ANEXO 3_Rev 1

TÉRMINOS DE REFERENCIA DE PRODUCTOS ESPECÍFICOS

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DE LA BAHÍA DE ASUNCIÓN

Programa de Monitoreo Ambiental

Debido a la naturaleza del proyecto, los principales indicadores estarán dados por la calidad del agua, no por ello dejan de ser relevantes los otros factores, por la sinergia que un proyecto de esta naturaleza genera y por los beneficios esperados de la implementación del Plan de Gestión Integral de la Cuenca de la Bahía de Asunción (PGICBA), cuyo desarrollo será financiado con recursos del Programa.

Programa de Monitoreo de Calidad del Agua

El programa de monitoreo de calidad del agua, incluye un análisis cualitativo y cuantitativo de las aguas de los arroyos urbanos, de la calidad del agua de la Bahía, esta última relacionada con los niveles del río Paraguay; y del río Paraguay a la salida del emisario y aguas abajo del mismo.

A. OBJETIVO Y ALCANCE

Este monitoreo tiene como objetivo general establecer el impacto del proyecto sobre la calidad de las aguas de los arroyos, de la Bahía y del río Paraguay. Los objetivos específicos de este programa son los siguientes:

i. Corroborar y ampliar la línea base disponible a la fecha de los estudios mencionados.
ii. Evaluar los impactos producidos durante la construcción de las obras.
iii. Evaluar la calidad del agua en los cauces urbanos de Antequera, Perú y Las Mercedes, y de la Bahía de Asunción y del río Paraguay en las inmediaciones del emisario, una vez concluida la obra.

El alcance del programa de monitoreo de la calidad del agua consiste en el control de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos de las aguas, así como la cantidad de agua de los cauces, y el nivel del río Paraguay.

B. METODOLOGÍA

Como indica la Resolución Nº 222, la colecta de muestra y los respectivos análisis deberán ser efectuados según las metodologías internacionalmente reconocidas, como las normas publicadas por la ISO (Internacional Standartization Organization) o las normas de "Métodos Normalizados para el análisis de Agua Potable y Residual (*Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater*). (APHA AWWA WPCF, última edición, Washington, E.U.A)

Las muestras deberán ser georreferenciadas, rotuladas con el nombre de la muestra, fecha, hora de la toma, depositada en frascos aptos para su posterior análisis. El responsable deberá conocer los procedimientos que deberá llevar a cabo para la toma de muestra de agua, así como el tiempo de llevar las muestras al laboratorio, tiempo máximo de almacenamiento y condiciones de la espera.

Las etapas propuestas para la realización de los muestreos, con los responsables sugeridos son

Etapas del monitoreo de la Calidad del Agua

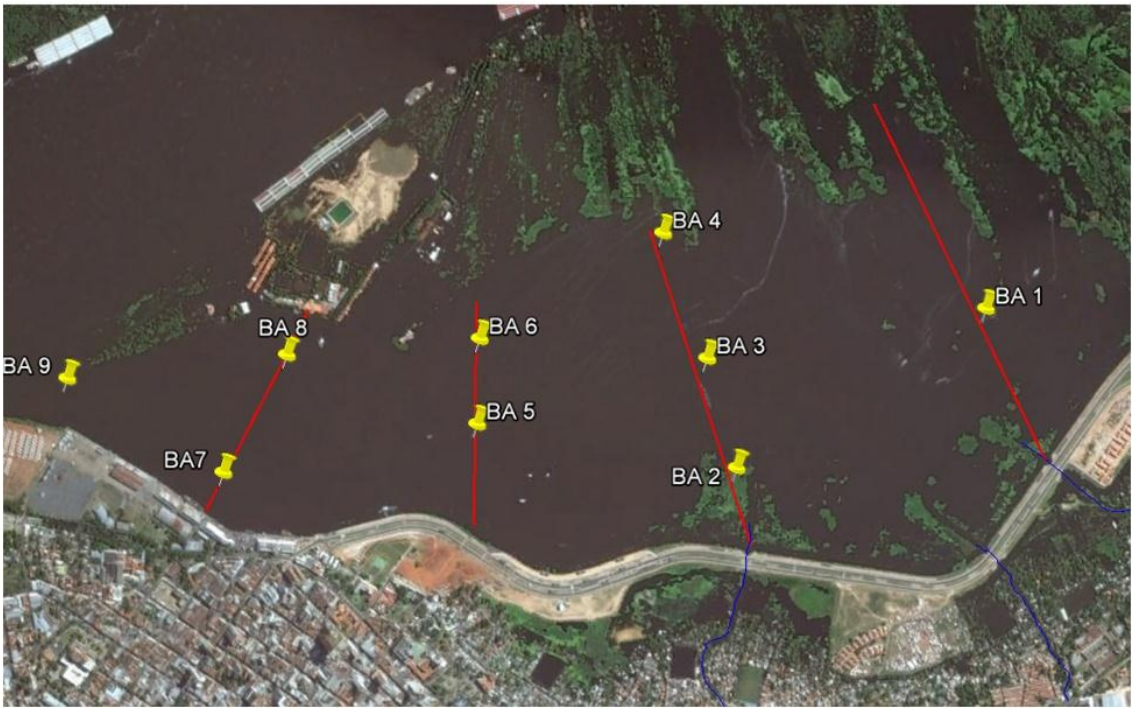
ETAPA	OBJETIVO	RESPONSABLE
Etapa inicial	A fin de completar la línea base.	A definir (ESSAP/BID)
Etapa de Construcción	A fin de evaluar el impacto durante la ejecución de las obras.	Contratista / Fiscalización
Etapa de Operación	A fin de evaluar el impacto de las obras. Servirá para detectar posibles efluentes no incluidos en la red	ESSAP
	Monitoreo de Vertidos Industriales y Comerciales a la red de alcantarillado sanitario	Cada propietario, a pedido de la ESSAP, con apoyo de la SEAM

