



Panamá, 25 de Febrero de 2019.

**INFORME DE ENSAYO No.044-B
LABORATORIO AMBIENTAL
REPORTE FINAL DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES
CENTRAL HIDROELÉCTRICA LA ESTRELLA**

Nombre de la Empresa: AES PANAMA SRL

Dirección: Distrito de Boquete, Corregimiento de Caldera, Provincia de Chiriquí

Responsable del Proyecto: Evidelio Serrano.

Fecha de Recepción de la Muestra: 28 al 29 de Enero de 2019.

Fecha de Análisis de la Muestra: 28 de Enero al 20 de Febrero al de 2019.

No. de Trabajo: LAB2-044-2019.

A. Resumen

Este informe contiene una breve descripción de los análisis realizados a las muestras de aguas residuales colectadas en el Separador de Agua y Aceite y en las aguas superficiales del Reservorio la Estrella ubicados en la Central Hidroeléctrica La Estrella. Además, los métodos de análisis utilizados, el tipo de muestra colectada, una lista de los parámetros y equipos utilizados para el análisis de los parámetros que corresponden a la actividad realizada así como los límites de detección del método, las coordenadas geográficas de las estaciones de monitoreo, los resultados de las pruebas físicas, químicas y microbiológicas realizadas, la declaración de control de calidad por parte de Inspectorate Panama S.A., las conclusiones de acuerdo a los resultados obtenidos, las recomendaciones, fotografías del trabajo realizado en campo y por último, las cadenas de custodia de las muestras.

Los resultados obtenidos son aplicables a las muestras recibidas. Prohibida la reproducción parcial de los resultados, sólo se pueden reproducir los resultados con autorización del cliente. Los métodos acreditados están respaldados por el Consejo Nacional de Acreditación, conforme a la Norma DGNTI-COPANIT-ISO 17025 como Laboratorios de Ensayo, en las instalaciones ubicadas en Albrook (Panama).



B. Descripción del Análisis

Se realizó la determinación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos como: **Aceites y Grasas, Coliformes Totales, Conductividad, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Relación DQO/DBO, Hidrocarburos Totales, pH, Sólidos Suspensados, Sólidos Totales, Temperatura y Turbiedad**, sobre dos (2) muestras de aguas residuales, y dos (2) de agua superficial, identificadas como se indica en la siguiente tabla.

Tabla1. Identificación de muestras

Identificación del Cliente	Fecha de muestreo	Identificación del Laboratorio	Tipo de Agua
Separador de Agua y Aceite	28/01/2019	LAB2-044-M45	Residual
Separador de Agua y Aceite	29/01/2019	LAB2-044-M46	Residual
Boca toma La Estrella	28/01/2019	LAB2-044-M47	Superficial
Boca toma La Estrella	29/01/2019	LAB2-044-M48	Superficial

Las aguas del **Boca toma La Estrella** son aguas superficiales que no han pasado por el proceso de generación de electricidad. Por esta razón el sitio **Boca toma La Estrella** es llamado punto Testigo. Por lo tanto, los parámetros medidos en este sitio se toman como los parámetros de comparación contra los cuales se evalúan los parámetros correspondientes que se miden a las aguas residuales provenientes de los distintos puntos de descarga de las aguas residuales del proceso de generación de electricidad.

C. Métodos de Análisis

Los análisis químicos, físicos y microbiológicos realizados se llevaron a cabo de acuerdo a los procedimientos del Manual “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” y el método EPA 8015-B.

Los resultados obtenidos son aplicables a las muestras recibidas. Prohibida la reproducción parcial de los resultados, sólo se pueden reproducir los resultados con autorización del cliente. Los métodos acreditados están respaldados por el Consejo Nacional de Acreditación, conforme a la Norma DGNTI-COPANIT-ISO 17025 como Laboratorios de Ensayo, en las instalaciones ubicadas en Albrook (Panama).



El análisis de las muestras fue llevado a cabo por los Licenciados Ariel García, Lorena Moreno, Andrés Jean François, Estefanía Ayala, Jaime Luna y por los Técnicos César Figueroa e Irving Berroa.

