un largo período de tiempo y provocar la falta de agua a la población. Esto hace necesario preparar un calendario detallado que tenga en cuenta este problema. A continuación hemos establecido los puntos principales.

1. Debido a que se deberán realizar todas las obras mientras se mantiene el suministro de agua a la ciudad, será necesario mantener en todo momento parte de los equipos funcionando mientras se hacen los trabajos. Esto hace muy difícil la realización de los trabajos y el calendario será mucho más largo. En todas las etapas del trabajo, deberá garantizarse por lo menos el 50% del suministro de agua.
2. Se deberá mantener en todo tiempo un adecuado grado de higiene en la planta y, a pesar de que durante el calendario de las obras habrá muchos técnicos y obreros trabajando en la planta, deberá tenerse en cuenta la importancia de la higiene y, en el caso de las viviendas de los obreros, los baños, duchas, etc. su cantidad así como su ubicación. Además, como los trabajos se realizan en un área restringida que es la superficie actual de la planta, deberán tomarse todas las precauciones necesarias para que no haya accidentes y para la seguridad del trabajo.
3. Los 3 sistemas de tratamiento de agua están alejados entre sí y será necesario instalar oficinas, depósito de materiales y recursos y talleres de preparación de materiales temporarios en cada una de las plantas.
4. Una vez terminadas las instalaciones y ajustes necesarios, se realizará un cursillo para los funcionarios de EMPAGUA bajo la responsabilidad del constructor. El contenido del cursillo se compone de una parte teórica y una parte práctica sobre el funcionamiento de las instalaciones, para entender bien su operación. Los

técnicos que actuarán como entrenadores y formarán seminarios de entrenamiento deberán tener experiencia en este tipo de situaciones. Se realizará una selección de las personas más apropiadas y el entrenamiento de los técnicos entrenadores durará 2 meses.

4.4.4 Plan de control y diseño de las obras

Una vez firmado y establecido el acuerdo del plan de cooperación financiera entre ambos países, quedará definido el alcance y contenido del Canje de Notas y el gobierno de la República de Guatemala firmará un contrato por los servicios de una consultora japonesa la que deberá establecer un diseño de las obras y realizar un control del progreso de las mismas. A continuación se da un resumen de los trabajos que deberá realizar la consultora.

(1) Diseño de las obras

1. Estudio en Guatemala

En la etapa del Diseño Básico se han estudiado y preparado la información sobre las condiciones climáticas, hidrológicas, topografía, geología, materiales de construcción, mano de obra disponible y leyes que regulan las obras en general. Los datos cuantitativos necesarios para el diseño de las obras así como la investigación geológica del suelo y las demás condiciones para el diseño de las obras se analizarán en el lugar y se volverán a confirmar todos los datos del informe de Diseño Básico.

2. Diseño de las obras

Se procederá a la preparación de los documentos para la licitación, plan detallado de las obras, cálculo de costos detallado de las obras.

3. Preparación de la licitación

Se hará la preparación de los documentos para la licitación, asistencia a la selección de las normas para la licitación, participación en la recepción de documentos de la licitación, evaluación de los resultados de la licitación, preparación del contrato y presencia en la firma del contrato de las obras.

(2) Control de las obras

1. Trabajos de control de las obras

Discusiones con el personal antes de la iniciación de las obras, aceptación de los planos de diseño, inspección de materiales y equipos antes de la salida, control

de obras en la planta, presencia en el momento de instalación de equipos, preparación de los informes de avance de las obras, entrega del certificado de finalización de las obras y certificado de pago e inspección de finalización de las obras.

2. Trabajos a realizar a la finalización de las obras

Entrega del certificado de terminación de las obras, trabajos de traspaso de la propiedad, informe final de las obras, trámites de finalización del trabajo de la consultora.

3. Administración del mantenimiento del funcionamiento

Preparación de un plan de administración y mantenimiento y manuales para el mantenimiento y el funcionamiento de las instalaciones de toma de agua, transformadores eléctricos y de tratamiento del agua.

4.4.5 Plan de adquisición de materiales y recursos

Los materiales y recursos necesarios para el proyecto y el país de adquisición son: para el cemento, estructuras de hierro y materiales de construcción básicos se adquirirán en la República de Guatemala; la maquinaria, equipos eléctricos se adquirirán en Japón y la reparación de las instalaciones existentes requerirá el uso de productos iguales a los existentes y puede ser necesario adquirir repuestos de otros países. La adquisición de todos estos materiales y recursos deberán basarse en el control del diseño de la consultora y estarán a cargo del contratista general. Los materiales y recursos que requiere este proyecto aparecen en el cuadro 29.