Los parámetros a ser analizados son los siguientes: pH, temperatura, turbidez, Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), coliformes fecales (CF), nitrógeno amoniacal, nitrógeno total Kjeldahl (NT), sólidos suspendidos, grasas y aceites.

Los parámetros a ser analizados son los siguientes: pH, temperatura, turbidez, Oxígeno Disuelto (DO), porcentaje de saturación del OD, conductividad a 25°C, DQO total, DQO filtrada, DBO_5 total, DBO_5 filtrada, sólidos en suspensión totales (SST), sólidos en suspensión volátiles (SSV), fósforo total (P), orto fosfato (P), nitrógeno total Kjeldahl (N), nitrógeno amoniacal (N), N-nitrito (N), N-nitrato (N), sulfato (SO_4), grasas y aceites, detergentes, coliformes fecales.

C. MUESTREO EN LA BAHÍA DE ASUNCIÓN

- Para las muestras en la Bahía se propone tomar las muestras a 30 cm de profundidad del nivel del agua, a fin de facilitar la réplica independiente del nivel del agua. Las muestras compuestas en la Bahía traerían consigo los resultados del lixiviado por material acumulado, los cuales estos se esperan detectar de manera indirecta por medio del nitrógeno amoniacal y el nitrógeno total.



Puntos de muestreo en la Bahía de Asunción

Punto de muestreo	Descripción	Sur	Este
BA 1	Continuación de Las Mercedes	7205068 m S	437703 m E
BA 2	Salida de Antequera	7204554 m S	436953 m E
BA 3	Bahía, continuación de Antequera	7204886 m S	436851 m E
BA 4	Banco, continuación de Antequera	7205264 m S	436702 m E
BA 5	Bahía, continuación 14 de mayo	7204661 m S	436150 m E
BA 6	Banco, continuación 14 de mayo	7204922 m S	436149 m E
BA 7	Puerto	7204486 m S	435375 m E
BA 8	Banco San Miguel	7204852 m S	435557 m E
BA 9	Salida de la Bahía	7204757 m S	434885 m E

Se recomienda realizar el monitoreo de la Bahía utilizando el concepto de gradientes de probable concentración según la distancia de las fuentes de polución, para ello se trazaron cuatro trayectorias, con los puntos de muestreo indicados en la imagen y un punto adicional a la salida de la Bahía. En total se realizarían 12 muestreos en la Bahía de Asunción.

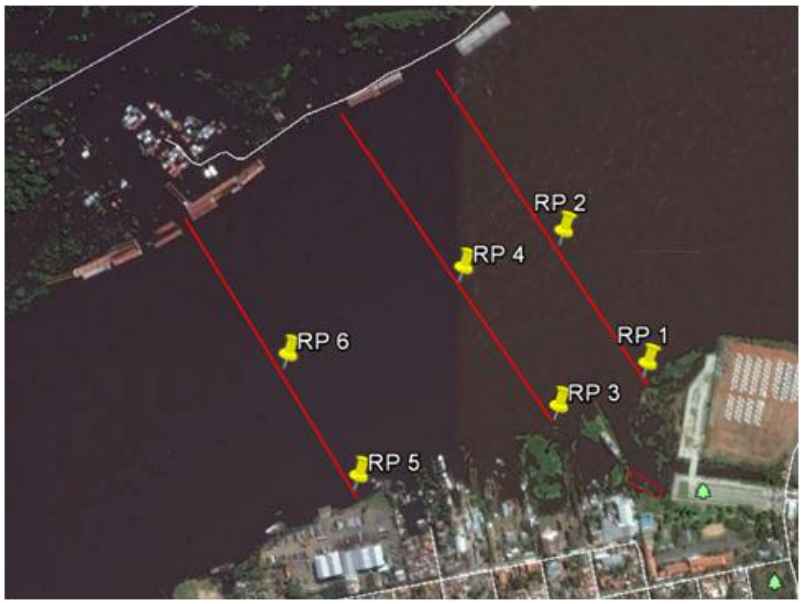
Los puntos de muestreo de la primera transecta trazada pueden quedar en tierra, durante el periodo de aguas bajas. Se deberá hacer en la orilla de la transecta y si son muy cercanos los puntos se podrán obviar.

D. MUESTREO EN EL RÍO PARAGUAY

- Siguiendo la metodología propuesta en el PGAS de Bella Vista, se recomiendan tres transectas de muestreo y en cada una se realizarán dos tomas.
- Las transectas estarán ubicadas una 100 metros aguas arriba de la descarga, la segunda 100 metros aguas abajo y una tercera a 500 metros de la descarga.
- Las tomas serán una a 10 metros de la costa y otra en el centro del río coincidente con el emisario subfluvial.

