



**INFORME MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL MONITOREO DE
LA CALIDAD DEL AGUA EN EL ÁREA DE JURISDICCIÓN DE
CARDIQUE, MAYO 2022**

CÓDIGO DE INFORME

2740047-CARDIQUE-REDAIREHIDR-6-2020

MAYO 2022



DIVISIÓN Ingeniería
Consultoría e Innovación



INFORME MENSUAL A LA CALIDAD DEL AGUA EN EL ÁREA DE JURISDICCIÓN DE CARDIQUE MAYO 2022

CÓDIGO DEL PROYECTO: 2740047-CARDIQUE-REDAIREHIDR-6-2020

Cliente	CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CANAL DEL DIQUE
Supervisor:	Benjamín Di'Filippo Valenzuela
Empresa / Entidad:	Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique
Ciudad / Municipio:	Cartagena de Indias

Consultor	K2 INGENIERÍA S.A.S
NIT:	804.007.055-3
Ciudad - Departamento:	Bucaramanga - Santander
Dirección:	Carrera 36 # 36-26
Fecha de informe:	Junio de 2021
Elaborador por:	Ingeniero Consultor
Revisó:	Coordinador de Redes
Aprobó:	Director General de Proyectos
No. de páginas	136
No. de anexos	3



TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE ILUSTRACIONES	v
LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE ANEXOS	viii
1. INTRODUCCIÓN	- 9 -
2. OBJETIVOS Y ALCANCE	10
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
2.3 ALCANCE.....	10
3. GENERALIDADES.....	11
3.1 ACREDITACIONES.....	11
3.2 DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO.....	11
4. METODOLOGÍA EN CAMPO	16
4.1 ETAPA DE PREPARACIÓN.....	16
4.1.1 <i>Preparación de materiales y equipos necesarios</i>	<i>16</i>
4.1.2 <i>Equipos utilizados.....</i>	<i>16</i>
4.2 ETAPA DE CAMPO.....	21
4.2.1 <i>Mediciones Continuas</i>	<i>21</i>
4.2.2 <i>Procedimiento de Calibración.....</i>	<i>21</i>
4.2.3 <i>Mantenimiento Preventivo (Quincenal)</i>	<i>21</i>
4.2.4 <i>Mantenimiento Correctivo (Mensual)</i>	<i>22</i>
4.2.5 <i>Trazabilidad</i>	<i>23</i>
4.3 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS.....	23
4.4 ETAPA DE ANÁLISIS.....	24
5. ANÁLISIS INFORMACIÓN METEOROLÓGICA.....	25
5.1 Precipitación.....	28
5.1.1 <i>Perfil Horario (Precipitación)</i>	<i>29</i>
5.2 Humedad Relativa	29
5.2.1 <i>Perfil Horario (Humedad Relativa)</i>	<i>30</i>
5.3 Temperatura Ambiente.....	31
5.3.1 <i>Perfil Horario (Temperatura).....</i>	<i>32</i>
5.4 Radiación solar	33
5.4.1 <i>Perfil Horario (Radiación Solar).....</i>	<i>34</i>
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS AGUA marina y estuarina.....	36
6.1 RESULTADOS IN SITU.....	36

6.1.1	pH	46
6.1.2	Oxígeno disuelto.....	48
6.1.3	Turbidez.....	49
6.1.4	Temperatura.....	50
6.1.5	Conductividad.....	52
6.1.6	Clorofila (Algas totales).....	53
6.1.7	Salinidad.....	55
6.1.8	Profundidad.....	56
7.	Cálculo del ICAM_{FF}	58
8.	RESULTADOS Y ANÁLISIS AGUA cálida dulce	60
8.1	RESULTADOS IN SITU	60
8.1.1	pH	67
8.1.2	Oxígeno disuelto.....	68
8.1.3	Turbidez.....	70
8.1.4	Temperatura.....	71
8.1.5	Conductividad.....	73
8.1.6	Profundidad.....	75
8.2	ÍNDICE DE CALIDAD EL AGUA (ICA)	76
8.3	ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA (ICOs)	76
9.	OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES	79
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	82
11.	ANEXOS.....	89