D. Muestreo

La toma de muestra se realizó según el procedimiento PC-08, por el siguiente personal de Inspectorate Panamá: Lic. Rigoberto Ríos y Edgar Delgado.

Las muestras de aguas residuales del **Separador de Agua y Aceite**, son del tipo **compuesta**, colectadas por alícuotas de igual volumen durante un período de ocho horas en intervalos de tiempo similares. Estas muestras representan el promedio de los elementos que se están analizando y minimizan el efecto de las posibles variaciones puntuales que haya en la descarga del agua.

Por otro lado, las de aguas superficiales del **Boca toma La Estrella** son del tipo puntual. Las muestras de aguas puntuales están constituidas por una alícuota que es colectada en un tiempo determinado. Por tanto, estas muestras representan la concentración de los elementos en el agua sólo en el momento de la toma de la muestra.

E. Parámetros y equipos de medición

Los parámetros evaluados en cada estación de monitoreo de la Central Hidroeléctrica La Estrella, son de acuerdo al CIIU de la actividad industrial desarrollada. Así, a las aguas residuales provenientes de los sitios Separador de Agua y Aceite y Testigo Boca Toma La Estrella, se les analizan los parámetros correspondientes al **CIIU 41011(Generación, Transmisión y Distribución de electricidad)**.

La siguiente tabla muestra los parámetros analizados, los equipos y los métodos utilizados para realizar las mediciones y los límites de detección.



BUREAU
VERITAS

Tabla 2. Listado de parámetros analizados, equipo de medición y límites de detección

PARÁMETROS ANALIZADOS	EQUIPO UTILIZADO	METODOLOGÍA UTILIZADA	LÍMITE DE DETECCIÓN
1. Aceites y Grasas (mg/L)	Balanza	SM-5520-B	<2,0
2. Coliformes Totales (NMP/100mL)	Incubadora	SM-9223-2(B)	<1
3. Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Equipo Multiparámetros	SM-2510-B	<0,010
4. Demanda Bioquímica de Oxígeno (mgO ₂ /L)	Medidor de Oxígeno Disuelto	SM-5210-B	<2,0
5. Demanda Química de Oxígeno (mgO ₂ /L)	Espectrofotómetro Pharo 300	SM-5220 B	<2,0
6. Relación DQO/DBO ₅	Calculadora	Cálculo matemático	N/A
7. Hidrocarburos Totales (mg/L)	Cromatógrafo de Gases	EPA-8015 D	<0,05
8. pH (Unidad de pH)	Equipo Multiparámetros	SM-4500-H ⁺ -B	<0,01
9. Sólidos Suspensidos (mg/L)	Balanza Analítica	SM-0440-D	<1,0
10. Sólidos Totales (mg/L)	Balanza Analítica	SM-0440-B	<1,0
11. Temperatura (°C)	Equipo Multiparámetros	SM-2550-B	<0,01
12. Turbiedad (NTU)	Turbidímetro	SM-2130-B	<0,01

F. Localización Geográfica de las estaciones de monitoreo

Tabla 3. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo

Identificación	Norte	Este	SITIO
LAB2-044-M46	959429	351773	Separador de Agua y Aceite
LAB2-044-M47	959429	351773	Separador de Agua y Aceite
LAB2-044-M48	944565	357158	Boca toma La Estrella
LAB2-044-M49	944565	357158	Boca toma La Estrella

Los resultados obtenidos son aplicables a las muestras recibidas. Prohibida la reproducción parcial de los resultados, sólo se pueden reproducir los resultados con autorización del cliente. Los métodos acreditados están respaldados por el Consejo Nacional de Acreditación, conforme a la Norma DGNTI-COPANIT-ISO 17025 como Laboratorios de Ensayo, en las instalaciones ubicadas en Albrook (Panama).



