S.G.I. S.A.S.
Consultoría e Ingeniería



INFORME DE LABORATORIO

Monitoreo Compuesto y Análisis Fisicoquímico de Agua Residual no Domestica – Instituto Geográfico Agustín Codazzi

Bogotá D.C - Diciembre 2023

IGAC
INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI

IL- 23-1144 – V1

Bogotá D.C., Diciembre 2023



Bogotá D.C., Diciembre de 2023

Datos de Cliente

Cliente:	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
Dirección:	Carrera 30 # 48-51
Ciudad:	Bogotá
Contacto:	Stfhanie Castiblanco Romero
Tel:	(601) 653 1888
Email:	liesel.castiblanco@igac.gov.co
Proyecto:	Caracterización de Agua Residual no Domestica – Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC.

Datos de Laboratorio

Nombre:	SGI SAS
Nit:	800.217.975-0
Teléfono:	57 (1) 742 33 71
Dirección:	Cr 32b N° 22b - 29
Ciudad:	Bogotá D.C.
Contacto:	Marcela Garzón
Cel:	315 4530992
Email:	gerencia.tecnica@sgiltda.com

Elaboró	Carolina Díaz
Revisó	Santiago Posada
Aprobó	Michel Rodríguez
Fecha de Emisión	29 Diciembre 2023

Este documento no será reproducido, distribuido, modificado ni prestado en todo o en parte sin previa autorización de la empresa.

Tabla de Contenido

1 Generalidades 8
1.1 Introducción 8
1.2 Objetivos 9
1.2.1 Objetivo General 9
1.2.2 Objetivos Específicos 9
1.3 Alcance Del Monitoreo 9
2 Marco Teórico 10
2.1 Calidad del Agua 10
2.2 Procesos que generan aguas residuales (vertimientos) 10
2.2.1 Sistemas de Pre-tratamiento 10
2.3 Sistemas de Abastecimiento 11
2.4 pH 11
2.5 Caudal 12
2.6 Temperatura 12
2.7 Demanda Química De Oxígeno (DQO) 13
2.8 Demanda Bioquímica De Oxigeno (DBO) 13
2.9 Sólidos Suspendidos Totales (SST) 13
2.10 Solidos Sedimentables (SSD) 14
2.11 Color Real 14
2.12 Dureza Total 15
2.13 Dureza cálcica 15
2.14 Acidez y Alcalinidad 15
2.15 Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX) 15
2.16 Compuestos Fenólicos y Fenoles Totales 16
2.17 Fósforo Total 16
2.18 Fósforo Reactivo Total (Ortofosfatos) 17
2.19 Nitrógeno Total 17
2.20 Nitrógeno Amoniacal 17
2.21 Nitratos y Nitritos 18
2.22 COV'S – BTEX 18
2.23 Grasas y Aceites 18
2.24 Hidrocarburos totales 19
2.25 Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP´S) 19
2.26 Cianuro 19
2.27 Cloruros 20
2.28 Fluoruro 20
2.29 Sulfatos 20
2.30 Sulfuro 20
2.31 Surfactantes 20
2.32 Parámetros Metálicos 21
3 Marco Legal 25
3.1 Resolución 0631 de 2015 25
3.2 Resolución 3957 de 2009 27
4 Procedimiento para el Control de Calidad de los Ensayos 29

4.1 Procedimiento de Toma Muestras 30
4.2 Preservación de Muestras 31
4.3 Metodología de Análisis 33
4.4 Custodia de las Muestras 35
4.5 Procedimiento de Monitoreo de Condiciones Ambientales 35
4.5.1 Procedimiento Muestreo Compuesto de Aguas 35
5 Declaración de conformidad y regla de decisión 36
6 Cronograma de actividades 38
7 Descripción del Área de Estudio 39
7.1 Marco Geográfico 39
7.2 Ubicación de los puntos de muestreo 40
7.3 Descripción de los puntos de monitoreo 40
7.4 Registro Fotográfico 42
8 Resultados 43
8.1 Datos de Campo In-Situ 43
8.2 Resultados Análisis de Laboratorio 44
9 Análisis e Interpretaciones 48
9.1 pH 48
9.2 Temperatura 49
9.3 Caudal 50
9.1 Solidos Sedimentables 50
9.1 DBO5 Y DQO 51
9.2 Acidez 52
9.3 Alcalinidad, Dureza Total y Cálcica. 52
9.4 Color Real 53
9.5 Solidos Suspendidos Totales (SST) 54
9.6 Aceites y Grasas e Hidrocarburos 55
9.7 Compuestos Nitrogenados (Nitrógeno Amoniacal, Total, Nitrato, Nitritos) 55
9.8 Compuestos Fenólicos y Fenoles Totales 56
9.9 BTEX – COV'S 56
9.10 Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP's) 56
9.11 Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX) 57
9.12 Fosforo Total y Fósforo Reactivo (Ortofosfatos) 57
9.13 Cloruros y Sulfuros 58
9.14 Sulfato 58
9.15 Fluoruro 59
9.16 Surfactantes 60
9.17 Cianuro 60
9.18 Metales 61
10 Conclusiones 63
11 Recomendaciones 65
12 Bibliografía 66

Índice de Tablas

Tabla 1. Características de los parámetros metálicos 21
Tabla 2 Límites Permisibles Resolución 631/2015 25
Tabla 3 Consideraciones Tabla A - Resolución 3957 de 2009. 27
Tabla 4 Consideraciones Tabla B - Resolución 3957 de 2009. 28
Tabla 5. Preservación de muestras 31
Tabla 6. Parámetros monitoreados. 33
Tabla 7. Cronograma de actividades 38
Tabla 8 Coordenadas del punto monitoreado 40
Tabla 9 . Punto de monitoreo Instalaciones IGAC - Agua Residual no Domestica. 41
Tabla 10. Registro fotográfico - Agua Residual no Domestica. 42
Tabla 11. Mediciones parámetros In-Situ - Inspección del Laboratorio IGAC 43
Tabla 12. Resultados de análisis de laboratorio muestras recolectadas 45
Tabla 14 Clasificación de Dureza en Aguas. 53
Tabla 15 Resultados Concentración Metales y Comparación Normativa 61

Índice de Figuras

Figura 1.Declaración Binaria para una regla de aceptación simple (w=0) 36
Figura 2. Declaración Binaria con zona de seguridad. 37
Figura 3 Ubicación Geográfica del punto de monitoreo 39
Figura 4 Comportamiento de pH, comparada con la Resolución 631/2015 y 3957/2009. 48
Figura 5 Comportamiento de la temperatura, comparada con la Resolución 631/2015 y 3957/2009 49
Figura 6 Comportamiento del caudal. 50
Figura 7.Comportamiento de Solidos Sedimentables, comparada con la Resolución 631/2015 y 3957/2009 51
Figura 8 Comportamiento de la DQO y DBQ, comparada con la Resolución 631/2015 y 3957/2009. 52
Figura 9 Comportamiento de Alcalinidad, Dureza Cálcica y Dureza Total 53
Figura 10 Color medido a tres longitudes de onda para el punto 54
Figura 11. Comportamiento de SST, comparada con la Resolución 631/2015 y 3957/2009 54
Figura 12. Comportamiento de Aceites y Grasas e Hidrocarburos, comparada con la Resolución 631/2015 y 3957/2009 55
Figura 13. Comportamiento de Compuestos Nitrogenados 56

Figura 14.Comportamiento de Cloruros y Sulfuros, comparada con la Resolución 631/2015 y 3957/2009..... 58
Figura 15.Comportamiento de Sulfato, comparada con la Resolución 631/2015 y 3957/2009. ... 59
Figura 16. Comportamiento de Sulfato, comparada con la Resolución 631/2015 y 3957/2009 ... 59
Figura 17.Comportamiento de Surfactantes, comparada con la Resolución 3957/2009..... 60
Figura 18.Comportamiento del Cianuro 60

Anexos

Anexo 1. Reporte De Resultados 67
Anexo 2. Registros de Campo..... 68
Anexo 3. Resolución de acreditación 69
Anexo 4. Certificados de Calibración..... 70

Control de Cambios

IL-23-1144-V1	Informe Monitoreo Compuesto y Análisis Fisicoquímico de Agua Residual no Domestica – IGAC

Este documento contiene la interpretación de los resultados del Informe de Monitoreo Compuesto y Análisis Fisicoquímico de Agua Residual no Domestica en las Instalaciones del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC

Michel Rodríguez

DIRECTOR DE PROYECTOS

1 Generalidades

1.1 Introducción

El presente informe presenta el análisis fisicoquímico del Agua Residual no Doméstica monitoreada en el punto "Caja de Inspección Externa" ubicado en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi en la ciudad de Bogotá D.C., monitoreado el día 14 de diciembre de 2023. El agua procedente del punto a monitorear proviene del lavado de utensilios del laboratorio de suelos.

Para establecer el cumplimiento, se tendrán como criterio los valores límites máximos permisibles establecidos en el Artículo 16 Capítulo VIII Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas – ARnD al alcantarillado público de la Resolución 631 de 2015, y se tendrá como criterio el valor de referencia el artículo 15 "Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domesticas ARnD para las actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI" y así mismo, para los vertimientos realizados al alcantarillado público establecidos en la Resolución SDA 3957 de 2009.

Con el fin de determinar la calidad del agua residual no domestica el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, contrató a Servicios Geológicos Integrados S.A.S. acreditada por la Resolución 0780 de junio 2023 de 2019, para realizar el monitoreo y caracterización fisicoquímica de la muestra del agua residual proveniente del laboratorio de suelos, a la salida de la caja de inspección, bajo el plan de monitoreo PM-23-0647-V1 el día 14 de diciembre de 2023.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Realizar la caracterización fisicoquímica de la muestra de Agua Residual no Doméstica – ARnD, del punto "Caja de Inspección Externa" del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en la ciudad de Bogotá D.C., obtenida en el mes de diciembre de 2023, con base a los requerimientos establecidos para cada parámetro en el artículo 15 de la Resolución 631 de 2015, en el Artículo 16 Capítulo VIII y la Resolución 3957 de 2009.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la calidad del Agua Residual no Doméstica (ARnD) producto de las actividades operativas del laboratorio de suelos del IGAC en la ciudad de Bogotá.

- Presentar un informe técnico con el análisis fisicoquímico de las aguas residuales no domésticas del punto monitoreado, teniendo en cuenta los requerimientos establecidos para cada parámetro en el artículo 15 y 16 (Cap VIII) de la Resolución 631 de 2015, expedida por el ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Resolución 3957 de 2009.

1.3 Alcance Del Monitoreo

El presente informe abarca la caracterización fisicoquímica de un punto de Agua Residual no Domestica denominado: "Caja de Inspección Externa", bajo el plan de monitoreo PM-23-0647-V1, ejecutado el día 14 de diciembre de 2023, ubicado en la ciudad de Bogotá D.C., estableciendo comparación con el Articulo 15 y 16 (Cap VIII) de la Resolución 631 de 2015, expedida por el ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Resolución 3957 de 2009.

2 Marco Teórico

En esta sección se presentan los conceptos técnicos para cada uno de los parámetros analizados en el monitoreo de Calidad del Agua para la muestra recolectada de Agua Residual no Doméstica ARnD y procesos que intervienen en la producción y tratamiento de aguas residuales.

2.1 Calidad del Agua

La contaminación de un cuerpo de agua depende de la cantidad y la calidad del vertimiento, así como del tamaño de afluente y su capacidad de asimilación. Los cuerpos hídricos del país son receptores de vertimientos de agua residuales y su calidad se ve afectada principalmente por los vertimientos no controlados provenientes del sector industrial, doméstico y agropecuario.

Las aguas residuales son aquellas aguas de abastecimiento que después de ser utilizadas en las actividades domésticas (consumo humano, cocimiento de alimentos, aseo personal y local) e industriales (lavados, diluciones, calentamientos, refrigeración, etc.) son descargadas al alcantarillado público o directamente al ambiente (Hernandez, 2017, p. 28).

2.2 Procesos que generan aguas residuales (vertimientos)

Las aguas residuales, son las aguas usadas que, por uno u otro motivo son introducidas y tranpostadas mediante el sistema de alcantarillado. Se considerean aguas residuales domesticas “ARD” las provenientes de las viviendas, edificios comerciales e institucionales, por su parte, las aguas residuales no domésticas o industriales (ARnD) son aquellas que son generadas en procesos industriales manufactura trasformación de materias que involucren el uso de agentes quimicos dentro de sus actividades (Rojas, 2010).

2.2.1 Sistemas de Pre-tratamiento

El pre-tratamiento es la fase inicial del proceso de tratamiento de aguas residuales, el cual se fundamenta en el uso de procesos físicos y mecánicos con el fin de reducir o eliminar residuos sólidos gruesos y finos, grasas y arenas mediante el uso de rejillas. Las etapas del pre-tratamiento son:

Cribado (Rejillas): En esta etapa, el agua residual se hace pasar a través de rejillas que contienen barras de metal o plástico con espacios en forma de ranuras. Las rejillas retienen los sólidos más grandes como palos, hojas, plásticos y otros desechos.

Desarenado: Después de pasar por las rejillas, el agua residual fluye a través de un tanque de sedimentación donde se permite que los sólidos más pesados, como la arena y los sedimentos, se depositen en el fondo del tanque. La arena y los sedimentos se eliminan periódicamente mediante un proceso de extracción mecánica.

Desengrasado: En esta etapa, el agua residual se hace pasar por un tanque donde se permite que los aceites y grasas se separen del agua. Las grasas y los aceites se eliminan mediante un proceso mecánico de raspado.

2.3 Sistemas de Abastecimiento

Los sistemas de abastecimiento son un conjunto e instalaciones con el propósito de conducir las aguas destinadas a una población, a fin de satisfacer las necesidades. Estos sistemas se pueden clasificar por el tipo de fuente de donde se obtiene, puede ser, agua lluvia, agua subterránea, agua superficial. Los sistemas de abastecimiento están compuestos de: sistemas de captación (cuencas hidrográficas, ríos y quebradas), sistemas de distribución (túneles y tuberías), sistemas de almacenamiento (embalses) y producción (plantas de tratamiento) (Acueducto y Alcantarillado de Bogotá , s.f.).

2.4 pH

El principio básico de la medición electrométrica del pH es la determinación de la actividad de los iones de hidrógeno por medición potenciométrica usando un electrodo de hidrógeno estándar y un electrodo de referencia. El electrodo de hidrógeno consta de un electrodo de platino a través del cual se burbujea gas hidrógeno a una presión de 101 kPa, debido a la dificultad en su uso y el potencial de envenenamiento del electrodo de hidrógeno, se utiliza comúnmente el electrodo de vidrio (electrodo combinado de vidrio). La fuerza electromotriz (FEM) producida en el sistema del electrodo de vidrio varía linealmente con el pH, esta relación lineal se describe mediante una gráfica de la fuerza electromotriz medida contra el pH de diferentes tampones. El pH de la muestra se determina por extrapolación, debido a que las actividades individuales de iones tales como *a*H+ no pueden medirse, el pH se define operacionalmente en una escala potenciométrica.

El instrumento de medición de pH se calibra potencio métricamente con un electrodo indicador (de vidrio) y un electrodo de referencia (o un electrodo combinado de vidrio) utilizando tampones NIST (*National Institute of Standards and Technology*) que tienen valores asignado tales que:

$pH_B = -\log_{10} a_{H^+}$ siendo: pHB = pH asignado al tampón NIST

aH+ = actividad iónica del ión H+ en el tampón de referencia

La escala operacional* de pH se utiliza para medir el pH de la muestra y se define como:

$$pH_x = pH_B \pm \frac{F(E_X - E_S)}{RT \cdot \ln 10}$$

siendo:

pHX = pH de la muestra medido potenciométricamente

pHB = pH asignado al tampón NIST

F = constante de Faraday, 9,469×104 C/mol

R = constante de los gases ideales, 8,314 J/mol·K

T = temperatura termodinámica de la muestra, K

EM = fuerza electromotriz de la muestra, V

EP = fuerza electromotriz del tampón de referencia, V

* Aunque la ecuación para *pHX* aparece en la literatura con signo más, el signo de las mediciones de la fem en milivoltios para la mayoría de pH metros fabricados en los EE.UU. es negativo. La elección de signo negativo es consistente con la convención IUPAC de Estocolmo relativa al signo del potencial de electrodo.

2.5 Caudal

El caudal corresponde al volumen de agua que pasa instantáneamente por la sección de aforos en la unidad de tiempo y se expresa en metros cúbicos por segundo (m3/s) o en litros por segundo (l/s), cuando se manejan pequeñas magnitudes. El caudal en una corriente de agua es función del área de la sección de aforos (A) y de la velocidad media del flujo (V) y se obtiene mediante el producto de estas dos variables. La selección del número de verticales es un aspecto clave en la precisión y confiabilidad del aforo. En la medida de lo posible realizar entre doce (12) y quince (15) verticales. Sin embargo, este número se debe reducir o aumentar dependiendo del ancho total del cuerpo de agua (IDEAM, 2005).