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación de los puntos toma de muestra de agua.....	15
Ilustración 2. Sonda EXO 3	17
Ilustración 3. Modelo Davis Vantage Pro 2	25
Ilustración 4 Ubicación geográfica de la estación meteorológica.....	26
Ilustración 5 Precipitación Acumulada Diaria	28
Ilustración 6 Perfil Horario (Precipitación).....	29
Ilustración 7 Humedad Promedio Diaria.....	30
Ilustración 8 Perfil Horario (Humedad Relativa)	31
Ilustración 9 Temperatura Promedio Diaria.....	32
Ilustración 10 Perfil Horario (Temperatura).....	33
Ilustración 11 Radiacion Solar Diaria.....	34
Ilustración 12 Perfil Horario (Radiación Solar)	35
Ilustración 13 pH del agua marina estuarina	46
Ilustración 14 Perfil Horario (Ph).....	47
Ilustración 15 Oxígeno Disuelto del agua marina estuarina	48
Ilustración 16 Perfil Horario (Oxígeno Disuelto)	49
Ilustración 17 Turbidez del agua marina estuarina en Juan Angola	50
Ilustración 18 Temperatura del agua marina estuarina.....	51
Ilustración 19 Perfil Horario (Temperatura).....	52
Ilustración 20 Conductividad del agua marina estuarina.....	53
Ilustración 21 Clorofila (Algas totales) del agua marina estuarina	54
Ilustración 22 Perfil Horario (Clorofila)	55
Ilustración 23 Salinidad del agua marina estuarina	56
Ilustración 24 Profundidad de los puntos evaluados como agua marina estuarina.....	57
Ilustración 27 pH del Agua Cálida Dulce	67
Ilustración 28 Perfil Horario (pH)	68
Ilustración 29 Oxígeno Disuelto del Agua Cálida Dulce	69
Ilustración 30 Perfil Horario (Oxígeno Disuelto)	70
Ilustración 31 Turbidez del Agua Cálida Dulce	71
Ilustración 32 Temperatura del Agua Cálida Dulce.....	72
Ilustración 33 Perfil Horario (Temperatura).....	73
Ilustración 34 Conductividad del Agua Cálida Dulce.....	74
Ilustración 35 Profundidad de los puntos evaluados como Agua Cálida Dulce	75



Ilustración 36 Índice de contaminación Estación Juan Gómez	78
Ilustración 37 Índice de contaminación Estación Ciénaga de la Virgen (Descarga).....	78

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Descripción puntos de monitoreo de Agua Superficial.....	11
Tabla 2.	Convenciones de puntos de monitoreo de agua	14
Tabla 3.	Especificaciones Técnicas de la Sonda.....	17
Tabla 4	Sensores utilizados	18
Tabla 5	Especificaciones Técnicas Caudalímetro RSS-2-300 WL.....	19
Tabla 6.	Parámetros, métodos y referencia para aguas	24
Tabla 7.	Coordenadas de la estación meteorológica	26
Tabla 8.	Parámetros meteorológicos	27
Tabla 9	Escala de precipitación diaria y mensual.....	28
Tabla 10	Resultados de los parámetros In-Situ (Ph)	37
Tabla 11	Resultados de los parámetros In-Situ (Oxígeno Disuelto).....	38
Tabla 12	Resultados de los parámetros In-Situ (Turbidez)	39
Tabla 13	Resultados de los parámetros In-Situ (Temperatura)	40
Tabla 14	Resultados de los parámetros In-Situ (Conductividad)	41
Tabla 15	Resultados de los parámetros In-Situ (Clorofila).....	42
Tabla 16	Resultados de los parámetros In-Situ (Salinidad).....	43
Tabla 17	Resultados de los parámetros In-Situ (Profundidad)	44
Tabla 18	Resultados parámetros In - Situ (Velocidad y nivel).....	45
Tabla 19	Clasificación del estado trófico.....	53
Tabla 20	Escala de valoración del índice de calidad de aguas marinas y costeras (ICAM)	58
Tabla 21	Clasificación del ICAM _{FF} para todos los puntos de interés.....	59
Tabla 22	Resultados de los parámetros In-Situ (pH).....	61
Tabla 23	Resultados de los parámetros In-Situ (Oxígeno Disuelto).....	62
Tabla 24	Resultados de los parámetros In-Situ (Turbidez)	63
Tabla 25	Resultados de los parámetros In-Situ (Temperatura)	64
Tabla 26	Resultados de los parámetros In-Situ (Conductividad)	65
Tabla 27	Resultados de los parámetros In-Situ (Profundidad)	66
Tabla 28	Relación conductividad - Mineralización.....	73
Tabla 29.	Índice de Calidad del Agua (ICOpH).....	77



LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1. Acreditaciones
- Anexo 2. Firma Consultora

1. INTRODUCCIÓN

Con el fin de conocer el estado actual de los ecosistemas marinos, estuarinos y agua cálida dulce asociados al área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE), esta entidad implementó un sistema de vigilancia inteligente para el monitoreo y seguimiento de la calidad del agua en los principales cuerpos de agua de la región, ubicados en: dos (2) puntos de agua cálida dulce sobre la Ciénaga Juan Gómez y sobre la Ciénaga de la Virgen, y cuatro (4) puntos de agua marina y/o estuarina denominados: Boca Grande, El laguito, Puente Bazurto y Juan Angola.