Puntos de muestreo en el Río Paraguay

Punto de muestreo	Descripción	Sur	Este
RP 1	100 m aguas arriba de la PPT, orilla	7204655 m S	434462 m E
RP 2	100 m aguas arriba de la PPT, medio	7204863 m S	434324 m E
RP 3	100 m aguas abajo de la PPT, orilla	7204569 m S	434265 m E
RP 4	100 m aguas abajo de la PPT, medio	7204788 m S	434121 m E
RP 5	500 m aguas abajo de la PPT, orilla	7204401 m S	433893 m E
RP 6	500 m aguas abajo de la PPT, medio	7204611 m S	433765 m E



Ubicación de los puntos de muestreo en el río Paraguay (17 julio 2014)

Para el caso del monitoreo de la PTAR de Bella Vista se deberá seguir esta misma metodología para la definición de los puntos.

E. MUESTREO EN LOS ARROYOS URBANOS

A continuación se presentan los sitios de muestreo en los arroyos urbanos, que son: tres puntos en los tres principales arroyos que desembocan en la Bahía: Las Mercedes, Perú y Antequera, y un muestreo en Tacuary (afluente de Antequera) y otro punto en el cauce de México / Paraguarí. En total son 11 puntos de muestreo.

En los principales arroyos se tomará una muestra aguas arriba de la Avenida Artigas, otro en el medio, en las inmediaciones de la calle Florencio Villamayor y el tercero inmediatamente aguas arriba de la Avenida Costanera, antes que las aguas lleguen a la Bahía (aunque reciben aguas de las mismas durante las crecidas del río.

Puntos de muestreo en cauces urbanos (1/2)

Puntos de muestreo en cauces urbanos (2/2)

A continuación se presentan las coordenadas UTM de los sitios de muestreo propuestos, a fin de poder realizar los muestreos en los mismos sitios. Estos sitios serán ajustados en el campo, y deberá buscarse lugares que permitan un fácil acceso para las posteriores tomas.

Puntos de muestreo en los arroyos urbanos

Punto de muestreo	Descripción	Sur	Este
LM 01	Las Mercedes y Artigas	7204388 m S	438559 m E
LM 02	Las Mercedes y Florencio Villamayor	7204503 m S	438368 m E
LM 03	Las Mercedes y la Av. Costanera	7204613 m S	437968 m E
Pe 01	Perú y Artigas	7203926 m S	437997 m E
Pe 02	Perú y Florencio Villamayor	7204147 m S	437912 m E
Pe 03	Perú y la Av. Costanera	7204333 m S	437790 m E
Ant 01	Antequera y Artigas	7203488 m S	436755 m E
Ant 02	Antequera y Florencio Villamayor	7203829 m S	436969 m E
Ant 03	Antequera y la Av. Costanera	7204285 m S	437000 m E

F. ESPECIALISTA EN CALIDAD DE AGUA

Para el análisis de los resultados y como apoyo al personal asignado, se recomienda un especialista en calidad de agua, que acompañe la toma de muestras y realice los análisis de resultados e informes correspondientes.

Al final de cada campaña el especialista en calidad entregará los datos con los análisis y comentarios correspondientes, que permitan evaluar la situación del momento y la evolución de la calidad del agua. Cada año se presentará un informe compilado de la situación, con los análisis y comentarios correspondientes.

En el término del primer año, el informe incluirá los datos de los indicadores que serán consideramos como la línea de base para la Matriz de Resultados del Programa.

Asimismo, este informe incorporará una estimación de los cambios que tendrán los indicadores monitoreados al final de la implementación del Programa. Estos valores también serán incorporados a la Matriz de Resultados del Programa.

Al final del monitoreo durante la operación, se tendrá un comparativo, que permitirá evaluar el impacto del proyecto sobre la calidad del agua.

Perfil del Profesional: Ingeniero químico, ingeniero civil, o ingeniero sanitario, que podrá estar asignado medio mes por campaña, para el acompañamiento en la toma de muestras y análisis de los resultados, para 4 muestras al año, esta asignación corresponde a 2 meses al año.

G. PRESUPUESTO ESTIMADO POR CAMPAÑA PARA TODAS LAS ZONAS

A continuación se presenta el presupuesto estimado para una campaña de parámetros generales, de las tres zonas.

Presupuesto de la campaña de calidad de agua de parámetros generales

Parámetro	Arroyos urbanos	Bahía de Asunción	Río Paraguay[1]	Número de análisis	Precio unitario (Gs)	Subtotal (Gs)
Temperatura	9	9	12	30		
pH	9	9	12	30		
Oxígeno disuelto	9	9	12	30		
Conductividad a 25°C	9	9	12	30		
Turbidez	9	9	12	30		
DQO Total	9	9	12	30		
DQO filtrada	9	9	12	30		
DBO_5 Total	9	9	12	30		
DBO_5 filtrada	9	9	12	30		
Coliformes fecales	9	9	12	30		
Nitrógeno amoniacal	9	9	12	30		
Nitrógeno total kjeldahl	9	9	12	30		
N-Nitrito (N)	9	9	12	30		
N-Nitrato (N)	9	9	12	30		
Sulfato (SO_4)	9	9	12	30		
Sólidos en suspensión totales (SST)	9	9	12	30		
Sólidos en suspensión volátiles (SSV)	9	9	12	30		
Fósforo total (P)	9	9	12	30		
Orto-fosfato (P)	9	9	12	30		
Grasas y aceites	9	9	12	30		
Detergentes	9	9	12	30		
Toma de muestras - arroyos urbanos	9			9		
Toma de muestras - Bahía de Asunción		9		9		
Toma de muestras - Río Paraguay			12	12		
Total por cada campaña completa de muestreo						
				tasa de cambio	Gs/US	
				Total	USD	