2.6 Temperatura

La temperatura del agua tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos procesos que en ella se realizan, de forma que un aumento de la temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases. La actividad

biológica aproximadamente se duplica cada diez grados (ley del Q10), aunque superado un cierto valor característico de cada especie viva, tiene efectos letales para los organismos. Un aumento anormal (por causas no climáticas) de la temperatura del agua, suele tener su origen en el vertido de aguas utilizadas en procesos industriales de intercambio de calor. La temperatura se determina mediante termometría realizada "in situ".

2.7 Demanda Química De Oxígeno (DQO)

En el análisis de la Demanda Bioquímica de Oxigeno (DQO), las sustancias orgánicas e inorgánicas oxidables presentes en la muestra, se oxidan mediante reflujo cerrado en solución fuertemente ácida (H2SO4 concentrado) con un exceso conocido de dicromato de potasio (K2Cr2O7) en presencia de sulfato de plata (Ag2SO4), que actúa como agente catalizador; y de sulfato mercúrico (HgSO4), adicionado para remover la interferencia de los cloruros. Después de la digestión, se cuantifica ya sea la cantidad de cromo (III) producido (medición de absorbancia a 600 nm) o la cantidad de dicromato no reducido (medición de absorbancia a 420 nm) mediante una curva de calibración. La DQO se calcula en términos de oxígeno equivalente (Lozano Rivas, 2012, p. 28)

2.8 Demanda Bioquímica De Oxigeno (DBO)

La prueba de la Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO) es una prueba empírica tipo bioensayo, que mide el oxígeno molecular disuelto en el agua requerido por los organismos en sus procesos metabólicos para consumir la materia orgánica presente en las muestras. Las muestras de agua, o una dilución conveniente de las mismas, se incuban por cinco días a 20±1ºC en la oscuridad. La disminución de la concentración de oxígeno disuelto (OD), medida por el método yodométrico o electrométrico, durante el periodo de incubación produce una medida de la DBO. (Lozano Rivas, 2012, p. 28)

La determinación de DBO5 es una prueba empírica que utiliza procedimientos estandarizados para determinar los requerimientos relativos de oxígeno de las aguas residuales, efluentes y aguas contaminadas, con el fin de estimar la carga orgánica presente. El método tiene una amplia aplicación en plantas de tratamiento y en la evaluación de la eficiencia de tales sistemas de tratamiento.

2.9 Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Los sólidos suspendidos totales son los materiales suspendidos, se obtienen después de someter al agua a un proceso de evaporación a temperaturas comprendidas entre 103 y 105 ºC, donde la

porción filtrable representa a los Sólidos Coloidales Totales Disueltos y la no - filtrable son los Sólidos Totales en Suspensión (ARGANDOÑA ZAMBRANO & MACÍAS GARCÍA, 2013, p. 33)

Cerca del 75% de los sólidos en suspensión y del 40% de los sólidos filtrables de un agua residual de concentración media son de naturaleza orgánica, es decir que provienen de los reinos animal y vegetal, así como de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos.

2.10 Solidos Sedimentables (SSD)

Los sólidos sedimentables es el término aplicado al material que se sedimenta de una suspensión durante un periodo de tiempo definido, para el presente caso durante 1 hora; el resultado se mide en ml/L (Cabrera, 2017, p. 48).

2.11 Color Real

Una definición unificada de color resulta difícil, debido a que el concepto de es complejo, ya que esta propiedad al ser una respuesta ocular y de los mecanismos nerviosos a un estímulo que produce una sensación subjetiva percibida por el observador (Kuehni, 2012). Es así como en física, el concepto aplica para determinadas distribuciones espectrales de las luces emitidas por diferentes fuentes, estas emisiones son reflejadas o transmitidas por objetos. Al mismo tiempo, los químicos utilizan el termino para referirse a las diferencias espectrales consecuencia de las variaciones en la composición molecular de los compuestos químicos (Muñoz, 2013). No obstante, se puede concluir que el color es un conjunto de sensaciones las cuales son interpretadas por nuestro cerebro, que dependen de la composicion espectral de la luz con la que se ilumina y la capacidad del objeto para absorber, reflejar, reflectar o emitir estas ondas electromagnéticas (Martínez & Osorio, 2018).

En el caso del agua, el color es considerado como una característica independiente. Este puede ser generado por sustancias disueltas y por los coloides. Existe aún discrepancia entre los investigadores en cuanto a las causas que originan el color. No obstante, el origen más aceptado es el que el color es producto (a excepción del ocasionado por las descargas industriales), de la descomposición natural de la materia vegetal de las plantas (humos) y por la disolución de ciertos minerales (especialmente hierro y manganeso) presentes en el subsuelo (Ramírez - Sierra, 2011).

El color está clasificado como color aparente y color verdadero. El primero se considera al producido por el material suspendido, mientras que el segundo es el que permanece en el agua después de remover la turbiedad. El color es importante en el tratamiento del agua porque su

presencia causa rechazo en los consumidores, aunque no ocasione problemas sanitarios, como es el caso del color de origen natural. Cuando el color es debido al vertimiento de desechos industriales se asocia a la presencia de sustancias tóxicas. El color se expresa en unidades de color (UC) (Ramírez - Sierra, 2011).

2.12 Dureza Total

La dureza es una propiedad que refleja la presencia de metales alcalinotérreos en el agua, de estos elementos, el calcio y el magnesio constituyen los principales alcalinotérreos en aguas continentales, mientras que el Bario y el Estroncio se presentan, adicionalmente a los anteriores, en cuerpos de agua con algún tipo de asociación marina (Soto, 2010, p. 167).

2.13 Dureza cálcica

Aunque se exprese como dureza, la dureza cálcica en realidad es equivalente a la concentración de calcio en el agua. El calcio es uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre y tiene múltiples aplicaciones industriales. Su presencia en el agua es de varios órdenes de magnitud superiores a los elementos traza y junto con el sodio, magnesio y potasio se consideran los elementos matrices del agua potable.

Por su carga divalente, el calcio forma más fácilmente compuestos insolubles como los carbonatos y los sulfatos. En sistemas de calentamiento donde el agua se evapora las sales alcanzan rápidamente su saturación y precipitan del agua en forma de incrustaciones duras y fuertemente adheridas a las superficies metálicas (MicroLab, s.f.)

2.14 Acidez y Alcalinidad

La alcalinidad del agua puede definirse como su capacidad para neutralizar ácidos o su capacidad para reaccionar con iones hidrógeno, y la acidez como la capacidad de esta para neutralizar bases o reaccionar con iones hidroxilo. La determinación de estos dos parámetros es importante en los procesos de coagulación química, ablandamiento, control de corrosión y evaluación de la capacidad de taponamiento del agua y su papel en la productividad.

2.15 Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX)

Los compuestos orgánicos halogenados son ampliamente utilizados en la industria como disolventes, pesticidas y en general en los productos de aseo. También se encuentran como

subproductos de reacción de algunos procesos químicos o durante el tratamiento de aguas residuales. Los métodos estándar para la determinación de AOX se basan en la adsorción de compuestos halogenados en carbón activo. En ambos casos se realiza un proceso de combustión que los convierte en haluros de hidrógeno y por microcolumbimétria puede calcularse la concentración de compuestos organohalogenados. (Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo).

2.16 Compuestos Fenólicos y Fenoles Totales

Las aguas residuales industriales que contienen compuestos fenólicos representan un problema serio de descarga debido a su baja biodegradabilidad, alta toxicidad y aspectos ecológicos (EL-ASHTOUKHY, EL-TAWEEL, ABDELWAHAB, & NASSEF, 2003). El fenol y sus derivados son letales para los peces en bajas concentraciones (0,5 mg/L) y cuando se bio acumula sus efectos a largo plazo son más graves. En tal sentido, la remoción de fenoles de las aguas residuales industriales tiene gran importancia ambiental (Abreu Cuadra , Perozo Cuicas, Martínez Bracho, & Morán, Guillen , 2016).

Los fenoles son definidos como hidróxidos derivativos del benceno y sus núcleos condensados. Estos pueden ocurrir en aguas residuales domesticas e industriales, aguas naturales y suministros de agua potable. La cloración de tales aguas puede producir clorofenoles odoros y sabor objetable. El proceso de remoción de fenoles en el tratamiento de agua incluye supercloración, dióxido de cloro o tratamiento de cloramina, ozonación y adsorción de carbón activado. (Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater 23RD Edition).

2.17 Fósforo Total

El fósforo es un nutriente esencial para los organismos vivientes. En aguas dulces y sistemas marinos el fósforo está sujeto a procesos de transformación continua que incluyen consumo o desprendimiento del elemento en sus diferentes formas e especies, es considerando como un parámetro crítico en la calidad de aguas debido a su influencia en el proceso de eutrofización (Lozano Rivas, 2012, p. 30)

Las especies de fósforo más comunes en aguas naturales incluyen compuestos inorgánicos y orgánicos disueltos o suspendidos. Los compuestos inorgánicos incluyen ortofosfatos, polímeros lineales o polifosfatos y polímeros cíclicos o metafosfatos; y los compuestos orgánicos comprenden ésteres, fosfonatos, ácidos nucleicos, fosfolípidos, azúcares, proteínas, ácido aminofosfórico, fosfoamidas y otros. Entre las fuentes de fósforo de origen natural cabe mencionar los depósitos

de roca fosfórica las cuales desprenden fósforo, en forma de ortofosfatos principalmente, mediante erosión (Fuentes, 2001, p. 1)

2.18 Fósforo Reactivo Total (Ortofosfatos)

El fosforo se encuentra en las aguas naturales y residuales casi exclusivamente en forma de fosfatos, clasificados en ortofosfatos, fosfatos condensados (piro, meta y otras polifosfatos), y los ligados orgánicamente. Estos compuestos se presentan en soluciones, partículas, o en los cuerpos de organismos acuáticos.

Estas formas del fosfato surgen de una diversidad de fuentes. Cantidades pequeñas de algunos fosfatos condensados se añaden a algunos suministros de agua durante el tratamiento, y se pueden añadir cantidades mayores de los mismos compuestos cuando el agua se utiliza para lavar ropa u otras limpiezas, ya que son los componentes principales de muchos preparados comerciales para la limpieza. Los fosfatos, se utilizan ampliamente en el tratamiento de aguas de calderas y los ortofosfatos, son aplicados como fertilizantes a la tierra cultivada agrícola o residencial, estos son arrastrados a las aguas superficiales con las lluvias.

Los fosfatos orgánicos se forman principalmente en procesos biológicos, son aportados al alcantarillado por los residuos corporales y de alimentos y también se pueden formar a partir de los ortofosfatos durante los procesos de tratamiento bilógico o por recibir la carga biológica del agua. El fosforo es esencial para el crecimiento de los organismos y puede ser el nutriente limitador de la productividad primaria de un cuerpo en el agua. En los casos en que constituye el nutriente limitador del crecimiento, la descarga de aguas residuales brutas o tratadas, drenados agrícolas o ciertos residuos industriales a esa agua puede estimular el crecimiento de micro y macroorganismos acuáticos fotosintéticos en cantidades molestas.

2.19 Nitrógeno Total

El cálculo de la cantidad de nitrógeno total corresponde a la sumatoria de todas las formas de nitrógeno orgánico más el ion amonio. Por tal motivo este conjunto de compuestos químicos comprende aquellos con una tendencia a degradarse en iones nitrato y nitrito. Así bien estas formas de nitrógeno no están incluidas en esta medición.

2.20 Nitrógeno Amoniacal

En la química del agua, los compuestos del nitrógeno, NH_4^+, NO_2, NO_3 y nitrógeno orgánico, representan un papel muy importante puesto que son los verdaderamente responsables del

crecimiento de los organismos animales y vegetables en el medio acuático. En condiciones normales, los compuestos nitrogenados del agua provienen fundamentalmente de la degradación de la materia orgánica muerta, que a su vez ha sido absorbida de la atmosfera para su metabolismo. En condiciones del medio alteradas, los aportes adicionales de nitrógeno proceden mayoritariamente de los vertidos urbanos y de ciertas instalaciones industriales, así como del uso creciente de fertilizantes y pesticidas en la agricultura (González, 2013, p. 1).

2.21 Nitratos y Nitritos

El nitrógeno es un nutriente importante para el desarrollo de los seres vivos y por lo general, se encuentra en las aguas subterráneas y superficiales en forma de Amoniaco, Nitratos y Nitritos. El uso excesivo de fertilizantes nitrogenados, incluyendo el amoniaco, y la contaminación causada por la acumulación de excretas humanas y animales pueden contribuir a elevar la concentración de nitratos en agua. Generalmente, los nitratos son solubles, por lo que son movilizados con facilidad de los sedimentos por las aguas superficiales y subterráneas. (Cárdenas Calvachi, 2013)

2.22 COV'S – BTEX

Los compuestos orgánicos volátiles (COV´s) son todos aquellos compuestos orgánicos o sustancias químicas que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente normal o que se pueden evaporar de la fase líquida a la fase gaseosa a dicha temperatura, y por lo tanto son muy volátiles. Esta característica les permite alcanzar altas presiones de vapor y, por consiguiente, tendrán concentraciones elevadas en el aire que rodea una fuente.

Los BTEX son un conjunto de compuestos formados por el benceno, el etil-benceno, el tolueno, el orto-xileno, la meta-xileno y el para-xileno. Los BTEX pueden ser liberados por diferentes fuentes, tal como lo presenta la Figura 3, donde pueden ser liberados por la quema de combustibles, como gasolina, madera, carbón o gas natural. También son liberados por disolventes, pinturas y otros productos empleados y almacenados en la casa y el lugar de trabajo.

2.23 Grasas y Aceites

Las descargas de aceites, grasas y detergentes que flotan, dan a las corrientes superficiales un aspecto desagradable disminuyendo el valor del agua y contaminándola. Las grasas, aceites y demás material ligero tienden a acumularse en la superficie, donde forman una capa flotante de espuma o natas en la parte superior. Es útil conocer la cantidad de aceite y grasa presente, para el diseño y el funcionamiento adecuado de sistemas de tratamiento de aguas residuales.

En la determinación de aceite y grasa no se mide una cantidad absoluta de una sustancia específica. Más bien, se determinan cuantitativamente grupos de sustancias con características físicas similares sobre la base de su solubilidad común en percloroetileno.

2.24 Hidrocarburos totales

Los hidrocarburos totales son el producto de varios compuestos de su misma índole, es decir, es la suma de la presencia en el agua residual de compuestos derivados del petróleo. Químicamente son compuestos de carbono e hidrogeno. Su excesiva acumulación ocasiona afectaciones en el sistema nervioso, que se traducen en dolores de cabeza y mareo (ATSDR, 1999).

2.25 Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP´S)

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) son un grupo de más de 100 sustancias químicas diferentes que se forman durante la combustión incompleta del carbón, petróleo y gasolina, basuras y otras sustancias orgánicas como tabaco y carne preparada en la parrilla. Los HAPs se encuentran generalmente como una mezcla de dos o más de estos compuestos, tal como el hollín.

Algunos de los HAPs son manufacturados. Estos HAPs puros generalmente son sólidos incoloros, blancos o amarillo-verde pálido. Los HAPs se encuentran en alquitrán, petróleo crudo, creosota y alquitrán para techado, aunque unos pocos se usan en medicamentos o para fabricar tinturas y pesticidas.

2.26 Cianuro

Las fuentes principales de cianuro en el agua son las descargas de algunos procesos de minado de minerales, industrias de sustancias químicas orgánicas, plantas o manufactura de hierro o acero y facilidades públicas para el tratamiento de aguas residuales. La exposición a cantidades pequeñas de cianuro puede ser fatal. El cianuro produce efectos tóxicos a niveles de 0.05 miligramos de cianuro por decilitro de sangre (mg/dL) o mayores, y casos fatales han ocurrido a niveles de 0.3 mg/dL o mayores (1 decilitro es la décima parte de 1 litro ó 100 mililitros). (Resumen de Salud Pública: Cianuro (Cyanide), 2023)

2.27 Cloruros

Los cloruros son sales que resultan de la combinación del gas cloro (ion negativo) con un metal (ion positivo). El cloro (Cl2) es altamente tóxico y es usualmente utilizado como desinfectante, sin embargo, en combinación con un metal, como el sodio (Na). El cloruro, en forma de ion Cl- , es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua, su contenido procede de fuentes naturales, aguas residuales y vertidos industriales.

2.28 Fluoruro

Los fluoruros son compuestos químicos que contienen flúor, un elemento halógeno que se encuentra naturalmente en los suelos y aguas. Los fluoruros pueden acumularse en los dientes, y al consumirse también en los huesos. Como resultado del exceso de flúor en el agua, el ser humano presenta problemas de manchas dentales y osteoporosis ya que el flúor excedente, comienza a formar fluoruros con el calcio proveniente de los huesos. (Carbotecnia, 2020)

2.29 Sulfatos

Los sulfatos están presentes en al agua debido a su solubilidad, en el agua pueden tener su origen en el contacto de ella, con terrenos ricos en yesos, así como por la contaminación con aguas residuales industriales.