Cuadro 29-1 Lista de materiales y recursos principales a adquirir

Principales materiales y recursos a instalar	Instalaciones	Trabajos	Materiales	Especificaciones	Cantidad	Adquisición				
						Guatemala	Japón	Otros Países		
Sistema Las Huesones	Instalaciones de la toma de agua	Planta de tratamiento de agua	Bomba de toma de agua	Flujo vertical, 5,86m ³ /min x 448m x 800CV	2			○		
			Compresor	620 l/min. x 50 kg.f/cm ² x 15kw	2		○			
			Bomba de vacío	10m ³ /min. x -1.000mAq x 2,2kw	3		○			
			Válvula de eliminación de vacío	Apertura y cierre magnético, ø 100 mm	4 div.		○			
			Compresor	150 l/min. x 4kg.f/cm ² x 1,5kw	2		○			
			Bomba de recuperación del agua de residuos	Bomba sumergida 1,0m ³ /min. x 12m x 5,5kw	2		○			
			Válvula de entrada al tanque de filtrado	630mm (Long.) x 360mm (An.)	8		○			
			Caja de parcialización	Diámetro de la boca 50mm, diám. de flotador 400mm	2		○			
			Tobera de acumulación	Plástico de caño largo	2.600		○			
			Bomba de recuperación del agua del contra-lavado	Bomba sumergida, 0,9m ³ /min. x 16mAq x 5,5kw	2		○			
			Bomba de alumbre	Magnética, 50 l/min. x 20m x 1,5kw	2		○			
			Bomba de cal apagada	Lechada abrasivo-resistente 200 l/min. x 20m x 3,7kw	2		○			
			Batidora	Vertical, 1,5kw	4		○			
			Clorinador	Conexión directa, 10kg/hora	2		○			
			Bomba de suministro de agua	Flujo horizontal, 200 l/min. x 40m x 3,7kw	2		○			
			Medidor de caudal	Ultrasonido, 1,050m ³ /hora, ø 500mm	2		○			
			Transformador eléctrico	13,2kv/460v trifásico 150kvA	1		○			
			Tablero de conexiones/tablero de controles	Autoestable interior	1		○			
			Generador eléctrico	Trifásico 460v 80kvA	1		○			
			Sistema Santa Luisa	Planta de tratamiento de agua	Placa oscilante	Placa de policloruro de vinilo 740mm(Long.) x 740mm(An.)	2.385		○	
					Soplador de contra-lavado	De Roots, 26,0m ³ /min. x 0,4kg.f/cm ² x 37kw	2		○	
					Bomba de recuperación del agua del contra-lavado	Bomba sumergida, 2,51m ³ /min. 22mAq x 22kw	2		○	
					Bomba de alumbre	Magnética, 50 l/min. x 20m x 1,5kw	2		○	
					Bomba de cal apagada	Deslizante por fricción 200 l/min. x 20m x 3,7kw	2		○	
					Batidora	Vertical, 1,5kw	4		○	
					Clorinador	Conexión directa, 10kg/hora	2		○	
					Bomba de suministro de agua	Flujo horizontal, 100 l/min. x 40m x 3,7kw	4		○	
Medidor de caudal	Ultrasonido, 1,667m ³ /hora, ø 600mm	1				○				
Transformador eléctrico	13,2kv/460v trifásico 200kvA	1				○				
Tablero de conexiones/tablero de controles	Autoestable interior	1				○				
Generador eléctrico	Trifásico 460v 80kvA	1				○				

Cuadro 29-2 Lista de materiales y recursos principales a adquirir

	Instalaciones	Trabajos	Materiales	Especificaciones	Cantidad	Adquisición			
						Guatemala	Japón	Otros países	
Principales materiales y recursos a instalar	Sistema El Cambray	Planta de tratamiento de agua	Instalaciones de la toma de agua	Bomba de toma de agua	Flujo vertical, 1,975m ³ /min. x 330m x 200CV	2			○
				Compresor	400 l/min. x 50kg.f/cm ³ x 3,7kw	2		○	
			Medidor de caudal	Tipo ultrasonido, ø 350	1		○		
			Bomba de contra-lavado	Flujo horizontal, 8,6m ³ /min. x 15mAq x 37kw	2		○		
			Soplador de contra-lavado	Roots, 22m ³ /min. x 0,4kg.f/cm ² x 37kw	2		○		
			Bomba de recuperación del agua del contra-lavado	Bomba sumergida, 0,73m ³ /min. 35mAq x 15kw	2		○		
			Bomba de alumbre	Magnética, 50 l/min. x 20m x 1,5kw	2		○		
			Bomba de cal apagada	Lechada abrasivo-resistente 200 l/min x 20 m x 3,7kw	2		○		
			Batidora	Vertical, 1,5kw	4		○		
			Clorinador	Conexión directa, 10kg/hora	2		○		
			Bomba de suministro de agua	Flujo horizontal, 100 l/min. x 40 m x 3,7kw	2		○		
			Medidor de caudal	Ultrasonido, 670m ³ /hora, ø 350mm	2		○		
			Transformador eléctrico	13,2kv/460v trifásico 200kVA	1		○		
			Tablero de conexiones/tablero de controles	Autoestable interior	1		○		
			Generador eléctrico	Trifásico 460v 80kVA	1		○		
			Materiales y recursos a instalar	Comunes	Laboratorio de calidad de agua	Ensayo de jara	Para hacer 6 pruebas simultáneas	3	
Medidor de turbiedad	Método de difusión de luz	3					○		
Medidor de pH	Digital	3					○		
Medidor de cloro residual		3					○		
Medidor de coloración	Método de difusión de luz	3					○		
Materiales de construcción	Comunes	Arena, material de soporte		1	○				
		Arena para filtrado		1	○				
		Cemento		1	○				
		Armazón de hierro		1	○				
		Pintura		1	○				
		Materiales para cemento	Tubería, bloques	1	○				
		Madera, armazón		1	○				
		Relleno, plancha para sello de agua		1	○				

Se adquirirán suficientes repuestos para la maquinaria y los consumibles como para 2 años de funcionamiento.

4.4.6 Calendario de obras

El presente proyecto tiene obras para varios años y las obras en cada uno de esos años y las regiones a las que suministra el agua son distintas. Debido a que las 3 plantas de tratamiento de agua son sistemas independientes entre sí y los trabajos son de rehabilitación, cada vez que se terminan las obras en uno de los sistemas se notará una mejora en el suministro de esa planta. Es posible realizar las obras en los 3 sistemas independientemente. El orden de prioridad de los trabajos será (1) Las Ilusiones, (2) Santa Luisa, (3) El Cambray y las obras en los 3 sistemas se dividirán en 3 partes de acuerdo al año de realización de las obras.

Las instalaciones a rehabilitar están en funcionamiento y no es posible pararlas durante mucho tiempo. Por lo tanto, durante las obras de rehabilitación, parte de la planta deberá estar funcionando y suministrando agua permanentemente. Se harán las obras parcialmente y al terminar dicha parte se continuará con la otra, repitiéndose dicho ciclo. Será necesario un calendario de obras más largo que si se hiciera una nueva planta.

Los 3 períodos del calendario de obras aparecen en el cuadro 30 y en el primer período será la etapa de licitación y diseño, durante 5,5 meses y preparación de los materiales y recursos, su adquisición y transporte y los trabajos de construcción que durarán 12 meses. En el segundo período, la parte de diseño demorará 4,0 meses y las obras de construcción demorarán 12 meses. La tercera etapa tendrá un período de diseño de 4,0 meses y un período de construcción de 12 meses. La figura 13 mostrará un detalle de los períodos.