[1]Incluye las muestras para Bella Vista

En el caso de la campaña de metales pesados, se han elegido los seis más comunes, que son: plomo, níquel, cromo total, cadmio, mercurio y arsénico. En los arroyos se tomará una sola muestra en el punto intermedio en las cercanías de la calle Florencio Villamayor; en la Bahía se han dejado los puntos en el medio de la Bahía que son BA 1, BA3, BA 5, BA 7 y BA 9; para el río Paraguay se han dejado solamente los puntos en el medio del río.

Presupuesto de la campaña de calidad de agua de metales pesados

Parámetro	Arroyos urbanos	Bahía de Asunción	Río Paraguay [6]	Número de análisis	Precio unitario (Gs)	Subtotal (Gs)
Plomo	3	5	6	14		
Níquel	3	5	6	14		
Cromo Total	3	5	6	14		
Cadmio	3	5	6	14		
Mercurio	3	5	6	14		
Arsénico	3	5	6	14		
				tasa de cambio	Gs/US	
				Total	USD	

H. FRECUENCIA DE MEDICIÓN

A fin de establecer una línea más base sólida, se recomienda realizar el muestreo cada tres meses, de preferencia en la época de sequía, que es cuando hay menos dilución y con tres días secos como mínimo, sin ningún eventos de precipitación.

Una buena prácticas es realizar tres mediciones en un día: a la mañana, mediodía y a la tarde, sin embargo esto triplicarían los costos, por lo tanto se recomienda realizar una muestra compuesta de tres tercios de tres muestreos durante el mismo día, con 6 horas de diferencia entre la toma de cada muestra. Este tipo de medición se deberá realizar de manera intercalada según el cronograma de muestreo.

Se recomienda que la toma de muestras del primer año, sea antes del inicio de las obras.

Posteriormente, durante la construcción se deberá realizar el muestreo cada tres meses y salvo situaciones de incidentes o accidentes que sean registrados, el muestreo durante este periodo de construcción ayudará a tener una línea base más sólida. En caso que se presente un evento inesperado, este deberá descartarse del promedio o de la línea base.

Durante la operación se recomienda la misma frecuencia en el muestreo, por lo menos durante dos años, para evaluar el impacto del proyecto sobre la calidad del agua, en los cuerpos hídricos monitoreados. Teniendo en cuenta que el contrato de la ECATEF es por 4 años, solo el primer año de monitoreo post construcción deberá ser cotizado.

I. CRONOGRAMA

Cronograma Propuesto del Monitoreo de la Calidad de Agua

ETAPA	LINEA BASE												CONSTRUCCIÓN																								MONITOREO DEL SISTEMA											
MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
UBICACIÓN																																																
Bahía de Asunción																																																
Parámetros			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1
Metales pesados						1																																										1
Arroyos Urbanos																																																
Parámetros			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1
Metales pesados						1																																										1
Río Paraguay																																																
Parámetros			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1
Metales pesados						1																																										1

J. COSTOS ESTIMADOS

Costos Estimados del Especialista en Calidad de Agua

DESCRIPCIÓN	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Especialista en calidad de agua	2	2	2	2
Precio Unitario (mes)				
Costo Total Estimado Gs				
Costo Total Estimado USD				
Total de 5 años				

Costos Estimados de las muestras de la Calidad de Agua

	LINEA BASE			MONITOREO
DESCRICIPCIÓN	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Parámetros Totales	4	4	4	4
Metales Pesados	1			1
Costo Total Estimado Gs				
Costo Total Estimado USD				
Total de 4 años				

Costos Estimados Totales en Calidad de Agua

DESCRIPCIÓN	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Muestreo de calidad USD/año				
Especialista USD/año				
Costo Total Estimado USD				
Total de 4 años				

Programa de Monitoreo de Fauna Íctica

A. OBJETIVO

El programa de monitoreo de la fauna íctica tiene como objetivo evaluar la calidad del agua y generar información de la fauna ictica del Rio Paraguay (Bahía de Asunción), para establecer el impacto del proyecto de tratamiento de efluentes cloacales en la calidad de agua y al ecosistema acuático.

B. ALCANCE

El programa de monitoreo de la fauna íctica se desarrollará cuanto antes, a fin de tener datos de una línea base, durante la construcción, para que la variabilidad climática interanual, durante la operación para poder comparar el efecto de la obra sobre la calidad de las aguas del río Paraguay.