2.30 Sulfuro

Se entiende por sulfuros los compuestos derivados del azufre con número de oxidación -2. Algunos sulfuros son solubles en ácido clorhídrico o se descomponen como ZnS, otros tienen mayor afinidad con el ácido nítrico. Su presencia en aguas residuales proviene de algunos desechos industriales y en mayor proporción de la descomposición de la materia orgánica (IDEAM, 2007).

2.31 Surfactantes

Un surfactante se define como aquella sustancia con carácter anfifílico que disminuye la tensión superficial de la fase en la que se encuentran disuelta. Los tensoactivos polimerizables son aquellos que presentan un grupo polimerizable ya sea en el extremo de la porción hidrofóbica o en el contraión, es decir, son compuestos que aun teniendo la funcionalidad de un tensoactivo convencional son además modificados suministrando en su estructura un grupo funcional con insaturaciones que permite vincularse (Alvarez, 2004; Holmberg *et al*,. 2002).

Según Salager (2002), una molécula anfifílica típica cuenta con dos partes: la primera consiste en un grupo polar que contiene heteroátomo como O, S, P, o N, incluido en grupos funcionales como alcoholes, tioles, éteres, esteres, ácidos, sulfatos, sulfonato, fosfatos, aminas y amidas. Los tensoactivos son sustancias que influyen por medio de la tensión superficial. Por ejemplo, dos líquidos insolubles uno en otro. Por otra parte, los grupos apolares que en generalmente son cadenas hidrocarbonadas de alquilos o alquilo-bencenos, a veces con átomos del halógenos o átomos de oxígeno no ionizados.

2.32 Parámetros Metálicos

En cuanto a los iones metálicos, se debe revisar la presencia de estos en el agua, ya que una exposición prolongada a minerales metamórficos de los suelos aledaños o incidencia de causas antropogénicas podría causar presencia de estos en el cuerpo de agua, metales menos pesados y de características alcalinotérreas se presentan normalmente en este tipo de aguas pero también es necesario revisar su contenido para diagnosticar el estado del agua. En la Tabla 1 se presentan las características de dichos iones en el agua.

Tabla 1. *Características de los parámetros metálicos*

Parámetro	Ion	Características
Cadmio	Cd	Elemento químico relativamente raro, símbolo Cd, tiene relación estrecha con el zinc, con el que se encuentra asociado en la naturaleza. Presenta propiedades químicas intermedias entre las del zinc metálico en soluciones ácidas de sulfato. El cadmio es divalente en todos sus compuestos estables y su ion es incoloro. Fácilmente soluble en sus estados minerales.
Cobre	Cu	El Cobre puede ser liberado en el medioambiente tanto por actividades humanas como por procesos naturales. Ejemplo de fuentes naturales son las tormentas de polvo, descomposición de la vegetación, incendios forestales y aerosoles marinos. Otros ejemplos de aporte al medio son la minería, la producción de metal, la producción de madera y la producción de fertilizantes fosfatados.
Zinc	Zn	El zinc es un elemento esencial y beneficioso para el crecimiento humano. Concentraciones por encima de 5mg/L pueden ser casa de un gusto astringente amargo y de opalescencia en aguas alcalinas. La forma más común de la introducción del zinc en el suministro doméstico de agua es por el deterioro de hierro galvanizado y

Parámetro	Ion	Características
		deszincado de latón. Le zinc en el agua también puede tener su origen en la contaminación por residuos industriales.
Cobalto	Co	Elemento químico relativamente raro, símbolo Cd, tiene relación estrecha con el zinc, con el que se encuentra asociado en la naturaleza. Presenta propiedades químicas intermedias entre las del zinc metálico en soluciones ácidas de sulfato. El cadmio es divalente en todos sus compuestos estables y su ion es incoloro. Fácilmente soluble en sus estados minerales.
Cromo	Cr	El cromo del medio ambiente suele ser el resultado de aplicaciones como la fabricación de productos químicos, textiles y de cuero, además de la pintura para electrodeposición. El cromo hexavalente también se puede encontrar en algunos componentes de equipos eléctricos, como piezas recubiertas de cinc, placas de circuitos y tubos de rayos catódicos.
Níquel	Ni	El níquel es un elemento natural, tiene la propiedad de ser soluble en agua y combinarse con otros metales como el hierro, cobre, cromo y zinc para la formación de aleaciones. El níquel es dispositivo en sus compuestos, pero también puede existir en los estados de oxidación 0, 1+, 3+, 4+. Además de los compuestos simples o sales, el níquel forma una variedad de compuestos de coordinación o complejos. La mayor parte de los compuestos de níquel son verdes o azules a causa de la hidratación o de la unión de otros ligados al metal.
Mercurio	Hg	El mercurio se genera de manera natural en el medio ambiente y se da en una gran variedad de formas. Al igual que el plomo y el cadmio, el mercurio es un elemento constitutivo de la tierra, un metal pesado. En su forma pura se le conoce como mercurio "elemental" o "metálico" (representado también como Hg (0) o Hg0). Rara vez se le encuentra en su forma pura, como metal líquido; es más común en compuestos y sales inorgánicas. El mercurio puede enlazarse con otros compuestos como mercurio monovalente o divalente (representado como Hg (I) y Hg (II) o Hg2+, respectivamente). A partir del Hg (II) se pueden formar muchos compuestos orgánicos e inorgánicos de mercurio (GreenFacts, s,f) .
Aluminio	Al	El aluminio es el elemento metálico más abundante en la Tierra y en la Luna, pero nunca se encuentra en forma libre en la naturaleza. Se halla ampliamente distribuido en las plantas y en casi todas las rocas, sobre todo en las ígneas, que contienen aluminio en forma de minerales de ilumino silicato. Cuando estos minerales se disuelven, según las condiciones químicas, es posible precipitar el aluminio en forma de arcillas

Parámetro	Ion	Características
		minerales, hidróxidos de aluminio o ambos. En esas condiciones se forman las bauxitas que sirven de materia prima fundamental en la producción de aluminio
Arsénico	As	El arsénico es encontrado de forma natural en la tierra en pequeñas concentraciones, tanto en el suelo como en los minerales, pero también puede entrar en el aire y mucho más fácil en el agua, es un componente que difícilmente se convierte en productos solubles en agua o volátiles Es un elemento muy móvil, refiriéndonos con esto a que grandes concentraciones del mismo no aparecen en un sitio específico, esto tiene aspectos positivos pero también negativos, y es que es por ello por lo que la contaminación por arsénico es amplia debido a la alta movilidad y desplazamiento de este (Picazo, 2014).
Plomo	Pb	En un metal que se puede encontrar de manera natural en el medio, más concretamente en la corteza terrestre. Su proporción en la corteza terrestre es de aproximadamente de 15 mg·kg-1, cuya cantidad total se estima en 3,8 ·1014 toneladas (Badillo, 1992). También, se puede encontrar de manera antropogénica debido a actividades humanas como, la quema de combustibles fósiles y minería. (Norldberg, 2008).
Selenio	Se	En el ambiente, el selenio generalmente no se encuentra en forma elemental, pero a menudo está combinado con sulfuro o con minerales de plata, cobre, plomo o níquel. El selenio también se combina con oxígeno para formar varias sustancias con la apariencia de cristales blancos o incoloros. Algunos de los compuestos de selenio son gases. El selenio y sus compuestos se usan en artículos fotográficos, en líquidos para limpiar las partes metálicas de armas de fuego, plásticos, pinturas, champús para la caspa, vitaminas y suplementos nutricionales, fungicidas y ciertos tipos de vidrios.
Boro	B	El boro constituye el 0.001% en la corteza terrestre. Nunca se ha encontrado libre. Está también presente en el agua de mar en unas cuantas partes por millón (ppm). Existe en pequeñas cantidades en la mayoría de los suelos y es un constituyente esencial de varios silicatos tales como la turmalina y la datolita. La presencia de boro en cantidades muy pequeñas parece ser necesaria en casi todas las plantas, pero en grandes concentraciones es muy tóxico para la vegetación. En la naturaleza hay sólo un número limitado de localidades con concentraciones altas de boro o grandes depósitos de minerales; los más importantes parecen ser de origen volcánico.
Hierro	Fe	Hierro es un elemento químico metálico de color blanco, y es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre. El hierro puro es muy reactivo y se corroe rápidamente cuando expuesto al aire. Es por esto que el hierro es poco común es arroyos y ríos. Hierro disuelto que alcanza aguas superficiales reacciona con oxígeno para

Parámetro	Ion	Características
		formar herrumbre y precipita en el fondo del flujo de agua. Hierro disuelto es común en aguas subterráneas porque oxígeno disuelto es típicamente bajo. Cuando aguas subterráneas con hierro disuelto es traída a la superficie en un pozo, el hierro reacciona con el oxígeno y es convertido en visibles partículas de herrumbre rojo.
Bario	Ba	El Bario está presente en la corteza terrestre en una concentración de 0,5 g/Kg y el mineral denominado baritina o sulfato de bario es la forma natural más común. También se le encuentra, si bien con menos frecuencia, bajo la forma de carbonato de bario. En la mayoría de los suelos hay presencia de trazas de bario. Los compuestos de bario se emplean en la perforación de pozos petroleros, la producción de pinturas, la elaboración de combustibles diésel, la fabricación de papel y entre muchos otros (ECA, 2013).
Vanadio	V	El vanadio es un elemento en abundancia en nuestro planeta. Se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza y es abundante en rocas, petróleo, agua superficial y subterránea. La concentración de Vanadio en el agua es muy variable. Está presente naturalmente en las aguas subterráneas en diferentes formas morfogénicas, siendo la más frecuente el Vanadio. La especie predominante en el agua depende de factores tales como el pH, la concentración del mismo, el potencial redox y la fuerza iónica. (Pérez Carrera, Álvarez Gonçalvez, & Fernández Cirelli, 2014).
Estaño	Sn	El estaño es un elemento natural en la corteza terrestre. Es un metal blando, blanco-plateado que no se disuelve en agua. Está presente en latón, bronce, peltre y en algunos materiales para soldar. El estaño metálico se usa para revestir latas de alimentos, bebidas y aerosoles. Puede combinarse con otras sustancias químicas para formar compuestos. Las combinaciones con sustancias como el cloro, azufre u oxígeno se llaman compuestos inorgánicos de estaño (por ejemplo, cloruro de estaño, sulfuro de estaño y óxido de estaño). (ToxFAQsTM, s. f., 2023)

3 Marco Legal

El presente informe se refiere a la caracterización de las aguas residuales, a nivel normativo se aplica lo contenido en la Resolución 0631 de 2015 "Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones" capítulo VIII Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas – ARnD al alcantarillado público, artículo 16 vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas –ARnD al alcantarillado público.

3.1 Resolución 0631 de 2015

Mediante la resolución 631 del 17 de marzo de 2015, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), fijó los parámetros y valores límites máximos permisibles para los vertimientos puntuales a las aguas superficiales y al alcantarillado público. Dentro de esta Resolución en el Artículo 15 y 16 se relacionan los parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles, determinados acorde al factor de multiplicación de 1,5 los cuales se describen en la Tabla 2.

Tabla 2 *Límites Permisibles Resolución 631/2015*

Parámetros	**Unidades**	**Resolución 631 del 2015 Art. 15**	**Resolución 631 Art 16** ***Se toman los límites de referencia del artículo 15, teniendo en cuenta lo establecido en el artículo 16***
Aceites y Grasas	mg/L	10	15
Acidez	mg CaCO3/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Alcalinidad Total	mg CaCO3/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Aluminio en agua	mg /L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Antimonio en agua	mg /L	0,3	0,3
Arsénico en agua	mg /L	0,1	0,1
Bario en agua	mg /L	1	1
Berilio en agua	mg /L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Boro en agua	mg /L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Cadmio en agua	mg /L	0,01	0,01
Caudal - Aforo Volumétrico	L/s	N.E	N.E
Cianuro Total	mg CN-/L	0,1	0,1
Cloruros	mg Cl -/L	250	250

Parámetros	Unidades	Resolución 631 del 2015 Art. 15	Resolución 631 Art 16 *Se toman los límites de referencia del artículo 15, teniendo en cuenta lo establecido en el artículo 16*
Cobalto en agua	mg /L	0,1	0,1
Cobre en agua	mg /L	1	1
Color Real	Unidades de pH	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Color Real de Onda 436 nm	m^{-1}	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Color Real de Onda 525 nm	m^{-1}	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Color Real de Onda 620 nm	m^{-1}	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Compuestos Fenólicos	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Conductividad Eléctrica a 25 °C	µS/cm	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
COV's - BTEX	mg /L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Cromo en agua	mg /L	0,1	0,1
DBO (5 días)	mg/L	50	75
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	150	225
Dureza Cálcica	mg CaCO3/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Dureza Total	mg CaCO3 /L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Estaño en agua	mg /L	2	2
Fenoles Totales	mg Fenol /L	0,2	0,2
Fluoruro	mg F-/L	5	5
Fósforo Reactivo Total (Ortofosfatos)	mg P-PO4/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Fósforo total	mg P-PO4/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Formaldehido	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Hidrocarburos	mg/L	10	10
Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP´s)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Hierro en agua	mg /L	1	1
Litio en agua	mg /L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Manganeso en agua	mg /L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Mercurio en agua	mg /L	0,002	0,002
Molibdeno en agua	mg /L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Níquel en agua	mg /L	0,1	0,1

Parámetros	Unidades	Resolución 631 del 2015 Art. 15	Resolución 631 Art 16 *Se toman los límites de referencia del artículo 15, teniendo en cuenta lo establecido en el artículo 16*
Nitrato	mg N-NO3/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Nitritos	mg N- NO2/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Nitrógeno Amoniacal	mg N-NH3/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Nitrógeno Total	mg /L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
pH	Unidades de pH	6,00-9,00	5,00 - 9,00
Plata en agua	mg /L	0,2	0,2
Plomo en agua	mg /L	0,1	0,1
Selenio en agua	mg /L	0,2	0,2
Sólidos Sedimentables	mL/L	1	1,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg /L	50	75
Sulfato	mg/L	250	250
Sulfuro	mg S-2/L	1	1
Surfactantes	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Temperatura	°C	N. E	N.E
Titanio en agua	mg /L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Vanadio en agua	mg /L	1	1
Zinc en agua	mg /L	3	3

3.2 Resolución 3957 de 2009

Mediante la presente resolución, se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el Distrito Capital, expedida por la secretaria Distrital de Ambiente. Los vertimientos descritos en la misma deberán presentar características físicas y químicas iguales o inferiores a los valores de referencia establecidos en las Tablas A y B, estos valores se describen en la Tabla 3 y Tabla 4.

Tabla 3 *Consideraciones Tabla A - Resolución 3957 de 2009.*

Parámetro	Unidades	Valor
Aluminio Total	mg/L	10
Arsénico Total	mg/L	0,1
Bario Total	mg/L	5

Boro Total	mg/L	5
Cadmio Total	mg/L	0,02
Cianuro	mg/L	1
Cinc total	mg/L	2
Cobre total	mg/L	0,25
Compuestos Fenolicos	mg/L	0,2
Cromo Hexavalente	mg/L	0,5
Cromo Total	mg/L	1
Hidrocarburos totales	mg/L	20
Hierro total	mg/L	10
Litio total	mg/L	10
Manganeso total	mg/L	1
Mercurio total	mg/L	0,02
Molibdeno totla	mg/L	10
Niquel total	mg/L	0,5
Plata total	mg/L	0,5
Plomo total	mg/L	0,1
Selenio total	mg/L	0,1
Sulfuros totales	mg/L	5

Tabla 4 *Consideraciones Tabla B - Resolución 3957 de 2009.*

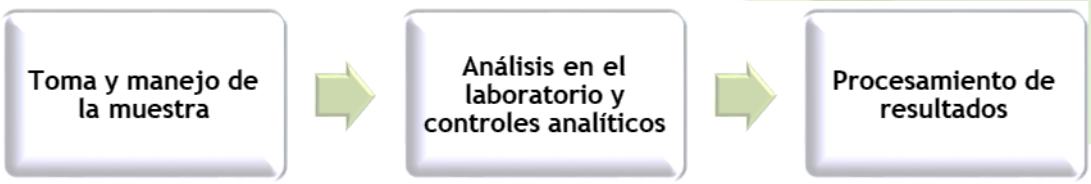
Parámetro	Unidades	Valor
Color	Unidades Pt-CO	50 unidades en dilución 1/20
DBO5	mg/L	800
DQO	mg/L	1500
Grasas y Aceites	mg/L	100
pH	Unidades	5-9
Sólidos Sedimentables	mL/L	2
Sóilidos Suspendidos Totales	mg/L	600
Temperatura	°C	30
Tensoactivos (SAAM)	mg/L	10

4 Procedimiento para el Control de Calidad de los Ensayos

El procedimiento PO-AM-005; Control de Calidad de los Ensayos, SGI S.A.S., establece el sistema de control de calidad para monitorear la validez de los análisis que se efectúan en el laboratorio. Aplica para todos los métodos de análisis que aplica el laboratorio, según las prioridades de acreditación.