La red de monitoreo está compuesta por equipos que registran datos de manera continua y en tiempo real. Para el presente informe, será analizada la información comprendida entre el 01 y 31 de mayo de 2022. La comparación de los resultados de los parámetros monitoreados se realizó siguiendo los estándares permisibles del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS, a través de los artículos 2.2.3.3.9.7 (Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario), artículo 2.2.3.3.9.8 (Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto secundario) y el artículo 2.2.3.3.9.10 (Criterios de calidad para preservación de flora y fauna - aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas o estuarinas).

Por otra parte, se acota que la separación decimal difiere de la recomendada por el Sistema Internacional de Unidades (SI) y la ISO en su norma 80000, debido a que las herramientas ofimáticas y software SIG empleados están referenciados a territorios americanos; en ese sentido no se aplica la separación decimal habitual para el territorio colombiano, sino que se redefine la simbología de esta manera:

Separación Decimal: Punto (.)

Separación de Miles: Coma (,)

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la calidad del agua mediante la medición continua de parámetros in situ en dos (2) puntos de agua superficial cálida dulce denominado: Ciénaga Juan Gómez y Ciénaga de la Virgen, y cuatro (4) puntos de agua marina estuarina denominados: Boca Grande, El laguito, Puente Bazurto y Juan Angola, ubicados en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique- CARDIQUE.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar la caracterización de agua superficial en dos (2) puntos de agua cálida dulce y cuatro (4) puntos de agua marina y/o estuarina, mediante mediciones continuas in situ.
2. Comparar los resultados obtenidos en agua superficial con respecto a los requerimientos exigidos por la legislación ambiental vigente referente a los criterios de calidad estipulados en el Decreto 1076 del 2015 expedido por el MADS, artículo 2.2.3.3.9.7, artículo 2.2.3.3.9.8 y artículo 2.2.3.3.9.10.
3. Calcular índices de calidad y contaminación del agua, con los parámetros monitoreados en los puntos de interés.

2.3 ALCANCE

El alcance del estudio abarca la medición continua in situ de los parámetros: pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Temperatura del agua, Turbidez, Clorofila (algas totales), Salinidad, Profundidad, Nivel y Velocidad.

(Espacio intencionalmente en blanco)

3. GENERALIDADES

3.1 ACREDITACIONES


En el Anexo 1. Acreditación IDEAM para monitoreo, consultoría y análisis de laboratorio se adjunta la Resolución IDEAM 0448 del 8 de junio de 2020, por la cual se extiende el alcance de la acreditación establecida en la Resolución 1695 del 4 de agosto de 2016 producto de la renovación de la Resolución 0031 del 21 de enero de 2013 y con extensión del alcance mediante las resoluciones 0232 del 5 de febrero de 2017 y 1313 del 16 de junio de 2017 y la resolución 1012 del 9 de septiembre de 2021, mediante las cuales se acredita a K2 INGENIERÍA S.A.S. para producir información cuantitativa física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes.

3.2 DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO


Para mejor reconocimiento del área evaluada se realiza la descripción de los puntos señalados. En las tablas siguientes, se especifica la georreferenciación en coordenadas planas y geográficas, también se muestra un registro fotográfico, descripción del entorno, equipos utilizados, periodo de medición y parámetros monitoreados.

El registro fotográfico completo de los puntos de monitoreo de Agua Superficial se encuentra en el Anexo 2.

Tabla 1. Descripción puntos de monitoreo de Agua Superficial

PUNTO DE MUESTREO	NOMBRE	CAR-AG1-Ciénaga de la Virgen (Descarga)	
 <p>11/05/2022 2:18:10 p. m. 10°25'22.926"N - 75°28'26.484"W Vía sin nombre Provincia de Cartagena Bolívar Altitud: 26.2m Velocidad: 2.0km/h Número de índice: 3866</p>	Tipo de Muestra:	Puntual	
	Coordenadas	Geográficas (WGS84)	
		Latitud 10°25'22.81"N	Longitud 75°28'26.71"O
		Planas Cartesianas (Magna Sirgas Origen Nacional)	
		N: 2710828.357 m	E: 4729238.609 m
	Altitud:	1 msnm	
	Equipos y Series:	Sonda multiparamétrica EXO 3: SN21C102938 Sensor de Temperatura: SN21D220825 Sensor de Ph: SN21D104776 Sensor de Oxígeno Disuelto: SN21D104866 Sensor de turbidez: SN21D220416 Sensor de profundidad: SN21D22185 Sensor de conductividad: SN21D220825	
	Tecnología:	Automática	
Periodo de medición:	1/05/2022 al 31/05/2022		
Datos in situ:	Temperatura del agua, pH, Oxígeno Disuelto, Turbidez, Conductividad y Profundidad.		
Descripción: Cuerpo de agua de comportamiento lótico con presencia de material flotante, la coloración del agua fue marrón y se percibe clima cálido, boya ubicada a 18m de la orilla de la ciénaga de la Virgen.			