Puntos de muestreo de fauna íctica en la Bahía de Asunción y Río Paraguay

Las capturas de las especies se realizarán a través de la pesca científica, que será ejecutada en tres estaciones de muestreos:

Cauce Principal Rio Paraguay: una primera agua arriba de la PTAR de Bella Vista, la segunda agua abajo en la desembocadura de la PTAR de Bella Vista y la tercera abajo de la Desembocadura de la PTAR de Varadero.

C. METODOLOGÍA

Se realiza un monitoreo continuo de 24 horas. Las artes de pescas utilizadas para la pesca científica serán ubicadas en zonas representativas del rio, buscando ajustar a las condiciones que ofrece dicho cuerpo de agua en cada campaña.

Las artes de pesca que serán utilizadas para la colecta de peces consistirán en dos baterías de redes de diferentes aperturas de mallas que son: 40 mm, 60 mm, 80 mm, 120 mm, 160 mm, 200mm; por periodo de veinte y cuatro horas en cada sitio. Además se utilizarán redes de arrastre y bastidor de malla fina en las zonas litorales, siendo complementados a través del uso de espineles y pesca a mano con diferentes tamaños de anzuelos.

D. TRABAJOS DE CAMPO

Las tareas de campo se centrarán en la utilización de las artes de pesca mencionada más arriba, siendo el material biológico recogido en cada estación de muestreo, identificada por artes de pesca de origen y trasladada al campamento para su identificación taxonómica.

Además se tomaran en dicho lugar medidas biométricas (largo total, largo estándar, peso total altura del cuerpo).

Los estudios taxonómicos serán basados en las características de las especies documentadas (Lopez et al. 2003, SIIAB 2005, Ferraris y Vari 1999, Menni 2004, Ringuelet et al. 1967 y….Cloffca).

E. TRABAJOS DE LABORATORIO

En el laboratorio se procederá a la identificación taxonómica de las especies que no se identificaron en el campo.

En caso de realizar estos trabajos con la UNA, se realizará la fijación y conservación de los ejemplares que serán exhibidos en Museo Ictiológico del Departamento de Pesca y Acuicultura de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Asunción.

F. ANÁLISIS DE DATOS Y ELABORACIÓN DE INFORMES

Las informaciones obtenidas serán presentadas en textos de formato Word y en planillas de cálculo (Excel) en tablas y gráficos al mes de finalizado el trabajo.

Presentación de Informe: Se realizará un informe por campaña y un informe anual.

G. FRECUENCIA DE MEDICIÓN

Las campañas de monitoreo de fauna íctica y de macroinvertebrados no requieren ser conjuntas, pero de preferencia deberían realizarse sino en la misma fecha, en fechas muy próximas, para correlacionar los resultados, así como con los de la muestra de calidad de agua.
Se realizarán campañas cada tres meses, totalizando 4 campañas al año.

H. ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PROGRAMA DE MONITOREO DE FAUNA ÍCTICA

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Resumen del Costo Anual				
Costo en Gs/año				
Costo en USD/año				
Costo total de 4 años de monitoreo Gs				
Tasa de cambio				
Costo total de 5 años de monitoreo USD				

Programa de Monitoreo de Macro-invertebrados

El término macroinvertebrados se utiliza comúnmente para referirse a animales invertebrados tales como insectos, crustáceos, moluscos y anélidos entre otros, los cuales habitan principalmente sistemas de agua dulce.

A. OBJETIVO

El programa de bio-monitoreo de macro-invertebrados tiene como objetivo evaluar la calidad del agua y la variación de la misma durante el periodo de muestreo, a través de la presencia, por métodos estándares internacionales.

B. ALCANCE

El trabajo se realizará en el río Paraguay. Para la toma de muestras de macro-invertebrados, se proponen tres puntos cercanos a la orilla del río Paraguay, uno aguas arriba de la PTAR de Bella Vista, otro frente al Banco San Miguel y el tercero 500 metros aguas abajo de la PTAR de Varadero.

Puntos de muestreo de macroinvertebrados

C. METODOLOGÍA

TRABAJO DE CAMPO

Las muestras de los macroinvertebrados colectados para la investigación serán tomadas en puntos de muestreos establecidos; determinando la frecuencia de monitoreo de colecta cada tres meses.

La captura de los macroinvertebrados acuáticos será realizado mediante el empleo de una red de pantalla o de pateo, que presenta las características siguientes: largo 80 cm., ancho 60 cm, con 1 mm de apertura de malla. La técnica de utilización consistirá, donde un operador introducirá la red en el agua sujetando con las manos los dos parantes de madera de la red y apoyando por el fondo del lecho del arroyo, realizando posteriormente pequeños movimientos direccionados por los pies en forma de patadas intercaladas para remover y direccionar los sustratos al interior de la red y posteriormente dar un impulso para elevar la red con las muestras capturadas. Otro operador estará en las proximidades disponiendo una bandeja de material plástico resistente de color blanco con una profundidad de aproximadamente 15 cm. Este procedimiento de levante de la red se realizara en un número de tres repeticiones en cada sitio mencionado.

Otra técnica de colecta será la utilización de un colador de mano con características de 20 cm de diámetro y con 1 mm de apertura de malla, donde el operador realizara maniobras de introducción rápida y deslizando por el fondo del lecho y ejecutando el levante de los sustratos, hojas, piedras y otros materiales indefinidos y su posterior disposición en las bandejas colectoras; dicha operación se realizará en un numero de 5 oportunidades.