Cuadro 30 Calendario de obras en cada año

	Diseño	Obras de construcción
1er. período	5,5 meses	12,0 meses
2o. período	4,0 meses	12,0 meses
3er. período	4,0 meses	12,0 meses

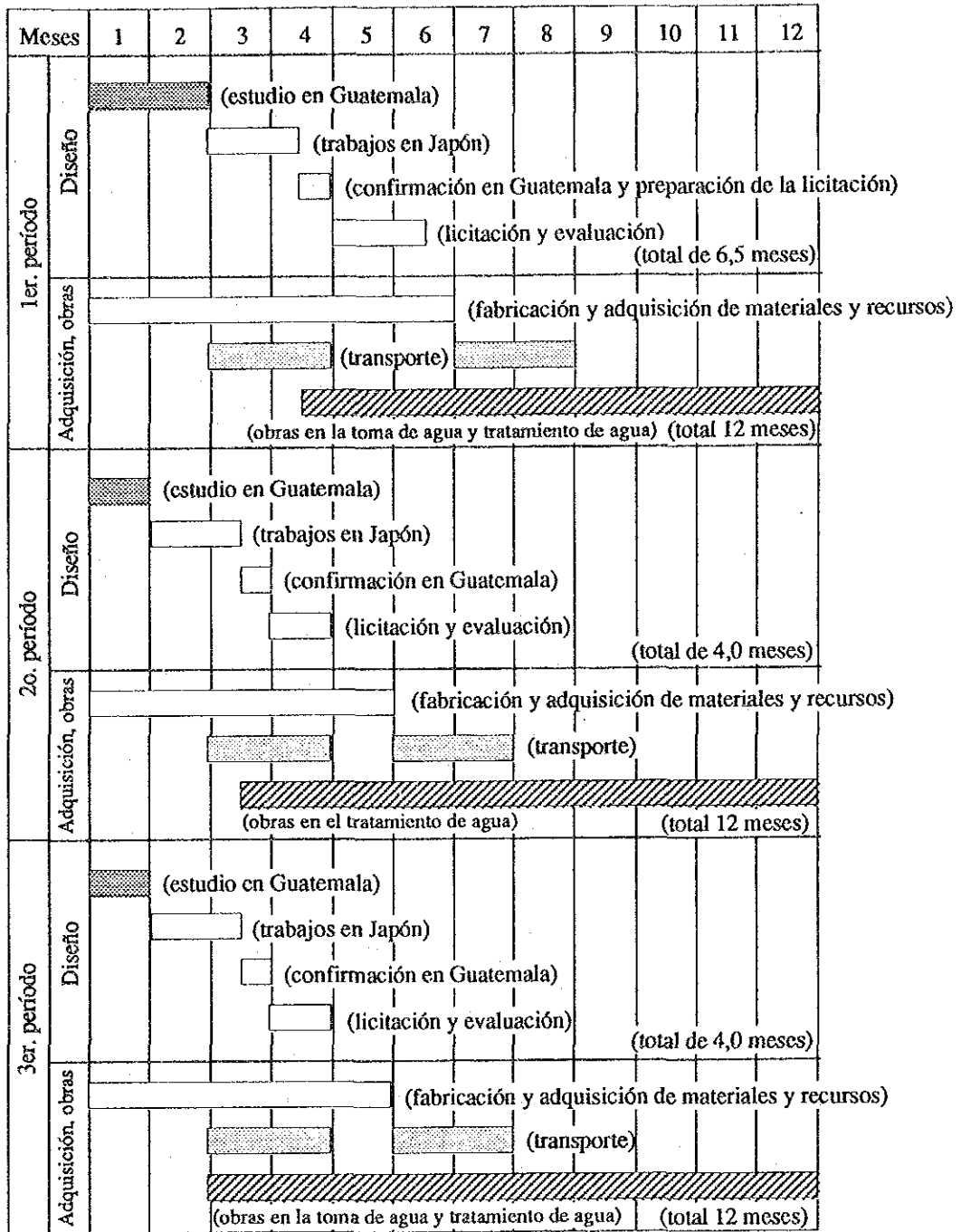


Figura 13 Plan de avance de las obras

4.4.7 Costo de los trabajos que son de responsabilidad de la República de Guatemala

(1) Costo de los trabajos responsabilidad de la República de Guatemala

Además de los trabajos a cargo del Gobierno del Japón hay otros trabajos de apoyo que deberán ser proporcionados por el Gobierno de la República de Guatemala. El presupuesto de los trabajos aparece en el siguiente cuadro.

Cuadro 31 Costo de las obras a cargo de la República de Guatemala (Qs.)

Trabajos	Las Ilusiones	Santa Luisa	El Cambray
(1) Adquisición de los terrenos para la construcción de las instalaciones, preparación del terreno, eliminación de raíces, etc.	174.000	239.000	160.000
(2) Trabajos de instalación de desagües dentro y fuera de la planta.	148.000	431.000	148.000
(3) Plantación de árboles y césped en la planta	69.000	96.000	64.000
(4) Trazado de las vías de acceso a la planta de tratamiento de agua	—	298.000	—
(5) Trabajos eléctricos relacionados con la instalación de un nuevo transformador (13,2 KV)	839.000	944.000	839.000
(6) De los elementos solicitados, el Gobierno del Japón ha eliminado los siguientes puntos			
a. Instalación compuerta en el equipo de toma de agua	2.378.000	—	2.264.000
b. Reparación de la válvula de eliminación de residuos del depósito de sedimentación	—	441.000	689.000
c. Reparación del medidor de peso de la bomba de cloro	—	535.000	—
d. Reparación de la compuerta de desahue de la acumulación del agua recuperada de los residuos de contra-lavado	189.000	174.000	197.000
e. Instalaciones telefónicas en la planta de tratamiento de agua	135.000	188.000	131.000

(2) Costos de funcionamiento de las instalaciones del Proyecto

Tal como se desprende del “3.3.3 Plan de administración y mantenimiento” los principales gastos para el mantenimiento después de la finalización del proyecto son los tres puntos siguientes que, sumados, dan 13.700.000 quetzales; si incluimos los demás gastos generales llegamos a una cifra presupuestada de 18.000.000 quetzales.