El documento cumple con los requerimientos de la norma NTC-ISO/IEC-17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", en lo que respecta los numerales 6.5 "Trazabilidad metrológica", 7.2 "Selección, verificación y validación de métodos", 7.3 "Muestreo", 7.7 "Aseguramiento de la validez de los resultados" y 7.8 "Informe de resultados".

Dentro del proceso comprendido entre el momento en que la muestra es recolectada por personal de SGI S.A.S., es entregada en el laboratorio por parte de un cliente externo, hasta cuando se emite el reporte de ensayo, se distinguen tres etapas tal y como se evidencia a continuación:



En cada una de estas etapas se realizan diversas actividades mediante las cuales se busca asegurar la confiabilidad de los resultados Analíticos.

Entre las actividades de aseguramiento analítico se encuentran:

- Implementación de los métodos analíticos
- Expresión de los resultados
- Calidad de los suministros
- Limpieza del material de laboratorio
- Evaluación de desempeño de los analistas
- Estándares y muestras de control de calidad rutinario
- Cartas control
- Correlación de resultados para diferentes características de una muestra
- Pruebas de competencia y comparaciones interlaboratorio

- Uso, mantenimiento y calibración de equipos de medición
- Verificación de volumetría
- Verificación termométrica
- Verificación termo higrométrica

4.1 Procedimiento de Toma Muestras

Se realiza un monitoreo Compuesto de ocho (8) horas, durante jornada laboral del Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, tomando alícuotas cada 30 minutos y analizando posteriormente los parámetros establecidos por la norma aplicable en el laboratorio.

La toma de muestras para evaluar la calidad del agua en los puntos de monitoreo se operó de acuerdo al procedimiento interno de muestreo "Muestreo de Aguas PO-TM-041", el cual está basado en las siguientes metodologías:

- Herschy, R. (1998). *Hydrometry: Principles and Practice*. Wiley.
- IDEAM, & Invemar. (2021). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. Obtenido de Protocolo de Monitoreo y Seguimiento del Agua. Bogotá
- MAVDT, & IDEAM. (2011). *Protocolos y procedimientos para el monitoreo del recurso hídrico*. Obtenido de Informe Final Contrato 214 de 2010. EPAM S. A. Bogotá, D. C.
- Servicio Geológico de Estados Unidos. (29 de septiembre de 2021). *CFC bottle filling procedure*. Obtenido de CFC Bottle Sampling Method
- *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. *American Public Health Association*, *American Water Works Association*, *Water Environment Federation*. 23 ed. 2017. Sección 1060.
- NTC 5667-1:2010. Calidad del agua. Muestreo: Directrices para el diseño de programas de muestreo. Icontec.
- NTC 5667-2:1995. Calidad del agua. Muestreo: Técnicas generales de muestreo. Icontec.
- NTC 5667-3:2004. Calidad del agua. Muestreo: Directrices para la preservación y manejo de las muestras. Icontec.
- Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible No 1076 de 2015
- Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. 2012. 22ND edition, SM Norma 1060. Recolección y conservación de muestras.
- Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas IDEAM

4.2 Preservación de Muestras

Según lo recomendado por el "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" los recipientes utilizados para la toma de muestras representativas del monitoreo se presentan en la Tabla 5.

***Tabla 5**. Preservación de muestras*

Parámetro	Tipo de recipiente	Volumen mínimo (ml)	Preservación	Tiempo máximo de análisis
pH	P, V	50	Analizar de inmediato	Inmediato
Temperatura	P, V	NA	Analizar de inmediato	Inmediato
Acidez	P, V(B), FP	500	Refrigeración ≤ 6°C	24 horas
Alcalinidad	P, V, FP	500	Refrigeración ≤ 6°C	24 horas
Color real, Color Verdadero, Color a 3 longitudes de onda	P, V, FP	500	Refrigeración, ≤ 6°C	24 horas
Conductividad eléctrica	P, V, FP	500	Refrigeración, ≤ 6°C	28 días
DBO	P, V, FP	1000	Refrigeración, ≤ 6°C	6 horas
Nitrito	P, V, FP	300	Analizar tan pronto como sea posible, Refrigerar ≤6°C	48 horas
Nitrato	P, V, FP	300	Analizar tan pronto como sea posible, Refrigerar ≤6°C	48 horas
Sólidos Sedimentables	P	2000	Analizar inmediatamente, Refrigerar ≤6°C	0,25 horas
Sólidos Suspendidos	P, V	1000	Refrigeración ≤ 6°C	7 días
Sulfato	P, V, FP	500	Refrigeración ≤ 6°C	28 días
Cloruros	P, V, FP	500	No requiere	28 días
Nitrógeno Total	P, V, FP	500	Adicionar H2SO4 hasta pH<2, Refrigerar ≤6°C	7 días/ 28 días
Nitrógeno amoniacal	P, V, FP	500	Analizar tan pronto como sea posible o Adicionar H2SO4 hasta pH<2, Refrigerar ≤6°C	7 días/ 28 días
DQO	P, V, FP	100	Analizar lo antes posible, o adicionar H2SO4 hasta pH<2, Refrigerar ≤6°C	7 días

Durezas	P, V, FP	500	Analizar lo antes posible, o adicionar H_2SO_4 hasta pH<2, Refrigerar ≤6°C	6 meses
Fósforo total	P, V, FP	250	Adicionar H_2SO_4 hasta pH<2, Refrigerar ≤6°C	28 días
Grasas y aceites	V boca ancha	1000	Adicionar HCl o H_2SO_4 hasta pH<2, Refrigerar ≤6°C	28 días
Cianuro total	P, V, FP	1000	Si la muestra es almacenada, adicionar NaOH pH>12, Refrigerar ≤6°C en oscuridad. Adicionar tiosulfato si está presente Cloro Residual	24h/ 14d; 24h si está presente Sulfuro
Hidrocarburos totales	V boca ancha	1000	Adicionar HCl o H_2SO_4 hasta pH<2, Refrigerar ≤6°C	28 días
Sulfuro	P, V, FP	500	Agregar 4 gotas de Acetato de zinc 2 N / 100 mL, agregar NaOH hasta pH>9 y refrigerar ≤ 6°C. Tomar la muestra sin espacio de cabeza. Registrar si cambia a color lechoso la muestra	28 días
Cromo Hexavalente Total (Cromo VI)	P(A), V(A), FP(A)	250	Refrigerar ≤6°C, Llevar hasta pH 9,3- 9,7 con Buffer Sulfato de Amonio y NaOH 1N o 5N. Verificar el pH en campo con electrodo	28 días
Fósforo Total Acido Hidrolizable	V ámbar	250	Refrigerar ≤ 6°C	48 horas
Fósforo Total Reactivo (Ortofosfatos)	V (A)	250	Para fosfatos disueltos filtrar inmediatamente, Refrigerar ≤6°C	48 horas
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP's)	V, ámbar con tapa recubierta con papel aluminio	1000	Material purgado con solvente orgánico empleado en el análisis y seco. Si el cloro residual está presente adicionar Tiosulfato de sodio 0,008%, Refrigerar ≤6°C	7 días después de la toma de muestra, antes de realizar la extracción / 40 días después de extracción, para su análisis
Compuestos Fenólicos				
COV´s - BTEX,	Viales de vidrio ámbar	40 mL	Tomar la muestra sin espacio de cabeza. Refrigerar ≤ 6°C	7 dias
Compuestos Orgánicos No Halogenados [Hidrocarburos del Petróleo (Fracción GRO)	Viales de vidrio ámbar	40 mL	Tomar la muestra sin espacio de cabeza. Refrigerar ≤ 6°C	7 dias
Metales	P (A), V(A), FP(A)	500	**Metales disueltos:** Filtrar en campo y acidular con HNO_3 hasta pH <2 **Metales Totales:** Acidular con HNO3 hasta pH <2	6 meses

Tensoactivos SAAM (Surfactantes)	P, V, FP	500	Refrigeración ≤ 6°C	48 horas
Fenoles	P, V	500	Adicionar H2SO4 hasta pH<2, Refrigerar ≤6°C	28d antes de la extracción 2d después de la extracción

Nota: La tabla muestra los requisitos para hacer una adecuada preservación de las muestras. P: Plástico, V: Vidrio, FP: Frasco Plástico, A: Ámbar.

4.3 Metodología de Análisis

La metodología para la cuantificación de cada uno de los parámetros, se encuentra relacionados en la Tabla 6.

Tabla 6. Parámetros monitoreados.

Parámetro	Método	Técnica
Aceites y Grasas	SM 5520C	Partición - Infrarrojo
Acidez	SM 2310 B	Volumetría
Alcalinidad Total	SM 2320 B	Volumetría
Aluminio en agua	EPA 200,2, EPA 6010 D	ICP-OES
Arsénico en agua	EPA 200,2, EPA 6010 D	ICP-OES
Bario en agua	EPA 200,2, EPA 6010 D	ICP-OES
Boro en agua	EPA 200,2, EPA 6010 D	ICP-OES
Cadmio en agua	EPA 200,2, EPA 6010 D	ICP-OES
Caudal - Aforo Volumétrico	Protocolo IDEAM 2021	Volumetría
Cianuro Total	SM 4500-CN- F	Electrodo Ión Selectivo
Cloruros	SM 4500 Cl- B	Volumetría
Cobalto en agua	EPA 200,2, EPA 6010 D	ICP-OES
Cobre en agua	EPA 200,2, EPA 6010 D	ICP-OES
Color Real	ISO 7887-2011 Metodo B	Colorimetria (436 nm,525 nm,620nm)
Color Real de Onda 436 nm	ISO 7887-2011 Metodo B	Colorimetria (436 nm,525 nm,620nm)
Color Real de Onda 525 nm	ISO 7887-2011 Metodo B	Colorimetria (436 nm,525 nm,620nm)
Color Real de Onda 620 nm	ISO 7887-2011 Metodo B	Colorimetria (436 nm,525 nm,620nm)
Compuestos Fenólicos	EPA3510C - EPA 8041A	Cromatografia de gases

Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX)	EN ISO 9562	Coulombimetrica
COV's - BTEX	EPA5021A -EPA8015D	Cromatografia de gases
Cromo en agua	EPA 200,2, EPA 6010 D	ICP-OES
DBO (5 días)	SM 5210 B, 4500-O G	Incubación 5 días y Electrodo de membrana
Demanda Química de Oxígeno	SM 5220 C	Reflujo Cerrado, Volumetría
Dureza Cálcica	SM 3500 Ca-B	Volumetría
Dureza Total	SM 2340 C	Volumetría
Estaño en agua	EPA 2002, EPA 6010 D	ICP-OES
Fenoles Totales	SM 5530 B,D Modificado	Fotométrico Directo
Fluoruro	ASTM D1179-16	Electrodo Ión Selectivo
Fósforo total	SM 4500 -P, B,E	Preparación de la Muestra - Ácido Ascórbico
Hidrocarburos	SM 5520 C, F	Partición - Infrarrojo
Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP´s)	EPA3510C- EPA8100	Cromatografía de gases
Hierro en agua	EPA 200,2, EPA 6010 D	ICP-OES
Mercurio en agua	EPA 2002, EPA 6010 D	ICP-OES
Niquel en agua	EPA 200,2, EPA 6010 D	ICP-OES
Nitrato	SM 4500 NO3 D	Electrodo Ión Selectivo
Nitritos	SM 4500 NO2 B	Colorimetría
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500-NH3 B,C	Destilación Volumétrico
Nitrógeno Total	EN 12260, 2003	-
pH	SM 4500 H+ B	Electrométrico
Plata en agua	EPA 200,2, EPA 6010 D	ICP-OES
Plomo en agua	EPA 200,2, EPA 6010 D	ICP-OES
Selenio en agua	EPA 200,2, EPA 6010 D	ICP-OES
Sólidos Sedimentables	SM 2540 F	Cono Imhoff - Volumétrico
Sólidos Suspendidos Totales	SM 2540 D	Gravimétrico (Secado a 103 - 105°C)
Sulfato	SM 4500 SO42-E	Turbidimetría
Sulfuro	SM 4500-S2-C,F	Yodométrico
Surfactantes	SM 5540C	Colorimetría
Temperatura	SM 2550 B	Electrométrico
Vanadio en agua	EPA 200,2, EPA 6010 D	ICP-OES
Zinc en agua	EPA 200,2, EPA 6010 D	ICP-OES

Las Resoluciones de Acreditación donde se establecen los parámetros relacionados en la tabla anterior se encuentran en el Anexo 3 (Laboratorio SGI S.A.S. y subcontratados).

4.4 Custodia de las Muestras

La custodia de muestras es la actividad de hacer seguimiento o monitoreo continuo a las muestras de ensayo desde la toma, preservación, refrigeración, codificación, embalaje y transporte hasta la recepción en el laboratorio, para su posterior análisis; se busca protegerlas de cualquier factor externo que pueda alterar su integridad. En el sitio del muestreo se diligenció las planillas "Información in situ aguas" FO-TM-023 y la planilla "Cadena de Custodia", FO-TM-017 para registrar los datos obtenidos en campo por el técnico de campo encargado del monitoreo. (Anexo 2)

Luego de la toma de muestras, estas se embalaron al Laboratorio debidamente preservadas, refrigeradas, etiquetadas y empacadas en neveras con temperatura aproximada a 4°C; se transportaron por vía terrestre para su posterior registro en el laboratorio, para realizar el análisis inmediato de las mismas siguiendo las recomendaciones del "Standard Métodos for the Examination of Water and Wastewater".

4.5 Procedimiento de Monitoreo de Condiciones Ambientales

El procedimiento PO-AM-004 Monitoreo de condiciones ambientales; Servicios Geológicos Integrados S.A.S., Establece el procedimiento para controlar y monitorear las condiciones ambientales, el orden y aseo del laboratorio. Dicho programa forma parte integral del Programa de Calidad del Laboratorio.

El documento cubre los requerimientos de la norma NTC-ISO/IEC-17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", en lo que respecta al numeral 6.3 "Instalaciones y Condiciones Ambientales".

4.5.1 Procedimiento Muestreo Compuesto de Aguas

El procedimiento PO-TM-041 "Muestreo Compuesto de Aguas", tiene como objetivo establecer los lineamientos a seguir para la ejecución del monitoreo y toma de muestras compuestas de aguas residuales domésticas y no domésticas, para su posterior análisis en el laboratorio. Este se compone de la Fase 1 (Alistamiento pre-campo), Fase 2 (Identificación punto de muestreo), Fase 3 (Determinación directa de parámetros in-situ), Fase 4 (Toma de muestra compuesta), Fase 5 (Preservación de muestras), Fase 6 (Control calidad), Fase 7 (Almacenamiento, transporte y embalaje), Fase 9 (Entrega y recepción).

5 Declaración de conformidad y regla de decisión

La evaluación de la conformidad, en su sentido más amplio, es una actividad que se emprende para determinar, directa o indirectamente, si un producto, proceso, sistema, persona u organismo obedece las normas correspondientes y cumple con los requisitos específicos.

En tal sentido, el procedimiento interno "PO-GI-002", relaciona los limites normativos con el intervalo de confianza del resultado emitido, donde; si el límite especificado (normativo o del cliente) se encuentra en el intervalo de confianza del resultado de la muestra, se realiza el análisis de riesgo que consiste en evaluar la probabilidad de conformidad, así como la probabilidad de no conformidad de los resultados de medición con respecto a requisitos especificados; la probabilidad de no conformidad es equivalente al riesgo de la medición del cliente al cumplir con los requisitos.

La etapa de revisión de la solicitud de ensayo/calibración cuenta con la aplicación de las declaraciones y se acuerda con el cliente la regla de decisión a emplear en función del riesgo, en caso de que el cliente no manifieste o indique su decisión se aplicara por defecto la "Declaración Binaria para una Regla de Aceptación Simple".

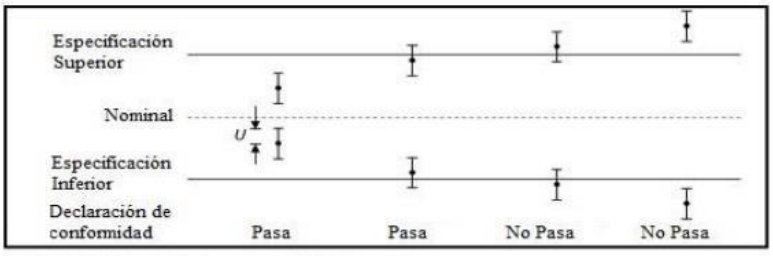
A continuación, se presenta la regla de decisión definida por la organización:

Declaración Binaria para una regla de aceptación simple (w=0)

Las declaraciones de conformidad se informan como:

- Pasa - el valor medido está por debajo del límite de aceptación, AL = TL.
- No-pasa - el valor medido está por encima del límite de aceptación, AL = TL.