Las muestras depositadas en las bandejas serán sometidas al procedimiento de búsqueda de los macroinvertebrados, para dicho efecto el paratécnico de campo deberá contar con pinzas de diferentes formas y tamaños, además de una lupa de mano convencional, una vez encontrados y capturados los ejemplares serán colocados en frascos conteniendo alcohol de graduación 70 %, para la conservación de dichas muestras; los frascos estarán etiquetados con las referencias de identificación de cada punto de muestro para luego ser depositados en contenedores de isoport para su mejor conservación y evitar daños que puedan inutilizar las muestras en el trayecto de transporte al laboratorio.

Igualmente en los puntos de muestreo de los macroinvertebrados se realizará los registros de temperatura con termómetros convencionales de mercurio y la transparencia del agua con el disco de Secchi, como así también la obtención de muestra de agua (500 c.c.) en contenedores de plásticos correctamente etiquetados con datos de referencia del lugar.

Dichas muestras también se depositaran en los contenedores de isopor para su traslado al laboratorio.

TRABAJO DE LABORATORIO

Se registraran los datos de las etiquetas de los frascos contenedores de los macroinvertebrados, como así también lo correspondiente a los datos de la etiqueta de los recipientes contenedores de muestra de agua.

La identificación de los macroinvertebrados en el laboratorio consistirá en la disposición individual de los organismos acuáticos en placas de Petri con alcohol al 70%. La observación minuciosa y detallada de las características morfológicas particulares de órdenes y familias de los macroinvertebrados considerados biomonitores será realizado a través del microscopio digital (microscopio DINO-LITE. AM413TA) que presenta un sistema operativo de conexión USB a computadoras con su respectivo programa.

Las características taxonómicas identificadas de cada individuo serán en gran parte cotejadas con la tabla de clasificación de órdenes y familias de macroinvertebrados. Una vez identificados los macroinvertebrados se procederá a registrar en planillas elaboradas para el efecto, como así también la toma de fotografías para su posterior puntuación según la escala de índice BMWP. Y dependiendo de dicha puntuación se establecerá la calidad de agua de la Bahía de Asunción.

ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE INFORMES

Los datos colectados en el campo serán asentados en planillas especialmente confeccionadas para el efecto y trasladados al laboratorio para su conglomeración y análisis.

Las informaciones obtenidas serán presentadas en textos de formato Word y en planillas de cálculo (Excel) en tablas y gráficos a los un mes de finalizado el trabajo.

Presentación de Informe: Se realizará un informe por campaña y un informe anual.

COSTO ESTIMADO DEL MONITOREO DE MACROINVERTEBRADOS

A continuación se presenta el costo estimado para los cinco puntos de muestreo, con una frecuencia de toma de datos de 3 meses, lo cual da 4 muestras al año.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Resumen del Costo Anual				
Costo en Gs/año				
Costo en USD/año				
Costo total de 4 años de monitoreo Gs				
Tasa de cambio				
Costo total de 4 años de monitoreo USD				

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DEL ARROYO SAN LORENZO

Los datos existentes, son insuficientes para establecer una línea base de comparación, aunque nos dan un indicio del pésimo estado de la calidad del agua, estos deberían ser monitoreados durante un periodo largo, mínimo de un año, pero aun así no se tendrían las variaciones interanuales, por crecidas o sequías anuales. La frecuencia de muestreo se presenta una frecuencia trimestral.

El programa de monitoreo de calidad del agua, incluye un análisis cualitativo y cuantitativo de las aguas del arroyo San Lorenzo, a lo largo de su recorrido, por las conexiones que esperan mitigar la situación aguas arriba de la PTAR, con la ampliación de la cobertura de alcantarillado sanitario, así como aguas abajo para evaluar las condiciones del cauce después de la planta

A. OBJETIVO Y ALCANCE

Este monitoreo tiene como objetivo general establecer el impacto del proyecto sobre la calidad de las aguas del arroyo San. Los objetivos específicos de este programa son los siguientes:

iv. Corroborar y ampliar los datos disponibles a la fecha, de las mediciones realizadas en el marco de este contrato, a fin de tener una línea base.
v. Evaluar los impactos producidos durante la construcción de las obras.
vi. Evaluar la calidad del agua en el arroyo San Lorenzo, una vez concluida la obra.

El alcance del programa de monitoreo de la calidad del agua consiste en el control de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos de las aguas, así como la cantidad de agua del arroyo San Lorenzo, aguas arriba de la PTAR, para verificar el efecto de incrementar la cobertura del servicio de alcantarillado sanitario y aguas abajo, para verificar el efecto de la PTAR sobre el arroyo.

B. METODOLOGÍA

Como indica la Resolución Nº 222, la colecta de muestra y los respectivos análisis deberán ser efectuados según las metodologías internacionalmente reconocidas, como las normas publicadas por la ISO (International Standartization Organization) o las normas de "Métodos Normalizados para el análisis de Agua Potable y Residual (Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater). (APHA AWWA WPCF, última edición, Washington, E.U.A).