Consumo eléctrico	9.937.000 quetzales al año
Productos químicos	2.562.000 quetzales al año
Mano de obra	1.204.000 quetzales al año
Total	13.700.000 quetzales al año

CAPITULO 5 EVALUACION DE ACTIVIDADES Y CONCLUSIONES

CAPITULO 5 EVALUACION DE ACTIVIDADES Y CONCLUSIONES

5.1 Resultados de las actividades

El presente proyecto trata la rehabilitación de 3 sistemas de tratamiento de agua que tienen instalaciones anticuadas y con averías y en las cuales las especificaciones originales no se pueden cumplir. Mediante la reparación de las instalaciones y equipos y la compra de algunos elementos nuevos se piensa devolver estas instalaciones a sus especificaciones de diseño originales. Estas instalaciones ya tienen 20 a 50 años desde su construcción y existen muchos elementos que ya han pasado su vida útil y, si se mantienen las condiciones actuales, pronto se verá en la necesidad de paralizar el suministro. Debido a que la situación financiera de EMPAGUA que es el organismo administrador de estas instalaciones no es lo suficientemente saludable como para rehabilitar estas instalaciones por sus propios medios, el presente proyecto tiene gran importancia.

Se espera que al final de este proyecto se produzcan los siguientes resultados

Cuadro 32 Resultados y mejoramiento de la situación actual a la finalización del proyecto

Situación actual y problemas	Criterios del proyecto	Resultados del plan y grado de mejoramiento
1. Las instalaciones objeto del proyecto han sufrido en los últimos años un deterioro en el rendimiento que está en el orden del 15-20%. A menos que se tomen algunas medidas efectivas de protección su funcionamiento en el futuro puede tener problemas graves.	De acuerdo al estudio de las instalaciones y equipos se ha analizado la necesidad de mejoramiento de los 3 sistemas. Será necesario rehabilitar totalmente los sistemas.	Se espera un gran mejoramiento en las funciones de estas plantas que suministran el 34% del agua de EMPAGUA. Se asegurará el suministro del agua para varios años en el futuro.
2. La calidad del agua potable suministrada a la población desde las plantas de tratamiento de agua ha sufrido un deterioro que se debe a un deterioro en el agua cruda y a una caída en las prestaciones de la planta. Se han dado casos cuando el valor de turbiedad y de pH supera la capacidad de tratamiento y existe el problema de las aguas negras mezcladas en el agua cruda, que las plantas no están capacitadas para solucionar.	De las instalaciones de tratamiento, los dosificadores de productos químicos y parte de los tanques de filtrado serán nuevos y el resto se rehabilitará para devolver al agua la calidad necesaria. La contaminación del río se ve reflejado en la aparición de materias orgánicas que de momento están dentro del margen de tolerancia, por lo que su eliminación no está dentro de los objetivos del presente proyecto.	Los valores de turbiedad y pH estarán dentro de los indicadores de la O.M.S. La contaminación de los ríos y su turbiedad pueden aumentar en el futuro en cuyo caso será necesario adoptar medidas adicionales.
3. Debido a la caída en las prestaciones de las plantas, también ha disminuido el volumen de agua suministrada. Por otro lado ha aumentado explosivamente la población en las zonas que abastecen las plantas objeto del proyecto y la necesidad de aumentar la producción es muy imperiosa.	Además de la recuperación de las funciones originales de tratamiento de agua, también se cambiará parte de las bombas de la toma de agua. Además, para la fuente de agua de las zonas más afectadas por la falta de agua que es El Atlántico, donde existe desgaste por fricción en la bomba, se construirá un dispositivo de centrifugado de la arena que disminuya la turbiedad y evite el desgaste de la bomba.	Después de realizar las rehabilitaciones mencionadas a la izquierda los 3 sistemas aumentarán su producción de agua en 15.800 m ³ /día. Representa un 29% de aumento y alcanza para suministrar agua a 65.800 personas. Mejorará el déficit en el suministro de agua.
4. Debido a que se ha ido emporado progresivamente el funcionamiento de las instalaciones existentes, se han incrementado las tareas a cargo del personal de la planta. Por otro lado, ha disminuido el nivel técnico necesario del personal.	Los dosificadores y tanque de filtrado serán nuevos o mejorados. Será necesario realizar un entrenamiento del personal que estará a cargo de estas instalaciones.	Un buen funcionamiento de la instalaciones hará que rindan más. El entrenamiento hará que mejore el nivel técnico de los empleados.

El cuadro 32 muestra el grado de mejoramiento de la producción de agua. A continuación se verterán algunos conceptos al respecto.

(1) Supuestos sobre el volumen de agua tratada en cada sistema después de los trabajos de rehabilitación

En los dos sistemas existentes de Las Ilusiones y Santa Luisa, la producción de agua disminuye mucho en la estación de lluvias y aumenta en la estación seca. En cambio en el sistema de El Cambray, se produce el fenómeno inverso, hay más en la estación de las lluvias. Estos cambios se deben al volumen del caudal del río y a la turbiedad del agua. En el caso de Las Ilusiones y Santa Luisa, la turbiedad del agua sube mucho y supera la capacidad de tratamiento de la planta, por lo que es necesario cerrar la toma de agua. En el caso de El Cambray, la fuente de agua es la toma de agua Hincapié que tiene un depósito de sedimentación de arena grande en la planta de toma de agua y depósitos de sedimentación por floculación de gran capacidad en la planta de tratamiento de agua y no es necesario parar la toma de agua con gran frecuencia. Cuando disminuye el caudal en la estación seca es cuando baja la producción. Para determinar exactamente estos problemas se han tomado los datos entre 1986 y julio de 1993 en cada sistema. Se ha analizado la producción promedio diaria y estos datos se han resumido en el gráfico de la figura 14 plegada. La turbiedad se ve afectada por las lluvias en la zona de captación del río y hemos dibujado un gráfico de las lluvias en la misma figura. Además, para determinar la caída en la producción de cada sistema durante todo el período preparamos un resumen anual de la producción, comparado con el nivel de lluvias de cada año en el cuadro 33.