Figura 1. *Declaración Binaria para una regla de aceptación simple (w=0)*



U = 95 % Incertidumbre expandida de medida

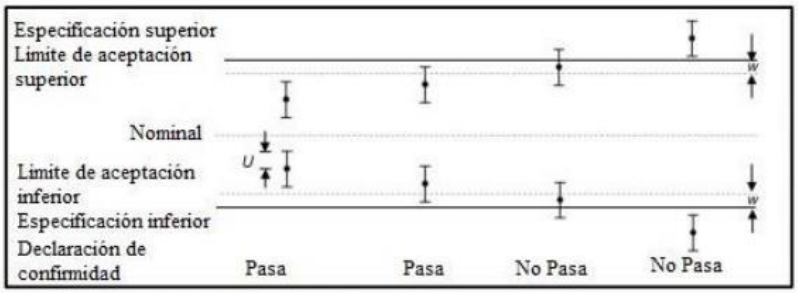
Declaración Binaria con zona de seguridad

Las declaraciones de conformidad se informan como:

• Pasa - aceptación basada en la zona de seguridad; el resultado medido está por debajo del límite de aceptación, AL = TL - w.

• No-pasa - rechazo basado en la zona de seguridad; si el resultado medido está por encima del límite de aceptación, AL = TL - w.

Figura 2. *Declaración Binaria con zona de seguridad.*



U = 95 % Incertidumbre expandida de medida

6 Cronograma de actividades

El cronograma de las actividades ejecutadas para el monitoreo de aguas se encuentra registrado en la Tabla 7.

Tabla 7*. Cronograma de actividades*

Etapa	Actividades	Logro	Fecha
Fase I. Previa al Monitoreo			
Realización del plan de muestreo	• Cronograma de actividades • Asignación de recursos para el muestreo. • Ubicación de los puntos a muestrear.	Identificación de las variables del proyecto para disminuir contra tiempos en campo.	2023/12/9
Preparación del material del monitoreo	• Organización de materiales (botellas, embalaje, equipos, neveras, hielo, papelería)	Contar con material suficiente y apto para la recolección de cada una de las muestras. Verificación de los equipos de monitoreo.	2023/12/12
Fase II. Monitoreo en Campo			
Ubicación de los puntos de muestreo	• Reconocimiento del área y solicitud de permiso de ingreso.	Tener claridad sobre cada uno de los parámetros a muestrear y su localización	2023/12/14
Toma de Muestras	• Calibración, inicio del monitoreo de parámetros in-situ. • Toma de muestras. • Etiquetado. • Diligenciamiento de la custodia por punto. • Fijación de las muestras. • Almacenamiento.	Cumplir con el 100% del muestreo solicitado.	2023/12/14
Envío al Laboratorio	• Embalaje de las neveras que contienen las muestras con su respectiva custodia. • Mantener la cadena de frío en las muestras que lo requieran.	Hacer llegar las muestras al laboratorio, dentro del tiempo estipulado por el protocolo de toma de muestras del IDEAM.	2023/12/14
Fin del Monitoreo	• Levantamiento de equipos.	Levantar las estaciones de monitoreo y realizar el mantenimiento adecuado.	2023/12/14

Nota: La tabla muestra el cronograma de las actividades realizadas en las distintas fases del monitoreo por el personal de Servicios Geológicos Integrados S.A.S., 2023.

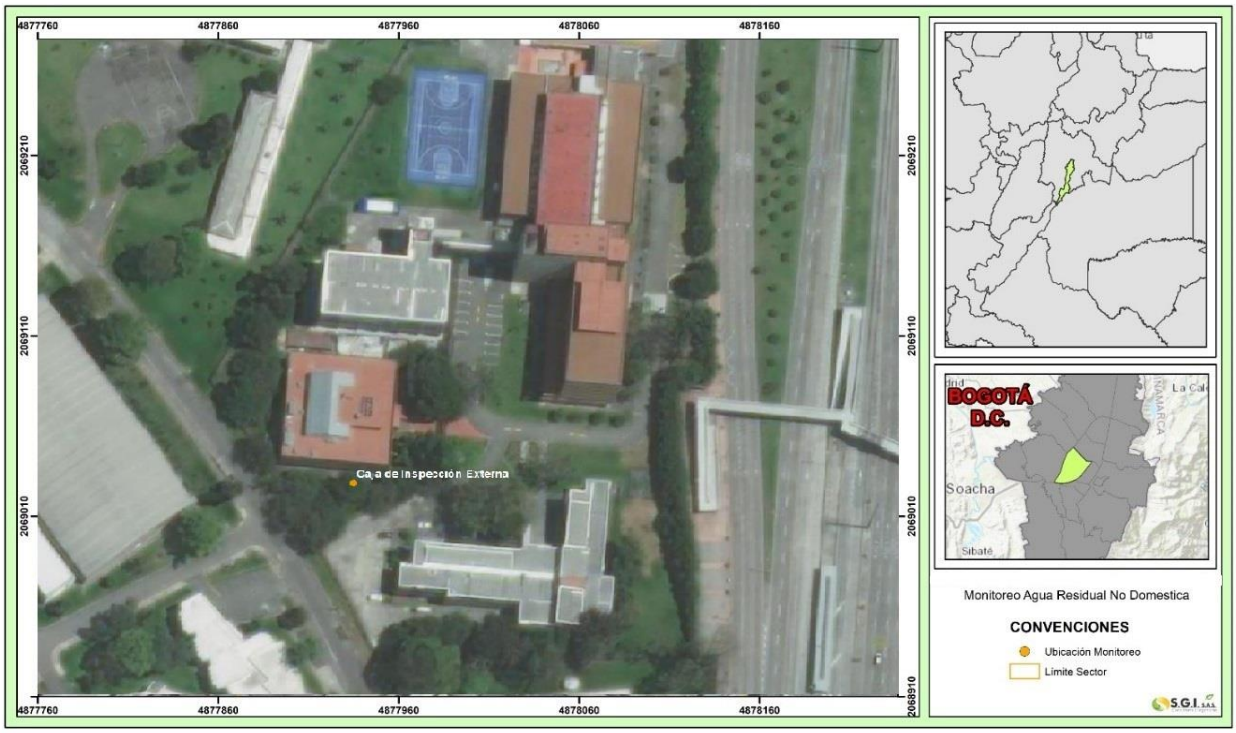
7 Descripción del Área de Estudio

7.1 Marco Geográfico

El presente monitoreo se desarrolló en el punto “Caja de Inspección Externa” del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en la ciudad de Bogotá D.C. Siendo esta el centro del territorio colombiano, su extensión es aproximadamente de 1.775,98 km2, su altitud es de 2.600mt y su población de más o menos 10’763.453 de habitantes. Limita por el norte con el municipio de Chía; por el oriente con los municipios de La Calera y Chipaque; por el sur con el municipio de Soacha y el occidente con el municipio Funza. (Municipios de Colombia, 2023)

En la Figura 3 se observa el mapa generado en el software ArcMap, donde se referencian los puntos de monitoreo y la localización geográfica del proyecto.

Figura 3 *Ubicación Geográfica del punto de monitoreo.*



Nota: Ubicación geográfica donde se realizó el monitoreo de agua residual no domestica por parte de Servicios Geológicos Integrados S.A.S., 2023

7.2 Ubicación de los puntos de muestreo

Las coordenadas planas y geográficas del punto evaluado se presentan en la Tabla 8, registrado a partir de la información de campo permitiendo obtener mayor representatividad de los datos relacionados con el monitoreo.

Tabla 8 *Coordenadas del punto monitoreado*

Nombre	ID Muestra	Coordenadas Geográficas		Coordenadas origen Único Nacional	
		Longitud	latitud	Este	Norte
Caja de Inspección Externa	M21231	74°04’50"	04°38’17"	4880193,234	2070591,471

Nota: La tabla muestra las coordenadas Geográficas y Planas Origen Único Nacional de los puntos de monitoreo medidos por Servicios Geológicos Integrados S.A.S., 2023.

7.3 Descripción de los puntos de monitoreo

En la Tabla 9 se realiza una descripción del punto monitoreado, registrando las principales características del mismo, la fecha de muestreo, el municipio, el departamento, el código de identificación de muestra y el tipo de muestra, adicionalmente se presenta un registro fotográfico del estado del punto de muestreo.

Tabla 9 . Punto de monitoreo Instalaciones IGAC - Agua Residual no Doméstica.

Tipo de Muestra	Compuesta	**Tipo de Monitoreo**	Monitoreo de Agua Residual no Domestica	**Fecha de toma de muestra**	14/12/2023
Punto de Muestreo	IGAC			**ID Muestra**	M21230
Coordenadas origen Único Nacional	Norte	2070591,471			
	Este	4880193,234			
Condición Climática	Nublado X	Soleado X	Lluvioso		
	Ubicación	Bogotá D.C			
Descripción del Punto de Monitoreo	La muestra de agua tomada en la caja de inspección externa proviene del lavado de recipientes y utensilios del laboratorio de suelos, es importante mencionar que, los residuos peligrosos líquidos y sólidos son entregados a un gestor externo que se encarga de la disposición final. Durante el día el flujo es constante, sin embargo, en algunos horarios aumenta o disminuye dependiendo de la actividad del laboratorio. El agua presenta olor, turbidez, solidos flotantes y no se percibe iridiscencia. En la mañana el clima estuvo soleado y despejado, pero en la tarde se presentaron precipitaciones que impidieron la toma de la muestra de las 14:30.				

Nota: Descripción de las condiciones del punto de monitoreo, por el personal de Servicios Geológicos Integrados S.A.S., 2023.

7.4 Registro Fotográfico

Tabla 10. Registro fotográfico - Agua Residual no Domestica.

IGAC	
	
	

Nota: Registro fotográfico Bogotá -Agua Residual no Domestica. - 14/12/2023.; por Servicios Geológicos Integrados S.A.S., 2023.

8 Resultados

Los resultados que se muestran a continuación (Tabla 11 y Tabla 12) corresponden a la muestra M21230 de agua Residual no Domestica tomada el día 14 de diciembre de 2023. El punto de monitoreo se encuentra ubicado en dentro del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en la ciudad de Bogotá D.C.

8.1 Datos de Campo

Para el monitoreo compuesto se determinó un periodo de ocho (8) horas con frecuencia cada treinta (30) minutos para un total de diecisiete (17) alícuotas. En el aforo de caudal se toma como referencia el procedimiento interno aforo de caudal PO-TM-038, del cual se establece el uso de aforo volumétrico. En la Tabla 11, se presentan los resultados de los parámetros in-situ obtenidos en la caracterización del Agua Residual no Doméstica (ARnD) del monitoreo compuesto. Es importante resaltar que, para la muestra 11 (14:30) no fue posible recolectar la muestra, en vista que, se presentaron lloviznas.

***Tabla 11**. Mediciones parámetros In-Situ - Inspección del Laboratorio IGAC*

Muestra	Hora	Temperatura	pH	Caudal	Solidos Sedimentables
		Caja de inspección externa			
M21230	(8 H)	(°C)	(Unidades de pH)	L/s	ml/L
0	9:00	17,5	8,83	0,021	-
1	9:30	17,6	8,78	0,012	-
2	10:00	17,6	8,89	0,010	1,2
3	10:30	17,5	8,71	0,005	-
4	11:00	17,7	8,70	0,027	<0,1
5	11:30	18,1	8,95	0,010	-
6	12:00	18,0	8,60	0,070	1,5
7	12:30	18,4	8,57	0,038	-
8	13:00	17,9	8,51	0,047	1,4
9	13:30	17,7	8,82	0,017	-
10	14:00	17,8	8,94	0,018	0,6
11	14:30	-	-	-	-
12	15:00	18,5	8,40	0,044	0,2
13	15:30	18,2	7,94	0,048	-
14	16:00	18,1	8,38	0,022	0,4
15	16:30	18,2	8,73	0,019	-
16	17:00	19,1	8,91	0,056	0,2
Promedio		17,99	8,67	0,03	0,70
Min		17,5	7,94	0,005	<0,1
Max		19,1	8,95	0,07	1,5

Nota: Mediciones In Situ realizadas en Caja de inspección externa por el personal de Servicios Geológicos Integrados S.A.S., 2023.

8.2 Resultados Análisis de Laboratorio

En la Tabla 12 presentan los resultados de los parámetros analizados en el laboratorio junto con los valores máximos permitidos por la normatividad aplicada, cabe resaltar que los límites fijados para la comparación se establecen en el artículo 16 de acuerdo a la actividad específica del instituto (art 15. Actividades diferentes a las contempladas en el capítulo V Y VI) y los límites del artículo 14 de la Resolución Distrital 3957 del 2009.

Tabla 12. *Resultados de análisis de laboratorio muestras recolectadas*

Código de Muestra			M21231			
Nombre Estación de Muestreo			CAJA DE INSPECCIÓN EXTERNA	**Resolución 631 de 2015 Articulo 16.** ***Se toman los límites de referencia del artículo 15, teniendo en cuenta lo establecido en el artículo 16***	**Resolución 3957 de 2009 Tabla A**	**Resolución 3957 de 2009 Tabla B**
Coordenadas		**Norte**	2070591,471			
		Este	4880193,234			
Fecha de Toma de Muestra			14/12/2023			
Fecha de Recepción de Muestra			14/12/2023			
	Parámetro	**Unidad**	**Resultado**			
a	Aceites y Grasas	mg/L	2,12	15	N.E	100
a	Acidez	mg CaCO3/L	<5,00	Análisis y Reporte	N.E	N.E
a	Alcalinidad Total	mg CaCO3/L	426,23	Análisis y Reporte	N.E	N.E
a	Aluminio en agua	mg /L	0,46	Análisis y Reporte	10	N.E
a	Arsénico en agua	mg /L	<0,010	0,1	0,1	N.E
a	Bario en agua	mg /L	0,198	1	5	N.E
a	Boro en agua	mg /L	<0,050	Análisis y Reporte	5	N.E
a	Cadmio en agua	mg /L	<0,003	0,01	0,02	N.E
a	Caudal - Aforo Volumétrico	L/s	0,005-0,070	N.E	N.E	N.E
b	Cianuro Total	mg CN-/L	0,05	0,01	1	N.E
a	Cloruros	mg Cl -/L	156,26	250	N.E	N.E
a	Cobalto en agua	mg /L	<0,050	0,1	N.E	N.E
a	Cobre en agua	mg /L	<0,050	1	0,25	N.E
a	Color Real	Unidades de pH	8,33	N.E	N.E	N.E

a	Color Real de Onda 436 nm	m^{-1}	3,602	Análisis y Reporte	N.E	N.E
a	Color Real de Onda 525 nm	m^{-1}	1,832	Análisis y Reporte	N.E	N.E
a	Color Real de Onda 620 nm	m^{-1}	1,068	Análisis y Reporte	N.E	N.E
a	Compuestos Fenólicos	mg/L	Ver Anexo	Análisis y Reporte	N.E	N.E
a	Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX)	mg/L	0,36	Análisis y Reporte	N.E	N.E
a	COV's - BTEX	mg /L	Ver Anexo	Análisis y Reporte	N.E	N.E
a	Cromo en agua	mg /L	<0,050	0,1	1	N.E
a	DBO (5 días)	mg/L	1345	75	N.E	800
a	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	2188,98	225	N.E	1500
a	Dureza Cálcica	mg CaCO3/L	28,2	Análisis y Reporte	N.E	N.E
a	Dureza Total	mg CaCO3 /L	39,2	Análisis y Reporte	N.E	N.E
a	Estaño en agua	mg /L	<0,050	2	N.E	N.E
a	Fenoles Totales	mg Fenol /L	0,36	0,2	N.E	N.E
a	Fluoruro	mg F-/L	0,53	5	N.E	N.E
a	Fósforo Reactivo Total (Ortofosfatos)	mg P-PO4/L	5,45	Análisis y Reporte	N.E	N.E
a	Fósforo total	mg P-PO4/L	6,69	Análisis y Reporte	N.E	N.E
a	Hidrocarburos	mg/L	<1,00	0,2	20	N.E
a	Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP´s)	mg/L	Ver Anexo	Análisis y Reporte	N.E	N.E
a	Hierro en agua	mg /L	1,258	1	10	N.E
a	Mercurio en agua	mg /L	<0,001	0,002	0,02	N.E
a	Níquel en agua	mg /L	<0,010	0,1	0,5	N.E
a	Nitrato	mg N-NO3/L	<1,00	Análisis y Reporte	N.E	N.E
a	Nitritos	mg N-NO2/L	<0,01	Análisis y Reporte	N.E	N.E
a	Nitrógeno Amoniacal	mg N-NH3/L	79,47	Análisis y Reporte	N.E	N.E
b	Nitrógeno Total	mg N/L	106,7	Análisis y Reporte	N.E	N.E