G. Resultados Obtenidos

Tabla 4. Resultados obtenidos para muestras de Aguas Residuales correspondientes a la estación de monitoreo **Separador de agua y aceite.**

Parámetros	Separador de Agua y Aceite		LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS DGNTI-COPANIT 35-2000
	044-M45 28/01/2019	044-M46 29/01/2019	
*Aceites y Grasas (mg/L)	<2,0	<2,0	20
*Coliformes Totales (NMP/100mL)	3590	630	1000
*Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	70,6	69,0	NR
*Demanda Bioquímica de Oxígeno (mgO ₂ /L)	<2,0	<2,0	35
*Demanda Química de Oxígeno (mgO ₂ /L)	<4,0	<4,0	100
Relación DQO/DBO	NPC	NPC	NR
*Hidrocarburos Totales (mg/L)	<0,05	<0,05	5
*pH (Unidad de pH)	7,67	7,06	5,5-9,0
*Sólidos Suspensidos (mg/L)	1,0	1,0	35
*Sólidos Totales (mg/L)	47,15	46,5	NR
*Temperatura (°C)	24,5	24,2	+/- 3°C de la T.N.
*Turbiedad (NTU)	1,07	1,12	30

Nota: Alcance de la Acreditación

Las pruebas señalizadas con un asterisco (*) son las que se encuentran acreditadas bajo la norma ISO/IEC 17025.

NPC: No Puede calcularse.

NR No Regulado



Tabla 5. Resultados obtenidos para muestras de Aguas Residuales correspondientes a la estación de monitoreo para aguas superficiales del sitio **Boca toma La Estrella**

Parámetros	Boca toma La Estrella		
	044-M47 28/01/2019	044-M48 29/01/2019	LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS D. E. 75-2008
*Aceites y Grasas (mg/L)	<2,0	<2,0	<10
*Coliformes Totales (NMP/100mL)	4250	13340	NR
*Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	104,5	109,3	NR
*Demanda Bioquímica de Oxígeno (mgO ₂ /L)	<2,0	<2,0	3 - 5
*Demanda Química de Oxígeno (mgO ₂ /L)	<4,0	<4,0	NR
Relación DQO/DBO	NPC	NPC	NR
*Hidrocarburos Totales (mg/L)	<0,05	<0,05	0,05-0,2
*pH (Unidad de pH)	7,89	8,40	6,5-8,5
*Sólidos Suspensidos (mg/L)	<1	2,0	<50
*Sólidos Totales (mg/L)	72,4	78,5	NR
*Temperatura (°C)	21,1	20,5	±3 °C de la T. N.
*Turbiedad (NTU)	1,45	1,84	50-100

Nota: Alcance de la Acreditación

Las pruebas señalizadas con un asterisco (*) son las que se encuentran acreditadas bajo la norma ISO/IEC 17025.

NPC: No Puede calcularse.

NR: No Regulado



H. Control de la Calidad

Todos los ensayos son evaluados por medio del uso de **Materiales de Referencia Certificados (MRC's)**, con fechas vigentes y Trazables al **National Institute of Standards & Technology (NIST)**.

Como una medida de control en la toma de decisiones, **INSPECTORATE PANAMA**, División Ambiental, utiliza, en cada lote de análisis, una muestra de concentración conocida para determinar índices de recuperación, los cuales son evidencia del desempeño aceptable de nuestras operaciones. Si la recuperación del patrón esta entre 90 y 110%, se acepta el lote de análisis; en caso contrario, se rechaza y, se analiza nuevamente.

I. Conclusiones

De acuerdo a los parámetros analizados, las muestras de aguas residuales tomadas en el **Separador de Agua y Aceite**, durante las dos campañas de monitoreo del mes de Enero, cumplen con el Límite Máximo Permisible establecido en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000, para los parámetros Aceites y grasas, Coliformes Totales, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Relación DQO/DBO, Hidrocarburos Totales, pH, Sólidos Suspensidos, Sólidos Totales y Temperatura. Sin embargo, presenta concentraciones mayores al Límite Máximo Permitido para el parámetro **Coliformes Totales en una de las dos fechas de monitoreo**.