Cuadro 33 Cambios en la producción de agua promedio

Año	Las Ilusiones (m ³ /día)	Santa Luisa (m ³ /día)	El Cambray (m ³ /día)	Total (m ³ /día)	Lluvias anuales (mm/año)
1986	20.800	28.600	13.300	62.700	989,2
1987	20.700	28.200	13.400	62.300	1.079,1
1988	20.500	26.000	13.900	60.400	1.654,6
1989	21.100	26.200	13.200	60.500	1.201,9
1990	19.700	26.000	12.400	58.100	-
1991	20.200	25.300	10.900	56.400	-
1992	20.300	23.900	11.200	55.400	1.036,5
1993	20.000	22.600	11.900	54.500	-
Promedio	20.400	25.900	12.500	58.800	* 1.110

* Promedio de lluvias entre 1980 y 1989

La figura 14 muestra las variaciones en la producción de agua de cada sistema y su relación con el nivel de las lluvias. Esta relación se ve claramente en 1988 cuando el nivel de las lluvias fue un 50% superior al promedio de los años 1980 a 1989. La producción, especialmente en la planta de Santa Luisa bajó enormemente. Es especialmente notoria la disminución de la producción entre los meses de mayo a octubre, durante la estación de lluvias. Las Ilusiones no sufre tantas variaciones como Santa Luisa pero también baja la producción en la estación de lluvias. En El Cambray se da el fenómeno inverso.

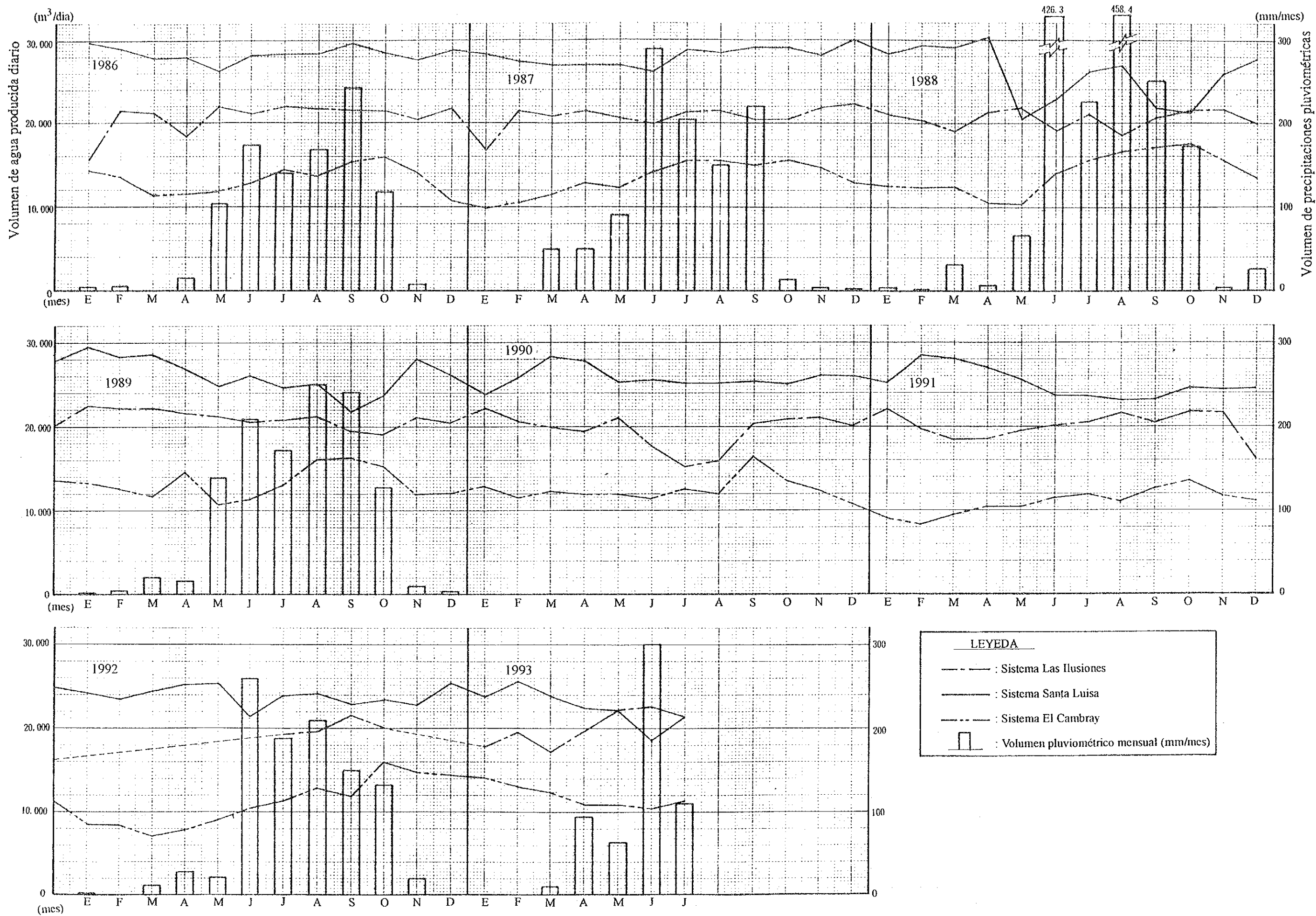


Fig. 14 Variaciones en la producción de agua en relación con el nivel de lluvias

Una vez finalizado el proyecto, el volumen de producción aumentará con la mejora en las funciones generales de las instalaciones existentes. Especialmente en el caso de la toma de agua de El Atlántico perteneciente a Las Ilusiones, el equipo de centrifugado de la arena hará que mejore la eficiencia del procesamiento. Sin embargo es inevitable que el caudal del agua del río aumente o disminuya según la estación del año. Es muy difícil estabilizar la producción de agua durante todo el año. Hay dos factores a considerar en la producción del agua: uno es el mejoramiento en la eficiencia de las instalaciones y el otro son las condiciones naturales que afectan el caudal del río. A continuación estudiaremos cada una de estas condiciones.

- (i) Aumento en la producción de agua a consecuencia del mejoramiento de las funciones

- 1. Sistema Las Ilusiones

El equipo de centrifugado de arena nuevo instalado por el proyecto hará que disminuya la turbiedad del agua cruda en la etapa anterior al depósito de sedimentación de arena mejorando su rendimiento. El cambio de las 2 bombas de elevación de agua de la toma de agua y la rehabilitación de todas las instalaciones de la planta de tratamiento de agua hará que se pueda llevar el nivel de funcionamiento al pico de la estación seca de los años 1986 y 1989 durante todo el año. De la figura 14 se desprende que el sistema de Las Ilusiones tendrá una producción de agua promedio de 22.000 m³.

- 2. Sistemas de Santa Luisa, El Cambray

En ambos sistemas se decidió no tomar medidas para el mejoramiento de la calidad del agua del río y el aumento de la producción derivará del aumento de las funciones en las instalaciones existentes de tratamiento de agua. No es posible esperar un gran aumento en la producción. Sin embargo, será posible llevar la producción a un nivel estable del máximo de producción de 1986. La producción promedio de cada sistema será la siguiente.