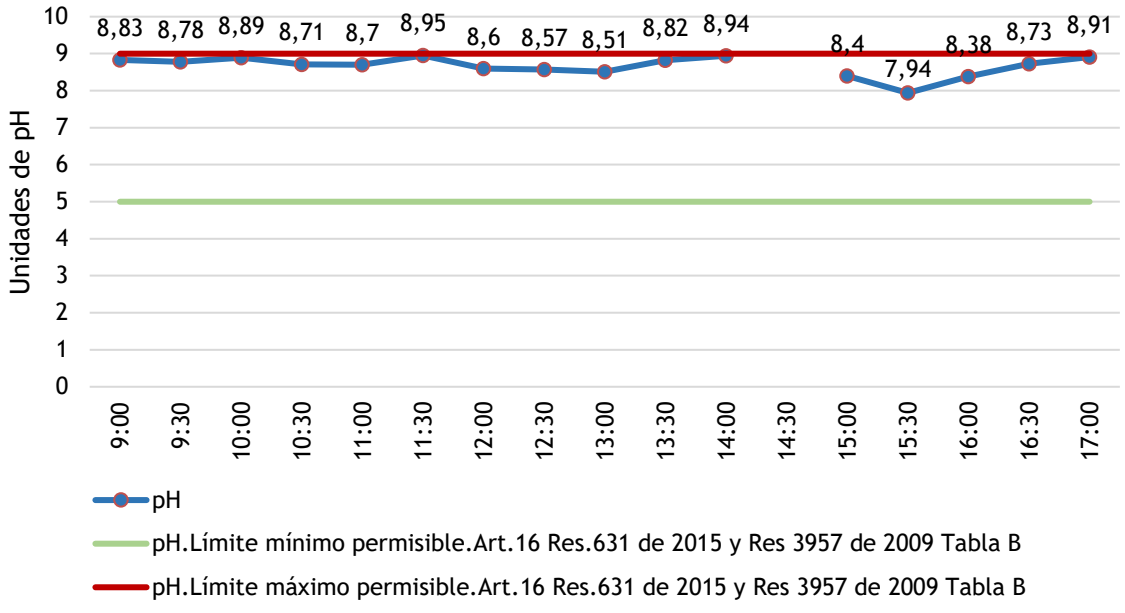
a	pH	Unidades de pH	7,94-8,95	5,00-9,00	N.E	5,00-9,00
a	Plata en agua	mg /L	<0,010	0,2	0,5	N.E
a	Plomo en agua	mg /L	<0,010	0,1	0,1	N.E
a	Selenio en agua	mg /L	<0,010	0,2	0,1	N.E
a	Sólidos Sedimentables	mL/L	<0,1	1,5	N.E	2
a	Sólidos Suspendidos Totales	mg /L	110	75	N.E	600
a	Sulfato	mg/L	25,14	250	N.E	N.E
a	Sulfuro	mg S-2/L	<1,00	1	5	N.E
a	Surfactantes	mg/L	<0,08	Análisis y Reporte	N.E	10
a	Temperatura	°C	17,5-19,1	N.E	N.E	30
a	Vanadio en agua	mg /L	<0,050	1	N.E	N.E
a	Zinc en agua	mg /L	0,099	3	2	N.E

9 Análisis e Interpretaciones

9.1 pH

Los registros obtenidos de la medición del pH in-Situ en el punto de la Caja de inspección durante el monitoreo se evidencian en la Figura 4, en general se reportó un promedio de 8,67 unidades de pH, el máximo valor medido fue de 8,95 unidades de pH registrado a la 11:30 y el menor registro fue de 7,94 unidades de pH correspondiendo este a la muestra de las 15:30; durante el periodo de medición se observó un comportamiento similar el cual indica tendencia alcalina. Los valores reportados, presentan cumplimiento con los artículos de interés correspondientes a la Resolución 631 de 2015 (art. 16) y la Resolución 3957 de 2009 (Tabla B). Es importante resaltar que, para el horario de las 14:30 no fue posible tomar la muestra.

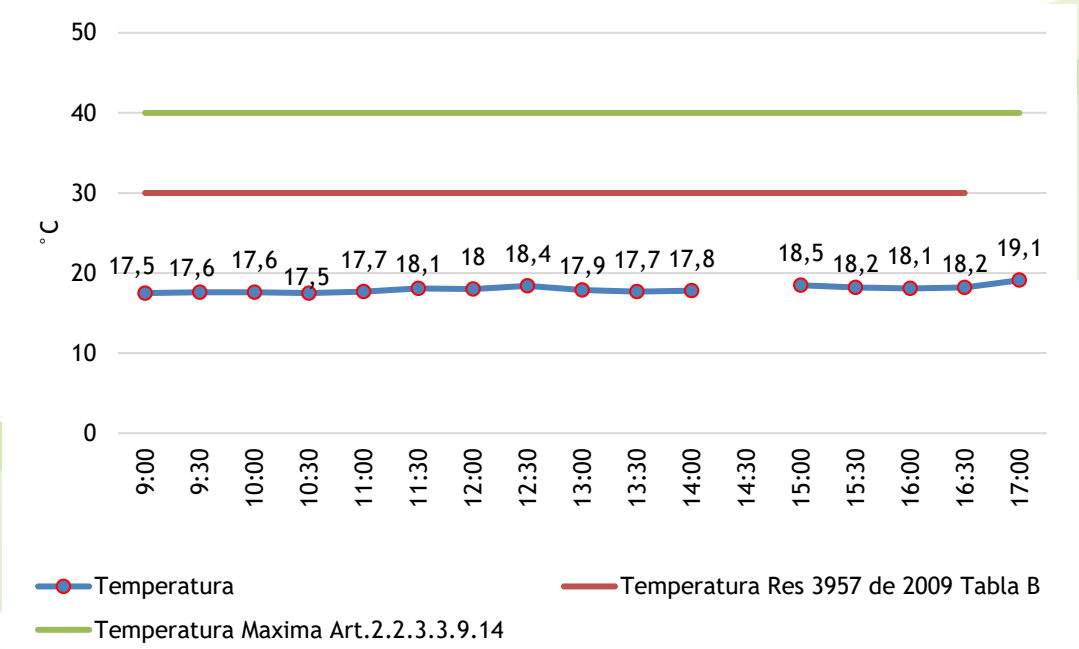
Figura 4 *Comportamiento de pH, comparada con la Resolución 631/2015 y 3957/2009.*



9.2 Temperatura

La temperatura, presentó un rango de 17,5 a 19,1°C para la muestra obtenida, con un promedio de 17,99°C, el menor registro se reportó sobre las 10:30 mientras que la mayor temperatura se registró sobre las 17:00, manteniendo valores similares durante el día, lo que obedece a las condiciones ambientales e indica que la descarga no es una fuente de contaminación térmica. Para todas las actividades industriales, comerciales o de servicios que realicen vertimientos puntuales de aguas residuales a un cuerpo de agua superficial o a los sistemas de alcantarillado público, en la Resolución 631/2015 establece como valor máximo 40°C, tal y como lo establece el artículo 5 y en la Resolución 3957/2009 en el artículo 14 tabla B, establece un valor máximo de temperatura (30°C), para los cuales los valores determinados presentan cumplimiento para los criterios mencionados.

Figura 5 *Comportamiento de la temperatura, comparada con la Resolución 631/2015 y 3957/2009.*



9.3 Caudal

Dentro de los parámetros monitoreados en campo se encuentra el Caudal, dicho parámetro fue analizado durante las 8 horas de muestreo cada 30 minutos, del cual se obtuvieron valores entre 0,005 L/s a 0,07 L/s como se muestra en la Figura 6, el caudal promedio para el punto muestreado fue de 0,03 L/s. El caudal se encuentra en funcion de la descarga que se genere por actividades de lavado de material, sin embargo, no se logró onbtener dato para la hora 14:30 en vista que, se presentaron precipitaciones.

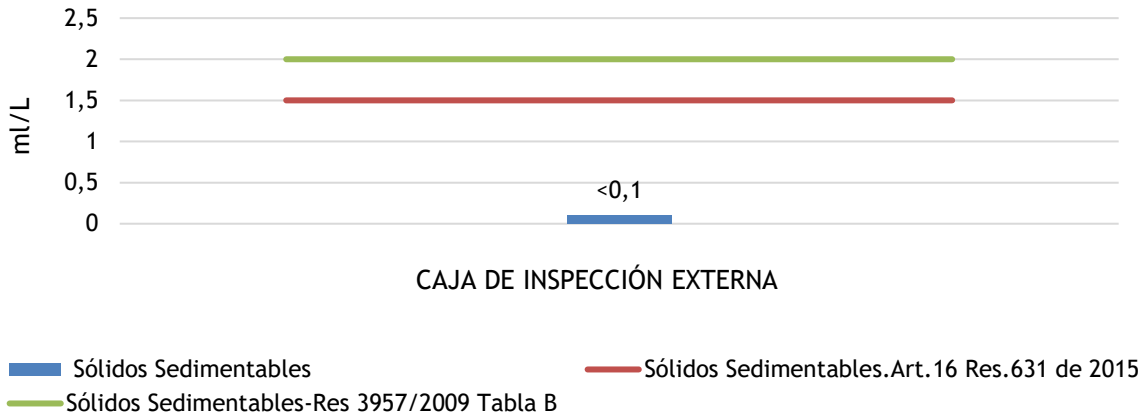
Figura 6 *Comportamiento del caudal.*



9.1 Solidos Sedimentables

Con el fin de lograr establecer la cantidad de material sedimentable presente en la muestra de agua durante un período de tiempo establecido, fue necesario la determinación de la variable analítica in-situ de Sólidos Sedimentables mediante el uso del instrumento conocido como “Cono Imhoff”, el cual presenta un límite de cuantificación de 0,1 mL/L. La medición In Situ de este parámetro en el punto “Caja de Inspección Externa”, determino un valor de <0,1 mL/L, indicando la escasa o nula presencia de Solidos Sedimentables, dando así, cumplimiento a los límites máximos permisibles estipulados en los artículos 16 de la Resolución 0631/2015 y el límite establecido en la tabla B de la Resolución 3957/2009.

Figura 7. *Comportamiento de Solidos Sedimentables, comparada con la Resolución 631/2015 y 3957/2009.*

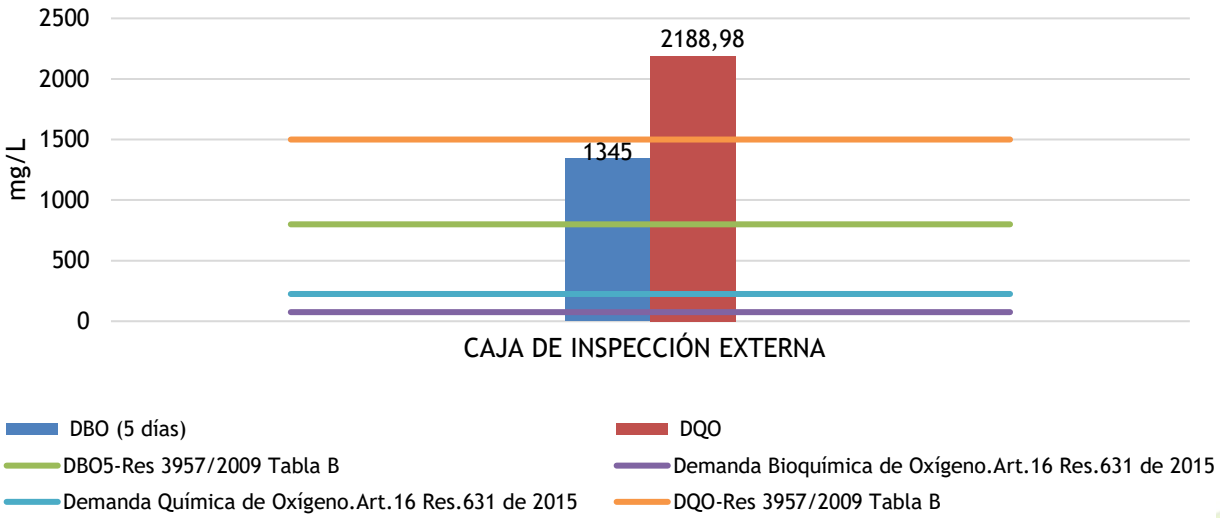


9.1 DBO5 Y DQO

En cuanto a los parámetros DBO5 y DQO, es importante destacar la DBO5 está relacionado con la medición de oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en procesos de oxidación bioquímica de la materia orgánica (biodegradable) presente en el agua, a diferencia de este, la DQO, indica el contenido de materia orgánica susceptible de ser oxidada por medio de agentes químicos.

El comportamiento obtenido en el análisis de los parámetros DQO y DBO5 de la muestra, indica valores de 2188,98 mg/L y 1345 mg/L respectivamente (ver Figura 8). En comparación con las resoluciones y artículos de interés, se registraron valores que se encuentran por encima del límite establecidos en la Resolución 631/2015 y Resolución 3957/2009, presentando incumplimiento. Estos valores sugieren la presencia de material de origen orgánico, el cual posiblemente se encuentre presente en los suelos analizados en el laboratorio.

Figura 8 *Comportamiento de la DQO y DBQ, comparada con la Resolución 631/2015 y 3957/2009.*



9.2 Acidez

Para el análisis de Acidez obtenida en el punto monitoreado se obtuvo una concentración <5,00 mgCaCO3/L. La Resolución 631 del 2015 en el artículo de referencia no establece un límite para este parámetro, pero si solicita su análisis y reporte tal y como se realiza en el presente informe, en cuanto a La Resolución 3957/2009 no se especifican límites máximos permisibles. Una acidez alta puede generar un efecto corrosivo en aguas residuales, así como un efecto destructor o alterador de la flora y fauna de las fuentes receptoras.

9.3 Alcalinidad, Dureza Total y Cálcica.

La Alcalinidad está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos y la dureza está asociada principalmente a la concentración de todos los cationes metálicos no alcalinos presentes en el agua, en particular sales de magnesio y calcio. La Alcalinidad, Dureza Cálcica y Total se observa en la Figura 9, es importante resaltar que estos valores fluctúan dependiendo del origen de la descarga, además que en los artículos de interés de la Resolución 631 de 2015 y La Resolución 3957/2009 no especifica límites permisibles para los parámetros mencionados. Sin embargo, exige su análisis y reporte, puesto que, un agua dura crea problemas de lavado, además deposita lodo e incrustaciones sobre las superficies con las cuales entra en contacto, el valor de la dureza determina, por lo tanto, su conveniencia para uso industrial o doméstico y la necesidad o no de un proceso de ablandamiento. (Romero, 1999).

Figura 9 *Comportamiento de Alcalinidad, Dureza Cálcica y Dureza Total*

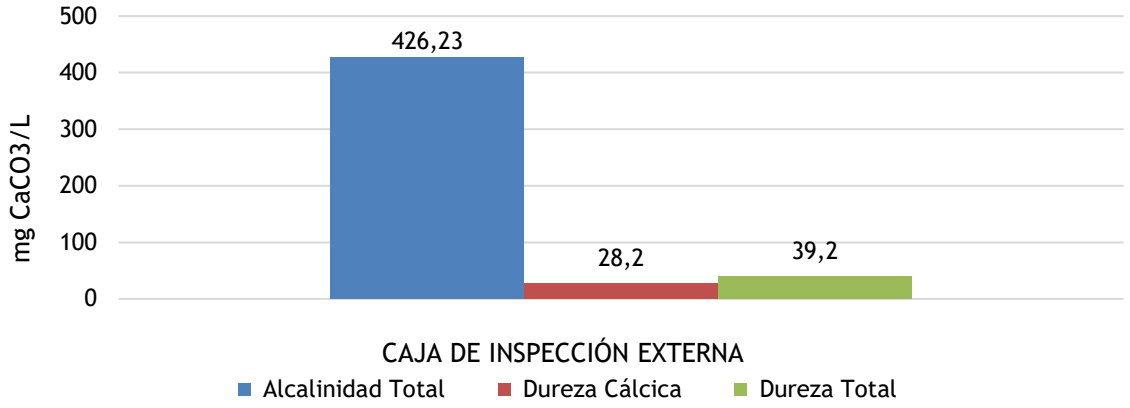


Tabla 13 *Clasificación de Dureza en Aguas.*

Concentración de dureza (mgCaCO3/L)	Tipo de aguas
0-60	Blanda
61 - 120	Moderadamente Dura
121 - 180	Dura
>180	Muy Dura

Nota: Concentración de dureza Fuente: ((OMS), Organización Mundial de la Salud)

Según la información obtenida y en comparación con la Tabla 13, la muestra recolectada tiene una clasificación de dureza en agua "Blanda", por tanto, no se considera alta presencia de iones metálicos divalentes los cuales pueden reaccionar con los aniones presentes en el agua para formar incrustaciones.