Las muestras deberán ser georreferenciadas, rotuladas con el nombre de la muestra, fecha, hora de la toma, depositada en frascos aptos para su posterior análisis. El responsable deberá conocer los procedimientos que deberá llevar a cabo para la toma de muestra de agua, así como el tiempo de llevar las muestras al laboratorio, tiempo máximo de almacenamiento y condiciones de la espera. Las etapas propuestas para la realización de los muestreos, con los responsables sugeridos son las siguientes:

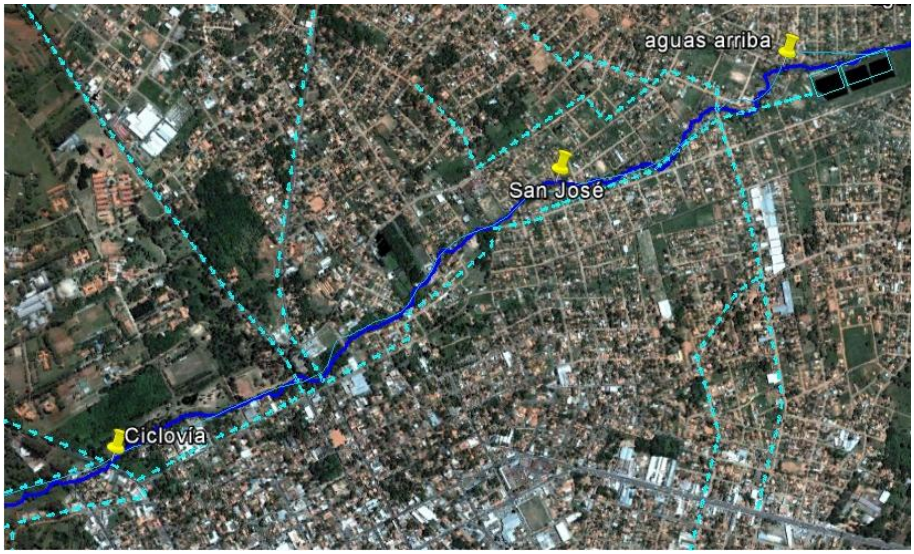
Etapas del monitoreo de la Calidad del Agua

ETAPA	OBJETIVO	RESPONSABLE
Etapa inicial	A fin de tener una línea base.	MOPC
Etapa de Construcción	A fin de evaluar el impacto durante la ejecución de las obras y completar la línea base.	Contratista / Fiscalización
Etapa de Operación	A fin de evaluar el impacto de las obras. Servirá para detectar posibles efluentes no incluidos en la red	MOPC/ESSAP
	Monitoreo de Vertidos Industriales y Comerciales a la red de alcantarillado sanitario	Cada propietario, a pedido de la ESSAP, con apoyo de la SEAM

Los parámetros a ser analizados son los siguientes: pH, temperatura, turbidez, Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), coliformes fecales (CF), ortofosfatos, fósforo total (PT), nitrógeno amoniacal, nitrógeno total Kjeldahl (NT), sólidos suspendidos, grasas y aceites.

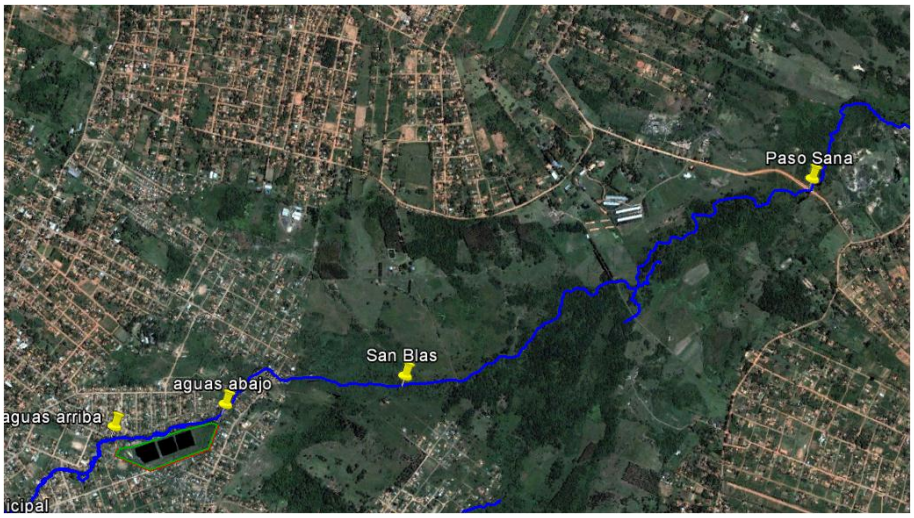
C. MUESTREO DEL ARROYO SAN LORENZO

Para las muestras en el arroyo San Lorenzo, se propone tomar las muestras a 20 cm de profundidad del nivel del agua, a fin de facilitar la réplica independiente del nivel del agua.



Puntos de Muestreo aguas arriba de la PTAR

Se recomiendan tres puntos de muestreo aguas arriba de la PTAR, uno en la ciclovía, ubicado aproximadamente a 2.800 metros de la PTAR, el siguiente en el sitio denominado San José, que es el cruce del arroyo con la calle del mismo nombre, situado a 1.300 m del anterior y aproximadamente a 1.500 m aguas arriba de la PTAR y un tercer punto a 50 metros aguas arriba de la PTAR.