Sistema de Santa Luisa: 28.600 m³/día

Sistema de El Cambray: 13.300 m³/día

- (ii) Influencia de las condiciones naturales en el aumento de la producción del agua
La turbiedad del agua aumenta durante la estación de lluvias y cuando supera la capacidad de tratamiento del agua de los sistemas de Santa Luisa y Las Ilusiones, se para la toma de agua y es inevitable una baja en la producción del agua. Al contrario en el sistema de El Cambray, se da el fenómeno inverso. El aumento

de las lluvias trae un inevitable aumento en la turbiedad del río y el cuadro muestra la baja en la producción general de los 3 sistemas a consecuencia de este fenómeno natural. La mejora en las instalaciones permitirá mejorar la situación actual. Tal como se describió en el punto (i), la mejora en las funciones de cada sistema hará que vuelva al nivel del año 1986. Sin embargo, ese año, el nivel de las lluvias fue un 10% inferior al valor normal. Cuando las lluvias anuales promedio sean de 1.110 mm el procesamiento del agua seguirá siendo posible y, tal como hemos supuesto en (i), la producción aumentará un 10% y será la siguiente

Volumen de producción promedio del sistema Las Ilusiones	: 24.200 m ³ /día
Volumen de producción promedio del sistema Santa Luisa	: 31.500 m ³ /día
Volumen de producción promedio del sistema El Cambray	: 14.600 m ³ /día
<hr/>	
Total de los 3 sistemas	70.300 m ³ /día

Sin embargo, estos valores se mantendrán en la medida que se mantenga el mismo nivel de turbiedad y contaminación actual. Suponemos un volumen de lluvias anual de 1.110 mm. A medida que aumente la polución en el río por el desarrollo urbano en la zona de captación, aumentará también la turbiedad y puede no ser posible mantener estos valores.

La producción promedio de 70.300 m³/día comparada con la producción promedio de los 7 meses de 1993 que fue de 54.500 m³ representa un aumento de unos 15.800 m³. Esto representa un aumento del 29% de la producción. De acuerdo a los datos de suministro por día per capita de la población de 240 l, es el suministro adicional de unas 65.800 personas, siendo una gran ayuda para solucionar el déficit de agua de la ciudad.

5.2 Conclusiones y recomendaciones

La rehabilitación de los 3 sistemas de tratamiento del agua que suministran el 34 % de toda la demanda de agua de EMPAGUA de la ciudad de Guatemala, para una población de unas 360.000 personas. Para solucionar el problema crónico de la falta de agua, se está desarrollando prioritariamente nuevas fuentes de agua. Se están planeando nuevos proyectos pero el crecimiento de la población no da abasto. Especialmente en las zonas que abastecen las plantas del proyecto, la población crece vertiginosamente, siendo la mayoría de escasos recursos económicos.

Debido a que las utilidades de EMPAGUA son muy bajas, financieramente, el mantenimiento en condiciones de funcionamiento y las reparaciones mínimas son todo lo que puede hacer la empresa en estos momentos. En el caso de estas 3 plantas, a pesar de que es obvia la necesidad de su rehabilitación, no se cuenta con los recursos para efectuarla.

En estas condiciones, la efectividad y los beneficios directos derivados de este proyecto son muy grandes. Sus beneficios indirectos, en términos de mejora de la calidad del agua potable y su estabilidad, así como el aumento en el suministro, la creación de un medio ambiente higiénico de la población son también importantes. Es posible evitar la propagación de enfermedades infecciosas por la contaminación del agua. La mejora del medio ambiente higiénico y la ayuda económica a la población de escasos recursos son políticas prioritarias del Gobierno Nacional y el presente proyecto es un paso importante en tal sentido. El objetivo de este proyecto es simplemente la rehabilitación de las instalaciones para llevarlas a sus especificaciones de diseño originales y se mantienen básicamente las instalaciones existentes por lo que se deberán respetar los métodos de administración y mantenimiento utilizados por EMPAGUA en la actualidad, para que pueda seguir haciendo funcionar la planta sin necesidad de un entrenamiento a fondo. Se dará un curso y se hará un entrenamiento teórico y práctico del funcionamiento general del sistema para mejorar el nivel técnico de los funcionarios de EMPAGUA.

El presente proyecto, tal como se describió, tiene una gran eficacia y sirve como apoyo a una gran cantidad de personas por lo que se ha decidido que el proyecto tiene un interés prioritario. Por otro lado, hemos encontrado los siguientes problemas que deberán ser solucionados para que el sistema pueda funcionar correctamente. Por lo tanto, antes de ponerse en práctica este proyecto, el Gobierno Nacional y de la Ciudad deberán cumplir las siguientes condiciones.

- (1) Sobre la puesta en práctica de los trabajos que son responsabilidad del Gobierno de la República de Guatemala

Para los trabajos de rehabilitación de este proyecto existen obras realizadas por el Gobierno del Japón y otras que corresponden a las autoridades nacionales. Se deberá contar con el acuerdo previo de que estas obras a cargo de la República de Guatemala serán realizadas correctamente, para lo que se hará una evaluación del nivel técnico de los ingenieros locales. Incluso puede requerirse que parte de los trabajos solicitados al Japón se hagan localmente. Es decir, no alcanza con la realización del proyecto en su parte japonesa para que se obtengan los resultados esperados. El proyecto recibe la Cooperación Financiera no Reembolsable y las obras de rehabilitación de

los 3 sistemas de tratamiento de agua y el presupuesto para cada sistema se deberá obtener anualmente. Debido a que demorará 3 años fiscales en terminarse el proyecto. Los trabajos que son responsabilidad de la República de Guatemala deberán irse terminando de acuerdo al calendario de obras preparado para las obras a cargo del Japón. Si hubiera un retraso en esta entrega, puede verse afectada la continuidad de todo el proyecto financiado por Japón. Esperamos que el Gobierno de la República de Guatemala tome conciencia de la importancia de cumplir las obras en tiempo. La responsabilidad de cada parte aparece en "4.4.2 División de responsabilidades de los trabajos"