Fecha de monitoreo: Mayo 2022

PUNTO DE MUESTREO	NOMBRE	CAR-AG2-Juán Gómez	
 <p>4/05/2022 6:15:15 p. m. 10°5'31,104"N -75°24'38,688"W Altitud: 16.4m Velocidad: 1.3km/h Número de índice: 3672</p>	Tipo de Muestra:	Puntual	
	Coordenadas	Geográficas (WGS84)	
		Latitud 10° 5'31.01"N	Longitud 75°24'38.52"O
		Planas Cartesianas (Magna Sirgas Origen Nacional)	
		N: 2674155.597 m	E: 4735904.777 m
	Altitud:	0 msnm	
	Equipos y Serial:	Sonda multiparamétrica EXO 3: SN21C102937 Sensor de Temperatura: SN21D220828 Sensor de Ph: SN21D104777 Sensor de Oxígeno Disuelto: SN21D104863 Sensor de turbidez: SN21D220415 Sensor de profundidad: SN21D221219 Sensor de conductividad: SN21D220828	
	Tecnología:	Automática	
Periodo de medición:	1/05/2022 al 31/05/2022		
Datos in situ:	Temperatura del agua, pH, Oxígeno Disuelto, Turbidez, Conductividad y Profundidad.		
Descripción: Cuerpo de agua de comportamiento lóxico con presencia de material flotante, la coloración del agua fue marrón y se percibe clima cálido, boya ubicada en el centro de la ciénaga de Juan Gómez.			


PUNTO DE MUESTREO	NOMBRE	CAR-AG3-Boca Grande	
 <p>3 may. 2022 3:33:34 p. m. 10°23'59,16"N -75°33'10,716"W 7-81 Carrera 6 Cartagena de Indias Provincia de Cartagena Bellvar Altitud: 3.2m Velocidad: 2.5km/h Número de índice: 4647</p>	Tipo de Muestra:	Puntual	
	Coordenadas	Geográficas (WGS84)	
		Latitud 10°23'59.05"N	Longitud 75°33'10.81"O
		Planas Cartesianas (Magna Sirgas Origen Nacional)	
		N: 2708323.069 m	E: 4720575.864 m
	Altitud:	0 msnm	
	Equipos y Seriales:	Sonda multiparamétrica EXO 3: SN21C102935 Sensor de Temperatura: SN21D220829 Sensor de Ph: SN21D104778 Sensor de Oxígeno Disuelto: SN21D104867 Sensor de profundidad: SN21D221220 Sensor de conductividad: SN21D220829 Sensor de Clorofila: SN21B105620 Sensor de salinidad: SN21D220829	
	Tecnología:	Automática	
Periodo de medición:	1/05/2022 al 31/05/2022		
Datos in situ:	Temperatura del agua, pH, Oxígeno Disuelto, Clorofila, Salinidad y Profundidad.		
Descripción: Cuerpo de agua marina, se percibe clima cálido, boya ubicada a 20 m de la orilla, cerca de las tuberías de descarga de emergencia de Boca grande.			

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

PUNTO DE MUESTREO	NOMBRE	CAR-AG4-El Laguito	
 <p>24/05/2022 09:14:40 p. m. 10°23'43.205"N - 75°33'41.406"W Cartagena de Indias Provincia de Cartagena Bolívar Altitud: 20.5m Velocidad: 0.4km/h Número de índice: 4501</p>	Tipo de Muestra:	Puntual	
	Coordenadas	Geográficas (WGS84)	
		Latitud 10°23'43.57"N	Longitud 75°33'40.93"O
		Planas Cartesianas (Magna Sirgas Origen Nacional)	
		N: 2707854.764 m	E: 4719655.798 m
	Altitud:	0 msnm	
	Equipos y Seriales:	Sonda multiparamétrica EXO 3: SN21C102934 Sensor de Temperatura: SN21D220830 Sensor de Ph: SN21D104781 Sensor de Oxígeno Disuelto: SN21D104864 Sensor de profundidad: SN21D221286 Sensor de conductividad: SN21D220830 Sensor de Clorofila: SN21B105621 Sensor de salinidad: SN21D220830	
	Tecnología:	Automática	
Periodo de medición:	1/05/2022 al 31/05/2022		
Datos in situ:	Temperatura del agua, pH, Oxígeno Disuelto, Clorofila, Salinidad y Profundidad.		
Descripción: Cuerpo de agua marina, se percibe clima cálido, boya ubicada a 20m de la orilla en el sector del Laguito.			