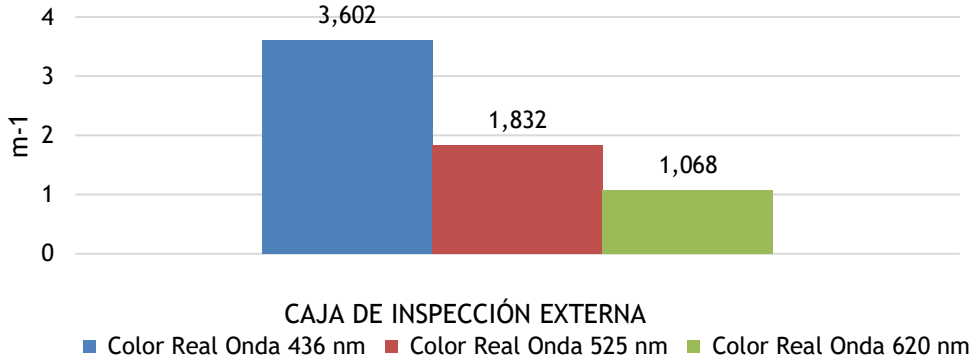
9.4 Color Real

El color verdadero o color real es el que depende solamente del agua y las sustancias disueltas en ella como extractos vegetales u orgánicos, que son coloidales. Su presencia no permite el paso de la luz que permita el desarrollo de la biodiversidad y su presencia es indicador de una ineficiencia en el tratamiento del agua (Martínez, M. 2018).

Aunque en la Resolución 631 de 2015 de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible no se fija un límite permisible, esta establece en sus artículos 16 que, los responsables de la actividad realizaran la determinación del parámetro solicitado como análisis y reporte en las longitudes de onda (436, 525 y 620 nm). Teniendo en cuenta lo anterior, para el presente monitoreo, el valor de Color Real reportado es de 8,33 unidades de pH, Además, en la Figura 10 se presentan gráficamente

los valores de color real a distintas ondas de medición, se evidencia que la longitud de onda más adecuada es la de 436 nm, por su mayor absorbancia.

Figura 10 *Color medido a tres longitudes de onda para el punto*



9.5 Solidos Suspendidos Totales (SST)

Son sólidos que provienen de los reinos animal y vegetal, así como de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos (Gonzalez, 2011). En el caso de SST, se obtuvo una concentración de 110 mg/L valor que supera el límite permisible establecidos en el artículo 16 de la Resolución 0631/2015 (75 mg/L), por el contrario, para el límite establecido en la tabla B de la Resolución 3957/2009 (600 mg/L), si cumple condicho criterio. Este resultado refleja que el agua de la muestra contiene una cantidad de materiales en suspensión, el cual puede estar asociado con el material lavado que se usa en el laboratorio de análisis de suelos.

Figura 11. *Comportamiento de SST, comparada con la Resolución 631/2015 y 3957/2009.*

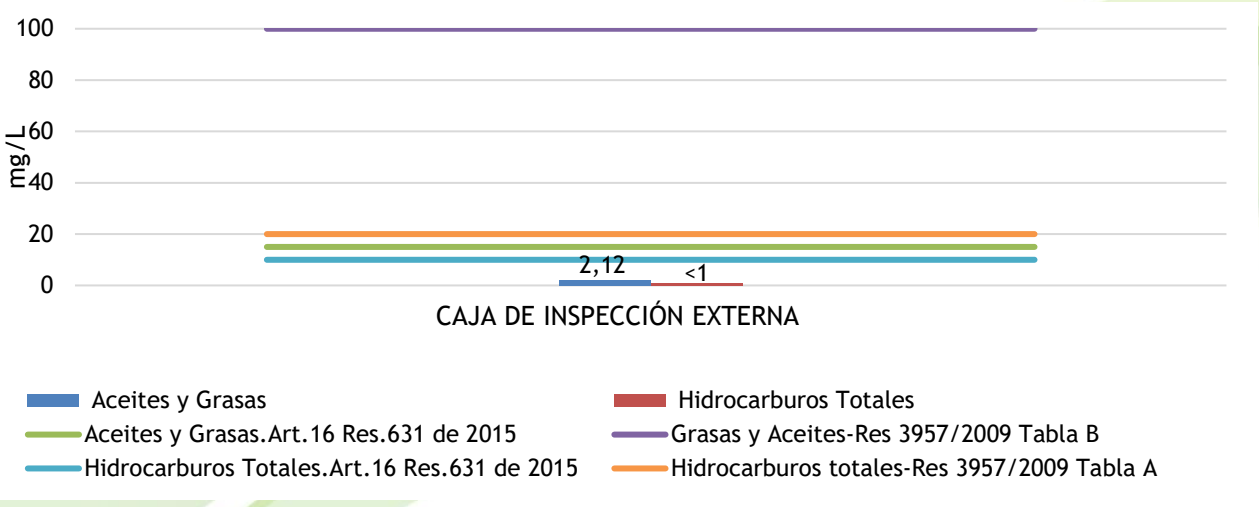


9.6 Aceites y Grasas e Hidrocarburos

Las Grasas y Aceites son compuestos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal. Es muy común que este tipo de compuestos se encuentren en las Aguas Residuales, producto del desarrollo de algunas actividades industriales y/o domésticas. Los aceites y grasas e hidrocarburos totales permiten evaluar la carga orgánica de origen industrial.

En la muestra recolectada, los parámetros reportaron concentraciones de 2,12 mg/L (Aceites y Grasas) y <1,00 mg/L Hidrocarburos indicando la baja presencia de estos compuestos en el agua muestreada, se presenta cumplimiento normativo frente a los artículos 16 de la Resolución 631/2015 y Tabla A y Tabla B de la Resolución 3957/2009, los limites establecido para cada uno de los parámetros se pueden detallar en la Figura 12.

***Figura 12**. Comportamiento de Aceites y Grasas e Hidrocarburos, comparada con la Resolución 631/2015 y 3957/2009*



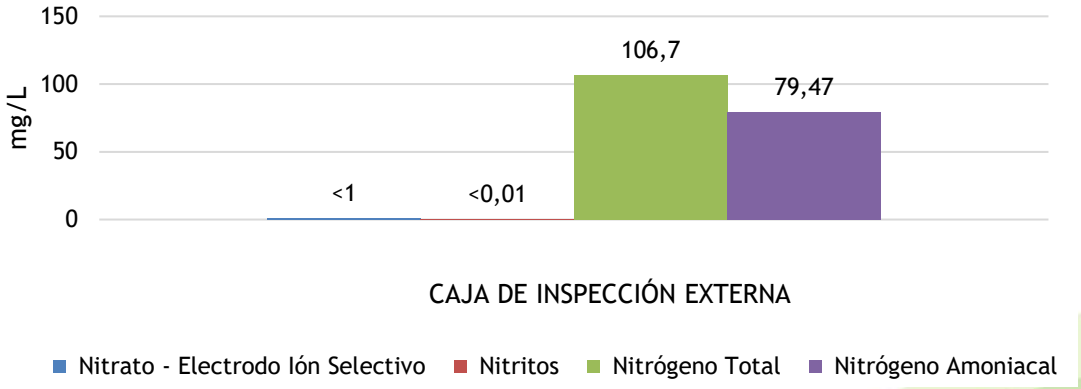
9.7 Compuestos Nitrogenados (Nitrógeno Amoniacal, Total, Nitrato, Nitritos)

En el agua los nutrientes son sustancias esenciales para el metabolismo de todo organismo vivo ya que forman parte de él, son importantes para el crecimiento y desarrollo de los organismos acuáticos. Sin embargo, cuando se presentan en exceso ocasionan problemas de contaminación acuática.

Para los parámetros de Nitratos y Nitritos, las concentraciones reportadas corresponden a <1,0 mg/L y <0,01 mg/L respectivamente, siendo estos inferiores a los límites de cuantificación, lo que indica poca la baja presencia de material orgánico que podrían afectar la calidad del recurso. Por su parte, el Nitrógeno Amoniacal obtuvo valores de 79,47mg/L; en consecuencia, a lo anterior se

obtuvo una concentración de 106,7 mg/L de Nitrógeno Total en este punto. A nivel normativo, estos compuestos nitrogenados no presentan requerimiento que establezca un valor límite permisible, sin embargo, la Resolución 0631 de 2015 expone la condición de "Análisis y Reporte", en cuanto a la Resolución 3957/2009 no establece límites.

***Figura 13**. Comportamiento de Compuestos Nitrogenados*



9.8 Compuestos Fenólicos y Fenoles Totales

La presencia de fenoles puede ser un problema importante, ya que son compuestos tóxicos y persistentes que pueden afectar tanto la salud humana como el medio ambiente. Los resultados de análisis para el punto monitoreado, reportan concentraciones inferiores al límite de cuantificación utilizado por el laboratorio para compuestos fenólicos. Por otro lado, los Fenoles Totales reportaron una concentración de 0,36 mg/L indicando la presencia de estos compuestos en el tipo de agua evaluada. A nivel normativo se presenta cumplimiento frente a los límites establecidos en la Resolución 3957/2009 para Compuestos fenólicos, mientras que, para la Resolución 631/2015 el límite de Fenoles es de 0,2 mg/L, el cual es incumplido.

9.9 BTEX – COV'S

Como se evidencia en el Anexo 1 (Reporte de resultados), se registraron valores bajos o nulos para Benceno, Etilbenceno, m+p-xileno, o-xileno y tolueno (<0,050 mg/L) en la muestra de agua del punto Caja de inspección externa. La concentración obtenida de estos contaminantes no contempla riesgos representativos con consecuencias de afectaciones ambientales y en la salud pública.

9.10 Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP's)

Como se evidencia en el Anexo 1 (Reporte de resultados), se registraron valores bajos o nulos para acenafteno, acenaftileno, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno,

benzo(g,h,i)perileno, benzo(k)fluoranteno, criseno, dibenzo(a,h)antraceno, fenantreno, fluoranteno, fluoreno, indeno(1,2,3-cd)pireno, naftaleno y pireno (<0,0025 mg/L para todos). la Resolución 631/2015 establece análisis y reporte para este parámetro y la Resolución 3957/2009 no especifica limite normativo.

9.11 Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX)

Los compuestos orgánicos halogenados son casi siempre productos sintéticos utilizados en diversas actividades industriales, no son inflamables, son buenos disolventes y tiene una alta reactividad, por lo que son utilizados como desengrasantes, insecticidas y procesos de lavado, entre otros. (Ribas, 1996)

De acuerdo con los resultados de los análisis de laboratorio, se identificó una concentración de 0,36 mg/L en la muestra de Agua Residual no Doméstica (ARnD) recolectada, a pesar de que, en el artículo 16 de la Resolución 631 de 2015 y la Resolución 3957/2009 no especifica un valor límite permisible para este parámetro, sí requiere la realización de su respectivo análisis y reporte puesto que la mayoría de estos compuestos son tóxicos para los organismos acuáticos en concentraciones bajas, ya que son muy persistentes en el medio ambiente y con tendencia a bioacumularse, llegando incluso a transmitirse hasta el ser humano a través de la cadena alimenticia. (García Hernández, 2017).

9.12 Fosforo Total y Fósforo Reactivo (Ortofosfatos)

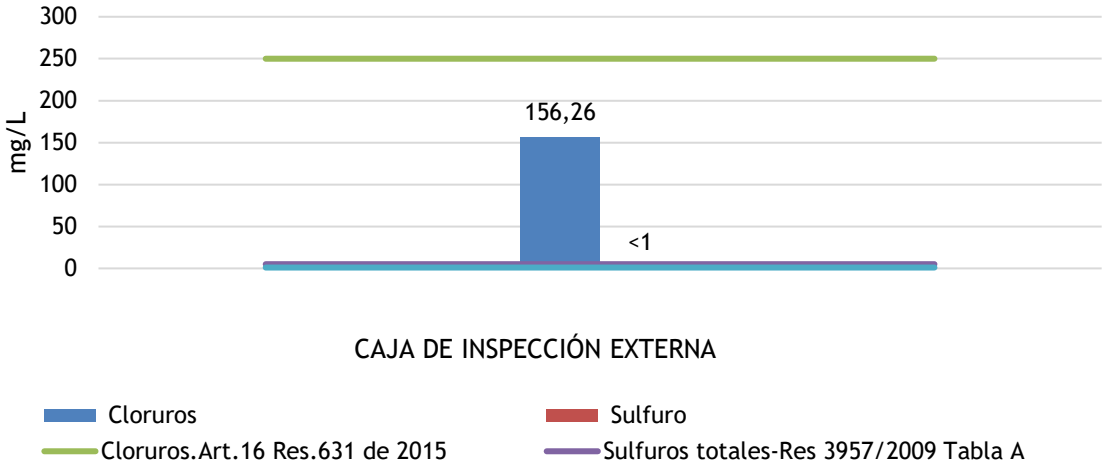
El fósforo en aguas naturales parece encontrarse en forma de ortofosfatos y/o fosfatos. Al igual que los nitratos, es un nutriente esencial para las plantas, pero se encuentra en concentraciones mucho menores que éste, probablemente por su acusada tendencia a formar iones complejos y compuestos de baja solubilidad con un extenso número de metales.

El contenido de Fósforo Total y Fosforo Reactivo Total (Ortofosfatos) reportado para la muestra de agua fue 6,69 mg/L y 5,45 mg/L, valores que no representan riesgo al medio. La normativa de referencia no establece un límite permisible, pero si solicita su análisis y reporte, tal y como se relaciona en el presente informe. Las principales fuentes de fosfatos se asocian a la explotación de rocas ígneas o sedimentarias marinas que contienen este elemento, a la industria de manufacturación de fertilizantes fosfatados, a las aguas residuales de origen urbano (detergentes) o ganadero.

9.13 Cloruros y Sulfuros

Las concentraciones reportadas para Cloruros y Sulfuros de la muestra analizadas corresponden a 156,26 mg/L y <1,00 mg/L, respectivamente. En relación con el límite normativo de 250 mg Cl -/L para Cloruros y 1 mg/L para Sulfuros establecidos en el artículo 16 de la Resolución 631/2015 y de 5 mg/L (Sulfuros) establecido en la Resolución 3957/2009, los valores reportados pueden ser resultado de los procesos de lavado realizados en el laboratorio, sin embargo, no exceden los limites normativos. En la Figura 14 se puede observar el comportamiento de los parámetros de interés y su comparación normativa, altas concentraciones de estos parámetros pueden causar problemas serios de corrosión y rotura de los tubos de alcantarillado.

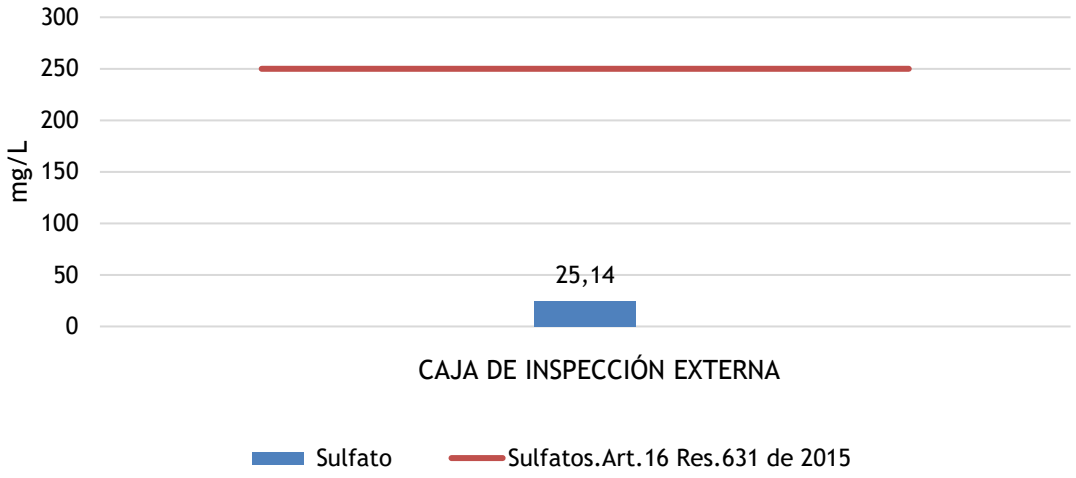
Figura 14. *Comportamiento de Cloruros y Sulfuros, comparada con la Resolución 631/2015 y 3957/2009.*



9.14 Sulfato

El sulfato (Ion común en aguas residuales), se requiere para la síntesis de proteínas y se libera en su descomposición, en condición anaerobia origina problemas de olor y corrosión en alcantarillas, concentraciones superiores a 200mg/L alteran el normal desarrollo de los procesos de tratamiento biológico (Rojas, 2010). Para este parámetro se determinó una concentración 25,14 mg/L. La Resolución 631 de 2015 en su Artículo 16 establece un límite permisible para este parámetro de 250mg/L, presentado cumplimiento normativo, por su lado, la Resolución 3957/2009 no especifica limite normativo.