(2) Conservación de la zona de captación del río

Los 3 sistemas de tratamiento de agua del presente proyecto tienen sus fuentes de agua en los ríos. Debido a que los ríos están en las cercanías de la ciudad de Guatemala, el problema urbanístico de la ciudad afecta el medio ambiente natural de la zona. Existe también un problema de desarrollo ilegal de zonas no desarrolladas, afectando las zonas forestales y cambiando las condiciones topográficas. Con el aumento de la población la ocupación caótica de tierras que no tienen un buen sistema de desagüe y de eliminación de la basura provoca una contaminación del medio ambiente. La modificación de las condiciones del suelo hace que se erosione por la lluvia y esta tierra y arena se ve arrastrada por el agua del río. Debido a que el alcantarillado no está bien desarrollado en las nuevas zonas urbanas desde el aumento de nuevos pobladores y la ocupación de viviendas precarias se hacen cada vez más grave, las aguas negras van directamente al río. La falta de bosques impide que el suelo pueda conservar el agua, lo que aumenta el grado de turbiedad y contaminación de los ríos. También provoca variaciones grandes en el caudal del río y disminuye considerablemente el valor del agua de los ríos como fuente de agua cruda. Si el grado de contaminación aumenta y disminuye la calidad del agua, será imposible seguir tomando el agua del río y será necesario eliminar todas las plantas de tratamiento de agua a lo largo del río. Esto puede afectar enormemente las funciones urbanas de la ciudad capital. Este es un problema que la administración de aguas no puede solucionar por sus propios medios y será necesario pensar en una política de desarrollo urbano a nivel municipal o nacional. Deberá solicitarse la ayuda de estas autoridades para establecer las siguientes limitaciones y reglamentos para regular el desarrollo de las nuevas zonas.

1. Limitación del desarrollo ilegal de zonas naturales

2. Limitación de viviendas precarias sin planificación en la zona de captación del río

3. Obligación de evaluar la influencia sobre el medio ambiente natural de las obras de desarrollo urbano
 4. Construcción de muros y presas para evitar el arrastre de arena en las zonas ya desarrollados y protección de pendientes contra la erosión
 5. Desarrollo del sistema de alcantarillado de las zonas urbanas existentes y propagación de purificadores simples con reducción del agua al suelo en las zonas periféricas.
 6. Reglamentación sobre la eliminación de la basura y su tratamiento para evitar la contaminación ambiental.
- (3) Mejoramiento de la red de tuberías para el suministro de agua
- El presente proyecto tiene como objetivo la rehabilitación de las instalaciones existentes y no pretende mejorar el volumen del suministro de agua. Es necesario ofrecer a la población el mayor volumen de agua lo más eficientemente posible a la población. Sin embargo, la red de tuberías presenta averías que producen pérdidas de agua. Es una de las causas que coadyuvan a que la población no reciba suficiente agua potable. El presente proyecto no pretende solucionar este problema. Pero para que el resultado de este proyecto llegue hasta la población, deberá mejorarse la red de tuberías y disminuir la cantidad de agua que se pierde por las fisuras o que es robada. Será necesario mejorar el servicio de suministro. Para ello será necesario contar con una gran cantidad de recursos financieros y mano de obra por lo que requiere un plan de largo plazo. Deberán establecerse leyes que castiguen el robo de agua.
- (4) Educación sobre el consumo de agua de la población
- El agua potable es un elemento imprescindible de la vida social. Es un servicio de interés público. Además, es un recurso producido con el uso de productos químicos, electricidad y mano de obra. Las instalaciones rehabilitadas mediante este proyecto utilizan el agua de los ríos como fuente de agua pero el volumen del agua cruda no es suficiente por lo que es un recurso limitado. La población deberá tomar conciencia de que es un recurso escaso y deberá adoptar medidas precautorias para economizar el agua. Es un recurso natural limitado utilizado en común por muchas personas. Esta falta de conciencia hace que las personas dejen el agua corriendo o que traten de hacer modificaciones en los medidores. Esta concientización del pública deberá hacerse mediante campañas publicitarias y la educación de las escuelas.

ANEXOS

1. Composición de la Misión de Estudio

(1) Diseño Básico

<u>Nombre</u>	<u>Posición</u>	<u>Pertenece a</u>
Hidetoshi Ishioka	Jefe de Misión	Agencia de Cooperación Internacional de Japón, Departamento de Estudios y Diseños de Cooperación Financiera no Reembolsable, Primera División de Estudio del Diseño Básico
Mashio Yamaha	Jefe de obras (Planificación de obras Sanitarias)	Consejero técnico del Departamento de Asuntos Exteriores de Kyowa Engineering Consultants S.A.
Masayuki Taguchi	Planificador de Plantas de tratamiento de agua (1)	Gerente del Departamento de Asuntos Exteriores de Kyowa Engineering Consultants S.A.
Kazufumi Momose	Planificador de Plantas de tratamiento de agua (2)	Gerente del Departamento de Asuntos Exteriores de Tokyo Engineering Consultants S.A.
Suenori Isayama	Planificador de obras de captación	Director ejecutivo y gerente del departamento de Asuntos Exteriores de Kyowa Engineering Consultants S.A.
Shigeru Irie	Traductor	Tecno Staff S.A.

(2) Explanación de Borrador del Informe

<u>Nombre</u>	<u>Posición</u>	<u>Pertenece a</u>
Yuzuru Asakura	Jefe de Misión	Agencia de Cooperación Internacional de Japón, Departamento de Estudios y Diseños de Cooperación Financiera no Reembolsable, Primera División de Estudio del Diseño Básico
Mashio Yamaha	Jefe de obras (Planificación de obras Sanitarias)	Consejero técnico del Departamento de Asuntos Exteriores de Kyowa Engineering Consultants S.A.
Masayuki Taguchi	Planificador de Plantas de tratamiento de agua (1)	Gerente del Departamento de Asuntos Exteriores de Kyowa Engineering Consultants S.A.
Kayoko Watanabe	Traductor	Tecno Staff S.A.