PUNTO DE MUESTREO	NOMBRE	CAR-AG5-Puente Bazurto	
 <p>3 may. 2022 3:09:49 p. m. 10°24'18.36"N - 75°31'28.896"W Cartagena de Indias Provincia de Cartagena Bolívar Altitud: 21.2m Velocidad: 1.6km/h Número de índice: 4635</p>	Tipo de Muestra:	Puntual	
	Coordenadas	Geográficas (WGS84)	
		Latitud 10°24'18.348"N	Longitud 75°31'28.314"O
		Planas Cartesianas (Magna Sirgas Origen Nacional)	
		N: 2708891.162 m	E: 4723698.733 m
	Altitud:	0 msnm	
	Equipos y Seriales:	Sonda multiparamétrica EXO 3: SN21C102933 Sensor de Temperatura: SN21D220827 Sensor de Ph: SN21D104779 Sensor de Oxígeno Disuelto: SN21D104868 Sensor de profundidad: SN21D221221 Sensor de conductividad: SN21D220827 Sensor de Clorofila: SN21B105619 Sensor de salinidad: SN21D220827	
	Tecnología:	Automática	
Periodo de medición:	1/05/2022 al 31/05/2022		
Datos in situ:	Temperatura del agua, pH, Oxígeno Disuelto, Clorofila, Salinidad y Profundidad.		
Descripción: Cuerpo de agua marina, se percibe clima cálido, boya ubicada a 20m de la orilla, en el Sector-Muelle Cuchillas.			

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

PUNTO DE MUESTREO	NOMBRE	CAR-AG6-Juan Angola	
	Tipo de Muestra:	Puntual	
	Coordenadas	Geográficas (WGS84)	
		Latitud 10°26'32.51"N	Longitud 75°31'17.27"O
		Planas Cartesianas (Magna Sirgas Origen Nacional)	
		N: 2713011.073 m	E: 4724067.456 m
	Altitud:	0 msnm	
	Equipos y Seriales:	Sonda multiparamétrica EXO 3: SN21C102936 Sensor de Temperatura: SN21D220826 Sensor de Ph: SN21D104780 Sensor de Oxígeno Disuelto: SN21D104865 Sensor de profundidad: SN21D221218 Sensor de conductividad: SN21D220826 Sensor de Turbiedad: SN21D220417 Sensor Radar de velocidad y nivel: RSS00111088 Pluviómetro: 21D102567	
	Tecnología:	Automática	
Periodo de medición:	1/05/2022 al 31/05/2022		
Datos in situ:	Temperatura del agua, pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Turbidez y Profundidad.		
Descripción: Cuerpo de agua estuarina, se percibe clima cálido, boya ubicada a la orilla del cuerpo de agua.			