Por otro lado, los resultados de los análisis realizados a las muestras de aguas del sitio **Boca toma La Estrella**, el cual representa al punto Testigo, cumplen con el Límite Máximo Permisible establecido en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000, para los parámetros Sólidos Suspensidos, Turbiedad, Aceites y grasas, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Hidrocarburos Totales, pH y Temperatura. Sin embargo, presenta concentraciones mayores al Límite Máximo Permitido para el parámetro **Coliformes Totales**. Así vemos que el agua que entra al proceso de generación de electricidad presenta concentraciones de **Coliformes Totales en una de las dos fechas de monitoreo**.

Los resultados obtenidos son aplicables a las muestras recibidas. Prohibida la reproducción parcial de los resultados, sólo se pueden reproducir los resultados con autorización del cliente. Los métodos acreditados están respaldados por el Consejo Nacional de Acreditación, conforme a la Norma DGNTI-COPANIT-ISO 17025 como Laboratorios de Ensayo, en las instalaciones ubicadas en Albrook (Panama).



Los parámetros evaluados con respecto al Decreto Ejecutivo 75-2008, también para el sitio Testigo (específico para regular aguas de recreación), que cumplen con los requisitos de esta norma son: aceites y grasas, Demanda bioquímica de oxígeno, hidrocarburos totales del petróleo, pH, sólidos suspendidos, temperatura y turbiedad.

J. Recomendaciones

Debido a que los resultados del monitoreo para la estación: **Boca toma La Estrella**, demuestran que la concentración de **Coliformes Totales** son mayores a las permitidas por el **Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000**, es importante verificar el foco de contaminación con el fin de tomar las medidas correctivas en torno a disminuir o eliminar la contaminación.

Las aguas provenientes del sitio **Boca toma La Estrella** son aguas superficiales, por lo que son evaluadas con respecto al **Decreto Ejecutivo 75-2008**. Uno de los parámetros más críticos de la norma es la concentración de **Coliformes fecales**, por lo que recomendamos se incluya este parámetro en los siguientes monitoreos, sobre todo porque son aguas destinadas al uso recreativo.

All Operations to be carried out in accordance with Bureau Veritas Commodities
Division General Conditions of Services (2014 Edition)
An electronic version can also be

view web on our company website
http://www.inspectorate.com/general_conditions_of_service



BUREAU
VERITAS



ANEXOS

Los resultados obtenidos son aplicables a las muestras recibidas. Prohibida la reproducción parcial de los resultados, sólo se pueden reproducir los resultados con autorización del cliente. Los métodos acreditados están respaldados por el Consejo Nacional de Acreditación, conforme a la Norma DGNTI-COPANIT-ISO 17025 como Laboratorios de Ensayo, en las instalaciones ubicadas en Albrook (Panama).



ANEXO 1 REGISTRO FOTOGRÁFICO

Los resultados obtenidos son aplicables a las muestras recibidas. Prohibida la reproducción parcial de los resultados, sólo se pueden reproducir los resultados con autorización del cliente. Los métodos acreditados están respaldados por el Consejo Nacional de Acreditación, conforme a la Norma DGNTI-COPANIT-ISO 17025 como Laboratorios de Ensayo, en las instalaciones ubicadas en Albrook (Panama).



BUREAU
VERITAS



Fig.1. Colecta de muestras en el sitio identificado como Boca toma La Estrella



Fig.2. Medición de parámetros de campo en el Separador de Agua y Aceite La Estrella

Los resultados obtenidos son aplicables a las muestras recibidas. Prohibida la reproducción parcial de los resultados, sólo se pueden reproducir los resultados con autorización del cliente. Los métodos acreditados están respaldados por el Consejo Nacional de Acreditación, conforme a la Norma DGNTI-COPANIT-ISO 17025 como Laboratorios de Ensayo, en las instalaciones ubicadas en Albrook (Panama).



BUREAU
VERITAS



ANEXO 2 CADENAS DE CUSTODIA

Los resultados obtenidos son aplicables a las muestras recibidas. Prohibida la reproducción parcial de los resultados, sólo se pueden reproducir los resultados con autorización del cliente. Los métodos acreditados están respaldados por el Consejo Nacional de Acreditación, conforme a la Norma DGNTI-COPANIT-ISO 17025 como Laboratorios de Ensayo, en las instalaciones ubicadas en Albrook (Panama).