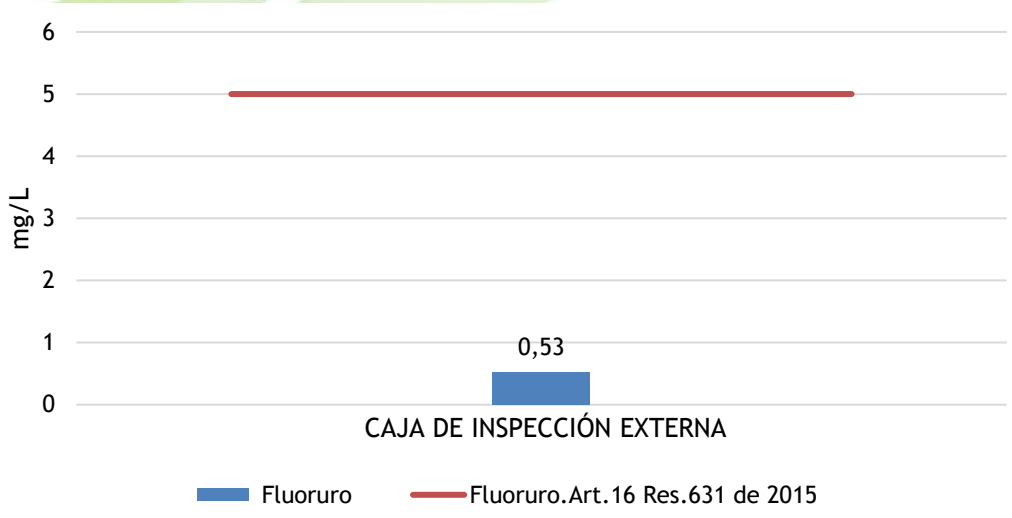
Figura 15. *Comportamiento de Sulfato, comparada con la Resolución 631/2015 y 3957/2009.*



9.15 Fluoruro

El valor de Fluoruro reportado para el punto de agua monitoreado fue de 0,53 mg/L, en la Resolución 631 de 2015 su artículo 16 establece 5,0 mg/L como valor límite permisible, por lo cual, la concentración obtenida se encuentra por debajo de dicho límite, lo que indica la baja presencia de este parámetro en el agua monitoreada, la Resolución 3957/2009 no especifica limite normativo.

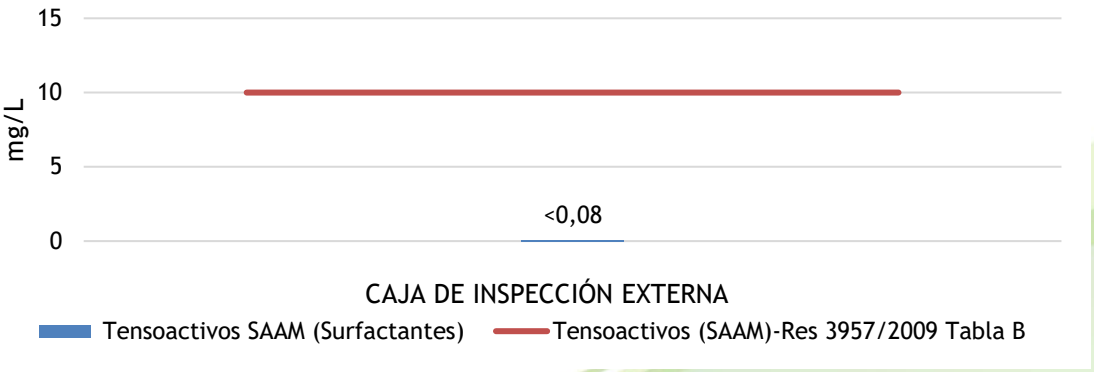
Figura 16*. Comportamiento de Sulfato, comparada con la Resolución 631/2015 y 3957/2009*



9.16 Surfactantes

La presencia de surfactantes se relaciona con el uso de detergentes, los cuales pueden causar problemas de espumas. El valor de Surfactantes reportado para el punto monitoreado fue de <0,08 mg/L siendo este un valor que se encuentra por debajo del límite de cuantificación del método de análisis. En la Resolución 631 /2015 en su artículo 16 no establece un valor límite permisible para este parámetro, sin embargo, la Resolución 3957/2009 en la Tabla B, establece un límite máximo permisible de 10 mg/L, el cual es cumplido.

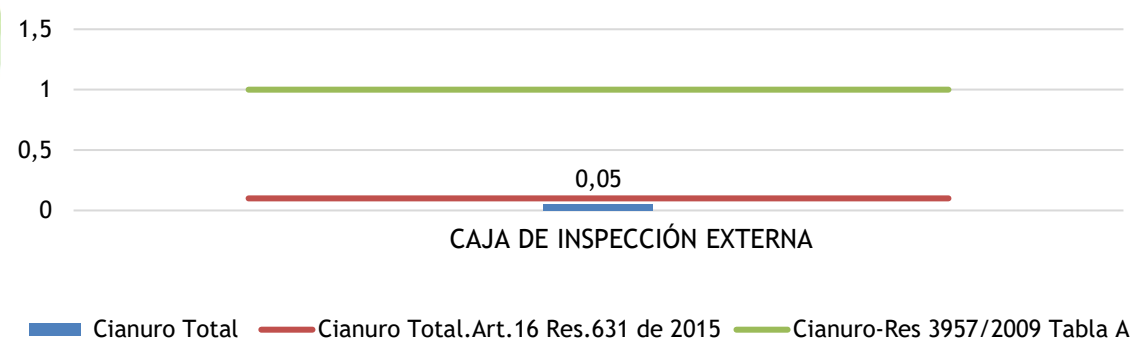
Figura 17. *Comportamiento de Surfactantes, comparada con la Resolución 3957/2009*



9.17 Cianuro

En la Figura 18 se observa la concentración de Cianuro en la muestra de agua recolectada, reportando un valor de 0,05 mg/L, resultado que se ajusta a los límites establecidos en el artículo 16 de la Resolución 631/2015 y de la Resolución 3957/2009 en la Tabla A, indicando la baja o nula presencia de estos compuestos en el agua analizada. Es importante señalar que, la presencia de compuestos cianurados puede dar lugar a una preocupación significativa, dado que, estos poseen una alta toxicidad y representan un riesgo potencial tanto para la salud humana como para el entorno ambiental circundante.

Figura 18. *Comportamiento del Cianuro*



9.18 Metales

Entre los metales pesados se incluyen la plata, bario, cadmio, cromo, cobre, cobalto, níquel, plomo, zinc, hierro, mercurio, titanio, vanadio, molibdeno y manganeso, estos en altas concentraciones son todos tóxicos, aunque alguno de ellos, como el cobre, zinc, y molibdeno, son esenciales para los organismos vivos, el mercurio, cadmio y plomo son en general tóxicos y se debe tener una gran atención debido a que son elementos que magnifican biológicamente el medio natural, algunos residuos industriales pueden contener concentraciones apreciables de metales pesados y requerir pretratamiento (Rojas, 2010).

Para el caso de los metales objeto de análisis 13 de ellos reportaron concentraciones inferiores al límite de cuantificación utilizado por el laboratorio, indicando la baja o nula presencia de estos metales en las muestras de agua, en cuanto al Hierro, Aluminio Bario y Zinc, estos reportaron valores cuantificables, sin embargo, únicamente el Hierro excede el límite normativo (1,0 mg/L) de la Resolución 631/2015, por una diferencia de 0,258 mg/L. En general, los valores reportados indican que los vertimientos generados por el laboratorio no presentan riesgos ni para la salud y ni el ambiente. En la Tabla 14 se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los metales objeto de análisis.

Tabla 14 *Resultados Concentración Metales y Comparación Normativa*

Parámetro	Unidad	Concentración	Resolución 631 de 2015 Articulo 16. *Se toman los límites de referencia del artículo 15, teniendo en cuenta lo establecido en el artículo 16*	Resolución 3957 de 2009 Tabla A	Resolución 3957 de 2009 Tabla B
Aluminio en agua	mg /L	0,46	Análisis y Reporte	10	N.E
Arsénico en agua	mg /L	<0,010	0,1	0,1	N.E
Bario en agua	mg /L	0,198	1	5	N.E
Boro en agua	mg /L	<0,050	Análisis y Reporte	5	N.E
Cadmio en agua	mg /L	<0,003	0,01	0,02	N.E
Cobalto en agua	mg /L	<0,050	0,1	N.E	N.E
Cobre en agua	mg /L	<0,050	1	0,25	N.E
Cromo en agua	mg /L	<0,050	0,1	1	N.E
Estaño en agua	mg /L	<0,050	2	N.E	N.E
Hierro en agua	mg /L	1,258	1	10	N.E
Mercurio en agua	mg /L	<0,001	0,002	0,02	N.E
Níquel en agua	mg /L	<0,010	0,1	0,5	N.E

Plomo en agua	mg /L	<0,010	0,1	0,1	N.E
Plata en agua	mg/L	<0,010	0,2	0,5	
Selenio en agua	mg /L	<0,010	0,2	0,1	N.E
Vanadio en agua	mg /L	<0,050	1	N.E	N.E
Zinc en agua	mg /L	0,099	3	2	N.E

10 Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en el monitoreo y en los análisis de laboratorio tomadas en el punto denominado "CAJA DE INSPECCIÓN EXTERNA" ubicado en Instituto Geográfico Agustín Codazzi en la ciudad de Bogotá D.C y, comparando con la normatividad ambiental vigente Resolución 631 de 2015 en lo que respecta articulo 16 (tomando los límites de referencia del artículo 15) y de la Resolución 3957 del 2009 (Tabla A y Tabla B), se puede concluir que:

El agua residual generada por el laboratorio de suelos, presenta un pH promedio (8,67 unidades pH) con un comportamiento homogéneo con tendencia a la alcalinidad, encontrándose dentro del rango límites permisibles de las resoluciones y artículos de interés. Por su parte, la Temperatura reportó un promedio de 17,99°C, sin presentar cambios considerables que puedan incidir en aportes de contaminación térmica. Es importante tener en cuenta que, el caudal es discontinuo, en función de la de las actividades inminentes de laboratorio.

Los parámetros DBO y DQO, reportaron valores que superan los limites normativos de referencia para ambos parámetros, lo que señala el incumplimiento. Estos resultados indican la presencia de materia orgánica el cual esta relacionado con los compuestos que se pueden encontrar típicamente en el suelo, como carbono, hidrógeno, oxígeno, y nitrógeno que se producen de la descomposición de residuos orgánicos en el suelo.

En relación a los compuestos Nitrogenados, (Nitrato y Nitrito), presentaron valores limites inferiores al límite de cuantificación, sin embargo, los resultados para Nitrógeno Amoniacal y Total relacionan la presencia de este compuesto, el cual estaría presente en los suelos analizados y posteriormente en el material que es lavado en el laboratorio.

Para los Sólidos Suspendidos la concentración determinada sugiere que en agua residual que proviene del laboratorio de suelos contiene partículas en suspensión que puede ser de carácter orgánico e inorgánico procedentes de las muestras analizadas. Acorde a los limites establecidos es posible mencionar que, para lo estipulado en la Resolución 3957/2009, el resultado se encuentra por debajo de dicho criterio, mientras que, para lo dispuesto en el artículo 16, supera el límite.

Parámetros como Acidez, Aceites, Grasas e Hidrocarburos, Compuestos fenólicos, Fenoles, COV´s, BTEX, Fósforo, Cianuro, Sulfatos, Cloruros, Sulfuros y Fluoruros reportaron bajas o nulas concentraciones en la muestra de agua analizada, indicando que los vertimientos generados, dan cumplimiento a los requerimientos de las resoluciones de referencia.

En lo que refiere a Compuestos Metálicos, en general, los valores registrados para la mayoría de los parámetros se encuentran por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis utilizada por el laboratorio para cada uno de los parámetros, indicando la escasa o nula presencia de compuestos metálicos, así mismo se obtiene cumplimiento con la Resolución 0631 de 2015 y Resolución 3957 de 2009. Es importante resaltar que, para el metal Hierro la concentración determinada supera el límite dispuesto en la Resolución 631/2015.

11 Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos al analizar la muestra de agua residual recolectada en la caja de inspección del Laboratorio de suelos, se realizan las siguientes recomendaciones.

- Implementar sistemas de tratamiento químicos o físicos (pre-tratamiento) que permitan principalmente contribuir a la disminución de la carga de contaminantes para que las concentraciones y resultados de las muestras de cumplimento con la normativa de referencia.

- Evaluar la posibilidad de realizar un tratamiento previo a la caja de inspección, dado que se evidencia en los resultados que el agua presenta una carga contaminante significativa, incumpliendo en varias ocasiones con lo estipulado en la normativa ambiental vigente especialmente en los puntos laboratorio acorde a las actividades desarrolladas.

- Realizar mantenimiento y limpieza periódico y preventivo en la caja de inspección con el fin de evitar que esta unidad se colmate de microsólidos, macrosólidos y contaminantes que puedan producir un aumento en los resultados y por ende generar un incumplimiento a lo establecido en la Resolución 631 del 2015 y la Resolución 3957 del 2009.

- Dar cumplimiento de las Buenas Prácticas en los entornos de trabajo que puedan influir en la descarga de vertimientos al alcantarillado público, esto con el identificar las posibles actividades que puedan influir en el aumento de carga contaminante en el vertimiento, socializando los resultados con el personal involucrado.

12 Bibliografía

(OMS), Organización Mundial de la Salud. (s.f.). Guías para la calidad del agua potable.

Abreu Cuadra , R., Perozo Cuicas, J., Martínez Bracho, C., & Morán, Guillen , H. (2016). Tratamiento de aguas residuales fenólicas de refinería por métodos electroquímicos. *Redalyc, 13*(3), 239-247.

ATSDR. (1999). *Hidrocarburos totales de petróleo (TPH)*. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades.

EL-ASHTOUKHY, E., EL-TAWEEL, Y., ABDELWAHAB, O., & NASSEF, E. (2003). *Treatment of Petrochemical Wastewater Containing Phenolic Compounds by Electrocoagulation Using a Fixed Bed Electrochemical Reactor* (Vol. 8).

Gonzalez, L. (2011). Quimica General para las Ciencias Generales . En L. Gonzalez, *Quimica General para las Ciencias Generales* (pág. 194). Valencia España: UNIVERSITAT .

Higiene Ambiental. (2019). *Parametro indicador de calidad del agua Color*. España .

IDEAM. (2005). *Atlas Climatológico de Colombia*. Bogotá D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Kuehni, R. G. (2012). *Color: an introduction to practice and principles*. New Jersey: WILEY-INTERSCIENCE A JOHN WILEY & SONS, INC.

Martinez, M., & Osorio, A. (2018). *VALIDACIÓN DE UN MÉTODO PARA EL ANÁLISIS DE COLOR REAL EN AGUA*. Medellín: ISSN-e 2357-5749.

Martínez, M., & Osorio, A. (2018). Validación de un método para el análisis de Color Real en Agua. *Facultad de cCiencias*, 143-155.

MicroLab. (s.f.). *MicroLab Industrial*. Obtenido de https://www.microlabindustrial.com/parametros/metales/253/dureza-de-ca

Ramírez - Sierra, C. A. (2011). *Calidad del agua, evaluación y diagnóstico*. Medellín, Colombia.: Universidad de Medellín.

Ramirez, C. A. (2011). *Calidad del Agua - Evaluación y diagnóstico*. Medellin : Ediciones de la U.

Rojas, J. A. (2010). *Tratamiento de aguas residuales: Teoría y principios de diseño*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Servicio Geológico Colombiano. (2021). Obtenido de https://www2.sgc.gov.co/Nosotros/AcercaDelSgc/Paginas/funciones-y-deberes.aspx

Anexo 1. Reporte De Resultados

Anexo 2. Registros de Campo

Anexo 3. Resolución de acreditación

Anexo 4. Certificados de Calibración

Se advierte al poseedor de este documento que la información en él recogida refleja los resultados obtenidos por la Compañía en el momento de su intervención, habiendo sido llevada a cabo exclusivamente dentro de los límites establecidos en la orden de compra producto de la oferta aprobada por el cliente. El presente documento no podrá ser alterado ni modificado, ni en su contenido ni en su apariencia y corresponde únicamente a la (s) muestra (s) y/o punto (s) analizado (s).

La información acerca del cliente, obtenida de fuentes diferentes del cliente son confidenciales entre el cliente y el laboratorio SERVICIOS GEOLÓGICOS INTEGRADOS S.G.I S.A.S., la fuente de esta información se mantiene como confidencial por parte del laboratorio SERVICIOS GEOLÓGICOS INTEGRADOS S.G.I S.A.S., y no será compartida con el cliente, a menos que se haya acordado con la fuente.

Cuando el laboratorio SERVICIOS GEOLÓGICOS INTEGRADOS S.G.I S.A.S., sea requerido por ley o autorizado por las disposiciones contractuales, para revelar información confidencial, se notificará al cliente o a la persona interesada la información proporcionada, salvo que esté prohibido por ley.

Fin del Informe de Laboratorio