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

Tabla 2. Convenciones de puntos de monitoreo de agua

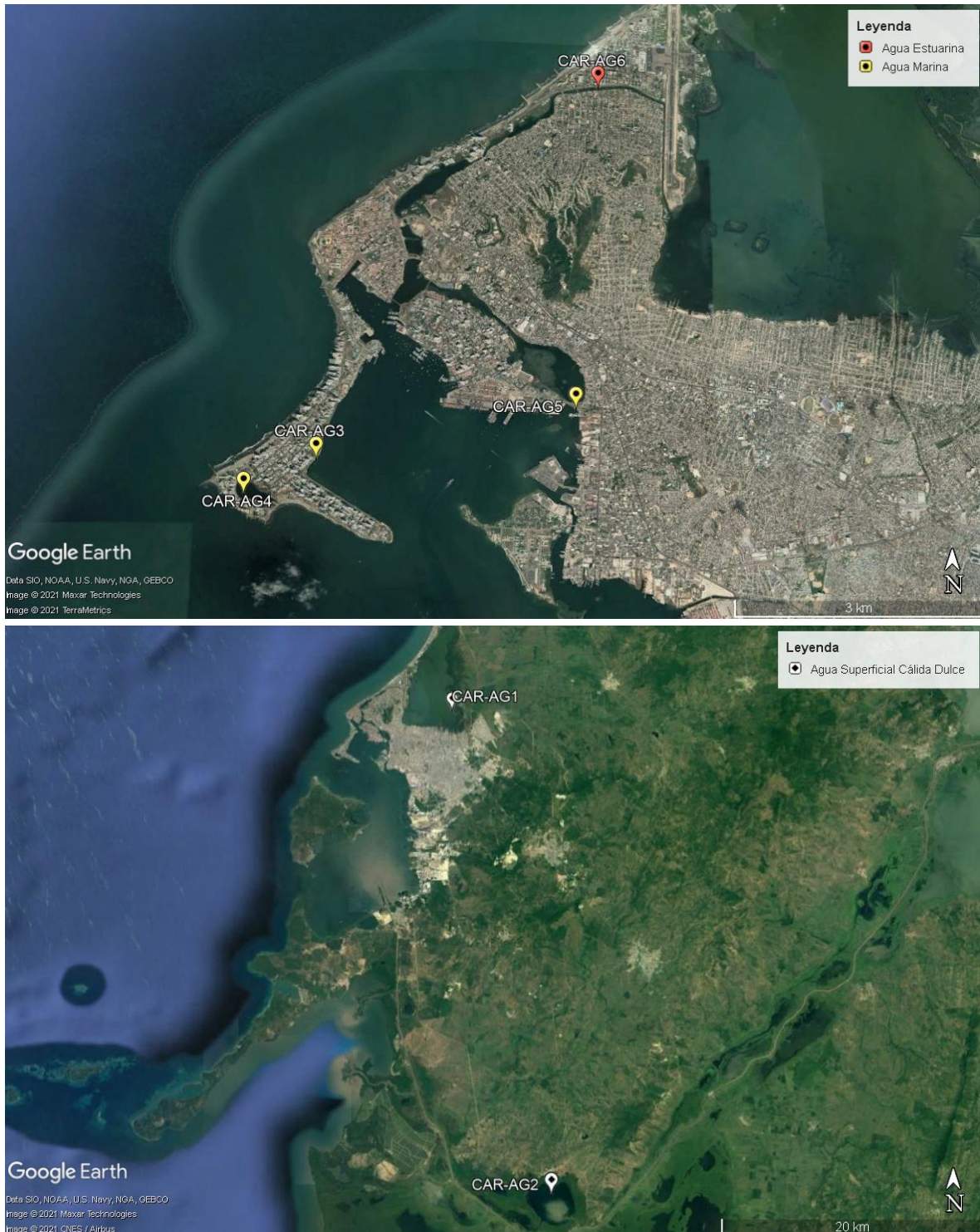
 AGUA MARINA	 AGUA CÁLIDA DULCE	 AGUA ESTUARINA			
ID	Estación	ID	Estación	ID	Estación
CAR-AG3	Boca Grande	CAR-AG1	Ciénaga de la Virgen (Descarga)	CAR-AG6	Juan Angola
CAR-AG4	El Laguito	CAR-AG2	Juan Gómez		
CAR-AG5	Puente Bazurto				

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

(Espacio intencionalmente en blanco)

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Ilustración 1. Ubicación de los puntos toma de muestra de agua



Fuente: Imagen de Google Earth

(Espacio intencionalmente en blanco)

4. METODOLOGÍA EN CAMPO

Las determinaciones fisicoquímicas realizadas en campo se efectuaron siguiendo estrictamente las metodologías y las técnicas aprobadas y estandarizadas por el IDEAM y los “*Standard Methods for examination of water and wastewater - AWWA, APHA, WEF*”; en los cuales se describen los requerimientos, instrucciones y cuidados que se deben tener en cuenta para el establecimiento y realización de programas de monitoreo del agua, en lo que tiene que ver con las actividades de muestreo, análisis de las muestras y programas de monitoreo de fuentes hídricas., lo cual garantiza procedimientos correctamente realizados.

4.1 ETAPA DE PREPARACIÓN

Durante esta primera etapa del proceso, se llevó a cabo la planeación y programación para que la fase de campo y mediciones continuas de las estaciones automáticas hidrológicas se lleven a cabo cumpliendo los estándares de calidad.

4.1.1 Preparación de materiales y equipos necesarios

Los equipos empleados para las determinaciones in situ fueron revisados y calibrados antes de ser instalados y fueron verificados en el sitio de medición continua, asimismo se realizan verificaciones periódicas.