Puntos de Muestreo aguas abajo de la PTAR

Los otros tres puntos de muestreo recomendados son aguas abajo de la PTAR, el primero a 50 metros, el segundo en un lugar denominado San Blas a 1.200 metros y otro en Paso Sana, sobre la ruta, a 4.000 metros aguas abajo de la PTAR.

Puntos de muestreo en los arroyos urbanos

Punto de muestreo	Descripción	Sur	Este
Ciclovía	2.800 m aguas arriba de la PTAR	7197196 m S	447956 m E
San José	1.500 m aguas arriba de la PTAR	7198279 m S	449673 m E
A. Arriba	50 m aguas arriba de la PTAR	7198733 m S	450555 m E
A. Abajo	50 m aguas abajo de la PTAR	7198850 m S	451132 m E
San Blas	1.200 m aguas abajo de la PTAR	7199000 m S	452068 m E
Paso Sana	4.000 m aguas abajo de la PTAR	7200032 m S	454189 m E

D. ESPECIALISTA EN CALIDAD DE AGUA

Para el análisis de los resultados y como apoyo al personal asignado, se recomienda un especialista en calidad de agua, que acompañe la toma de muestras y realice los análisis de resultados e informes correspondientes.

Al final de cada campaña el especialista en calidad entregará los datos con los análisis y comentarios correspondientes, que permitan evaluar la situación del momento y la evolución de la calidad del agua. Cada año se presentará un informe compilado de la situación, con los análisis y comentarios correspondientes.

En el término del primer año, el informe incluirá los datos de los indicadores que serán consideramos como la línea de base para la Matriz de Resultados del Programa.

Asimismo, este informe incorporará una estimación de los cambios que tendrán los indicadores monitoreados al final de la implementación del Programa. Estos valores también serán incorporados a la Matriz de Resultados del Programa.

Al final del monitoreo durante la operación, se tendrá un comparativo, que permitirá evaluar el impacto del proyecto sobre la calidad del agua.

Perfil del Profesional: Ingeniero químico, ingeniero civil, o ingeniero sanitario, al cual se le podrá pagar por campaña realizada, análisis de datos e informe de resultados.

E. PRESUPUESTOS ESTIMADO POR CAMPAÑA

A continuación se presentan los parámetros a medir, así como el presupuesto estimado para 6 puntos de muestreo, como se indicó anteriormente.

Presupuesto de la campaña de calidad de agua de parámetros generales

Parámetro	Arroyo San Lorenzo	Precio unitario (Gs)	Subtotal (Gs)
Temperatura	6		
pH	6		
Oxígeno disuelto	6		
Conductividad a 25°C	6		
Turbidez	6		
DQO Total	6		
DQO filtrada	6		
DBO5 Total	6		
DBO5 filtrada	6		
Coliformes fecales	6		
Nitrógeno amoniacal	6		
Nitrógeno total kjeldahl	6		
N-Nitrito (N)	6		
N-Nitrato (N)	6		
Sulfato (SO4)	6		
Sólidos en suspensión totales (SST)	6		
Sólidos en suspensión volátiles (SSV)	6		
Fósforo total (P)	6		
Orto-fosfato (P)	6		
Grasas y aceites	6		
Detergentes	6		
Toma de muestras	6		
Total por cada campaña completa de muestreo			
tasa de cambio		Gs/US	
Total		USD	

Se han elegido los seis metales que se presentan más comúnmente, para la medición de los mismos, se propone la muestra de ellos en las estaciones cercanas a la PTAR, las dos y la de San José y San Blas; quedando excluidas los puntos de muestreo extremos. A continuación se presenta el costo estimado.

Presupuesto de la campaña de calidad de agua de metales pesados

Parámetro	Arroyo San Lorenzo	Precio unitario (Gs)	Subtotal (Gs)
Plomo	4		
Niquel	4		
Cromo Total	4		
Cadmio	4		
Mercurio	4		
Arsénico	4		
tasa de cambio		Gs/US	
Total		USD	

F. FRECUENCIA DE MUESTREO Y CRONOGRAMA

Se recomienda realizar las muestras cada tres meses, y por lo menos una vez al año deberá realizarse una muestra compuesta por tres tomas durante la mañana, mediodía y tarde, espaciadas 6 horas como mínimo. Las muestras deberán realizarse trimestralmente, y la toma se realizará después de tres días sin lluvias. Teniendo en cuenta que el contrato de la ECATEF es por 4 años, solo el primer año de monitoreo post construcción deberá ser cotizado.

Cronograma de toma de muestras para el Monitoreo de Calidad de Agua del Arroyo San Lorenzo

ETAPA	LINEA BASE												CONSTRUCCIÓN																								MONITOREO DEL SISTEMA											
MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
UBICACIÓN																																																
Arroyo San Lorenzo																																																
Parámetros			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1
Metales pesados						1																																										1

G. COSTOS

A continuación se presentan los costos incluyendo el muestreo y el especialista.

Costos Estimados del Monitoreo de Calidad de Agua del Arroyo San Lorenzo

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Parámetros Totales	4	4	4	4
Metales Pesados	1			1
Costo Estimado Gs				
Especialista en calidad de agua	4	4	4	4
Precio Unitario (muestra/informe)				
Especialista Gs				
Total en Gs				
Total en USD				
Total de 4 años				