2. Calendario del Estudio

(1) Diseño Básico

Fecha	Día	Calendario de viajes	Contenido de la investigación
Ago. 1	dom	Miembros de la Consultants (Yamaha, Taguchi, Momose, Isayama) Narita - Dallas - Guatemala	
2	lun		Visita a la embajada, Reunión con SEGEPLAN, EMPAGUA (Informe inicial, cuestionario, programa de actividades)
3	mar		Estudio en el lugar (Planta de Las Ilusiones)
4	mié		Estudio en el lugar (Planta de Santa Luisa)
5	jue		Estudio en el lugar (Planta de El Cambray)
6	vie		Ajuste del calendario de actividades de la investigación con EMPAGUA, selección de contratistas, contrato con los contratistas
7	sáb		Estudio en el lugar, dividido por especialidades. Comienzo de las mediciones y del estudio geológico
8	dom		Discusiones internas, ajuste del calendario de actividades
9	lun		Estudio en el lugar, dividido por especialidades
10	mar		"
11	mié	Ishioka de JICA, jefe de la Misión : Narita-Miami	"
12	jue	" : Miami- Guatemala	Discusiones internas, visita a la Embajada, visita a SEGEPLAN, EMPAGUA
13	vie		Discusiones con SEGEPLAN, EMPAGUA, visita del lugar (planta de tratamiento de agua)
14	sáb		Visita del lugar (obras de captación, fuentes de agua, distribución de agua de la ciudad de Guatemala)
15	dom		Discusiones internas, ordenamiento de la información, ajuste del calendario
16	lun		Discusiones con SEGEPLAN y EMPAGUA sobre Minuta
17	mar		Firma de Minuta con SEGEPLAN y EMPAGUA, informe a la Embajada
18	mié	H. Ishioka (jefe de la misión), Yamaha, Isayama (Consultants) Traslado : Guatemala-Dallas	Miembros Taguchi, Momose: Continuación de la investigación de campo Estudio de funcionamiento de instalaciones en la planta de tratamiento de agua, verificación de los trabajos de los contratistas
19	jue	Misión : Dallas -	"
20	vie	- Narita	"
21	sáb		Estudio del funcionamiento de instalaciones en la planta de tratamiento de agua
22	dom		Discusiones internas, ordenamiento de la información, ajuste del calendario
23	lun		Estudio del funcionamiento de instalaciones en la planta de tratamiento de agua
24	mar		"
25	mié		" , verificación de los trabajos de los contratistas
26	jue		" , estudio de los materiales de construcción, precios unitarios
27	vie		" , estudio de los materiales de construcción, precios unitarios
28	sáb		" , estudio de los materiales de construcción, precios unitarios
29	dom		Discusiones internas, ordenamiento de la información, ajuste del calendario
30	lun		Estudio del funcionamiento de instalaciones en la planta de tratamiento de agua, estudio de los materiales de construcción, precios unitarios
31	mar		" , discusiones con EMPAGUA
Sep. 1	mié		" , verificación de los trabajos de los contratistas
2	jue		" , discusiones con EMPAGUA sobre las Notas Técnicas
3	vie		" , firma de las Notas Técnicas
4	sáb		Ordenamiento de la información
5	dom		Recepción del contenido del Estudio, recepción del resultado de los trabajos de los contratistas locales
6	lun		Informe de su regreso del país a EMPAGUA, SEGEPLAN, informe a la Embajada
7	mar	Consultants (Taguchi, Momose, Irie)	Viaje
8	mié	: Guatemala - Dallas Misión : Dallas -	
9	jue	- Narita	Regreso al Japón

(2) Explanación de Borrador del Informe

Fecha	Día	Calendario de viajes	Contenido de la investigación
Dic.7	mar	Asakura (jefe de la misión), Miembros de la Consultants (3) Narita - Dallas - Guatemala	Traslado
8	mié		Visita a la Embajada de Japón, SEGEPLAN, EMPAGUA, entrevistas
9	jue		Visita de los sitios (toma de agua y planta de tratamiento)
10	vic		Explicación del informe de borrador en EMPAGUA, deliberaciones sobre minutas
11	sáb		Discusiones de los miembros de la misión
12	dom		Discusiones de los miembros de la misión
13	lun		Firma de minutas con SEGEPLAN, EMPAGUA
14	mar	Jefe y miembros: Guatemala-Los Angeles	Traslado
15	mié	Misión: Los Angeles	
16	jue	- Narita	Regreso al Japón

3. Lista de autoridades

Nombre	Posición	Pertenece a
Lic. Fernando Gonzales D.	SEGEPLAN	Sub-secretario General para la cooperación internacional
Licda. Marina Sagastume	SEGEPLAN	Jefe del Departamento para la cooperación internacional
Licda. Leticia Ramirez	SEGEPLAN	Departamento de la cooperación internacional
Lic. Pedro Obaudo S.	SEGEPLAN	Consultor Proyectos de Agua y Saneamiento, Dirección de Proyectos
Lic. Oscar Berger Perdomo	Municipal de Guatemala EMPAGUA	Alcalde de Municipal Presidente Junta Directiva
Ing. Carlos Quezada Vega	EMPAGUA	Gerente
Ing. Marco Tulio Ventura Roldán	EMPAGUA	Sub-Gerente
Ing. Rodolfo Gonzáles Morasso	EMPAGUA	Asesor de Gerencia
Ing. Oscar Arturo Urruela Pivaral	EMPAGUA	Director de Planificación
Ing. Vilmer Mérida	EMPAGUA	Director de Operación y Mantenimiento
Ing. Juan Manuel Mejía	EMPAGUA	Superintendente Planta Lo de Coy
Ing. Carlos Gálvez Menchú	EMPAGUA	Superintendente Sistema Santa Luisa El Cambray, Ilusiones
Ing. Otto Osoy	EMPAGUA	Sub-Director de Operaciones
Lic. Mauricio Lau	EMPAGUA	Jefe Unidad Emergencia de Agua
Ing. Jorge Lam	EMPAGUA	Jefe Unidad Estudios Básicos de la Dirección de Planificación
Ing. Hugo D. Vásquez y Vásquez	EMPAGUA	Jefe Unidad Emergencia I
Ing. Juan Manuel Mejía Guillen	EMPAGUA	Calidad de Agua
Ing. Mario Figueroa	EMPAGUA	Producción de Agua
Lic. Hirosuke Oshima	Embajada del Japón	Embajador
Lic. Katsumasa Harada	Embajada del Japón	Consejero
Lic. Shinji Nishiyama	Embajada del Japón	Secretario
Lic. Shintaro Ito	Embajada del Japón	Secretario