4.1.2 Equipos utilizados

4.1.2.1 Sonda EXO3

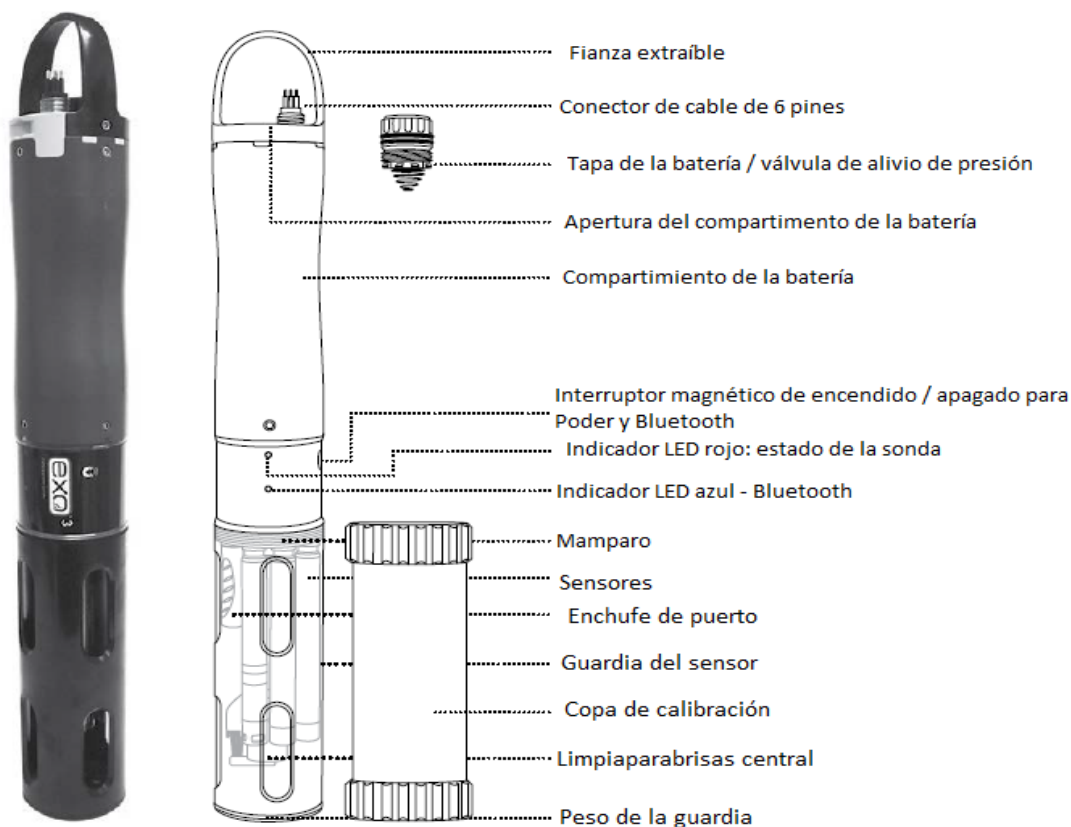
La sonda EXO3 es un instrumento multiparamétrico que recopila datos sobre la calidad del agua. La sonda recopila los datos con hasta cuatro sensores y un transductor de presión integral. Cada sensor mide su parámetro a través de una variedad de métodos de detección electroquímicos, ópticos o físicos. Cada puerto acepta cualquier sensor EXO y reconoce automáticamente el tipo de sensor. Dependiendo de la configuración definida por el usuario, el EXO3 recopilará datos y los almacena a bordo de la sonda, luego transfiere los datos a una plataforma de recopilación de datos (DCP) o los transmite a la PC de un usuario o dispositivo portátil EXO mediante cable, conexión USB o conexión Bluetooth. (YSI, 2018)

Para el presente estudio la sonda EXO3, utilizó sensores para la determinación de variables tales como: sensor de temperatura, conductividad, pH, oxígeno disuelto, turbidez, clorofila, salinidad, profundidad, velocidad y nivel, según lo establecido para cada estación. En la Tabla 4 se describe el funcionamiento general de cada sensor por parámetro.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Ilustración 2. Sonda EXO 3



Fuente: Manual de usuario EXO3 (Estudio Actual)

Tabla 3. Especificaciones Técnicas de la Sonda

Especificaciones Técnicas Sonda EXO 3	
Operando Medio ambiente (Clasificación de profundidad)	250 metros, 820 pies
Material	Xenoy®, Lexan®, titanio, Acero inoxidable 316
Registro interno (Capacidad de memoria)	512 MB
Software	Kor EXO Software
Comunicaciones Sonda	Inalámbrico: Bluetooth Cable de campo: RS-485, SDI 12
Poder (Externo - Interno)	9-16 VCC (2) baterías de celda D
Temperatura (Operando - Almacenamiento)	-5 hasta + 50 ° C -20 hasta + 80 ° C
Duración de la batería	60 días
Dimensiones Diámetro Largo	7.62 cm, 3.00 pulgadas 58.67 cm, 23.1 pulgadas
Peso con batería	2.0 kg, 4.41 libras

Fuente: Manual de usuario EXO3 (Estudio Actual)

Tabla 4 Sensores utilizados

Sensor	Funcionamiento
Conductividad/Temperatura/Salinidad	El sensor combinado de conductividad y temperatura EXO, debe instalarse en casi todas las aplicaciones de sonda. Este sensor no solo proporciona los datos de temperatura de respuesta más precisos y rápidos, si no también proporcionará los mejores datos para el uso en compensación de temperatura para las otras sondas EXO. Los datos de conductividad se utilizan para calcular la salinidad, función no lineal (nLF) conductividad, conductancia específica y sólidos disueltos totales, y se utiliza para compensar los cambios en la densidad del agua (en función de temperatura y salinidad) en cálculos de profundidad si se instala un sensor de profundidad.
Profundidad y nivel	EXO mide la profundidad del agua con un medidor de tensión sin ventilación; un transductor de galga extensiométrica diferencial mide la presión con un lado del transductor expuesto al agua y el otro lado expuesto al vacío. Calculamos la profundidad a partir de la presión ejercida por la columna de agua menos la presión atmosférica. Factores que influyen en la medición de la profundidad incluyen la presión barométrica, la densidad del agua y la temperatura.
Oxígeno disuelto	El principio de funcionamiento del sensor óptico de oxígeno disuelto EXO se basa en el concepto bien documentado de que se disolvió el oxígeno apaga tanto la intensidad como la vida útil de la luminiscencia asociada con un tinte químico cuidadosamente elegido. El sensor de OD funciona al hacer brillar una luz azul de la longitud de onda adecuada sobre este tinte luminiscente que está inmovilizado en una matriz y formado en un disco; la luz azul hace que el tinte inmovilizado se ilumine y se mide la vida útil de este tinte a través de un fotodiodo en la sonda. Para aumentar la precisión y estabilidad de la técnica, el tinte también se irradia con luz roja durante parte del ciclo de medición para actuar como referencia en la determinación de la vida útil de la luminiscencia.
pH	Los usuarios pueden elegir entre un sensor de pH o un sensor combinado de pH / ORP para medir estos parámetros. pH describe el ácido y características básicas del agua. Un pH de 7.0 es neutro; los valores por debajo de 7 son ácidos; los valores superiores a 7 son alcalinos.
Clorofila (Total de algas)	Los sensores de Total Algae (TAL) son sensores de fluorescencia de dos canales; los "canales" son para clorofila y ficocianina (TAL-PC), o clorofila y ficoeritrina (TAL-PE), que se miden en el agua. Por tanto, cada sensor produce dos conjuntos de datos: para TAL-PC, un resultado de un LED de emisión azul que excita la molécula de clorofila a (chl) y el segundo es el resultado de un haz de excitación naranja que excita el pigmento accesorio de ficocianina (PC). El sensor TAL-PE es similar, también tiene el canal de clorofila, pero en lugar de un LED que emite naranja hay un haz ligeramente desplazado al azul que excita la ficoeritrina (PE).
Turbidez	La turbidez es la medida indirecta de la concentración de sólidos en suspensión en el agua y generalmente se determina al encender un haz de luz en la solución de muestra y luego mide la luz que se dispersa de las partículas suspendidas. La turbidez es un factor importante, en los parámetros de calidad del agua y es una herramienta fundamental para monitorear los cambios ambientales debido a eventos como la escorrentía inducida por el clima o descargas ilícitas. La fuente de los sólidos en suspensión varía (los ejemplos incluyen limo, arcilla, arena, algas y materia orgánica) pero todas las partículas impactarán en la transmitancia de la luz y darán como resultado una señal de turbidez.

Fuente: Manual de usuario EXO3 (Estudio Actual)

4.1.2.2 Caudalímetro RSS-2-300 WL

El medidor de velocidad y nivel de flujo Geolux RSS-2-300 WL utiliza tecnología de radar para proporcionar una medida precisa y sin contacto de la velocidad del flujo en la superficie y para medir la distancia desde el sensor hasta el nivel del agua. La tecnología de radar sin contacto permite la instalación rápida y sencilla del sensor sobre la superficie del agua y requiere mínimo mantenimiento. El módulo de cálculo de caudal integrado utiliza las dos medidas junto con un perfil geométrico de cauce de río preconfigurado para calcular el caudal total de agua en tiempo real. El módulo de cálculo de descarga está incluido en el precio del instrumento RSS-2-300 WL. (Geolux)

El caudalímetro RSS-2-300 WL se instaló en la estación Juan Angola para la respectiva medición de las variables de velocidad y nivel ya que este punto está situado en un canal.



Fuente: Caudalímetro RSS-2-300 WL (Estudio Actual)

Tabla 5 Especificaciones Técnicas Caudalímetro RSS-2-300 WL

Especificaciones Técnicas: Caudalímetro RSS-2-300 WL	
Distancia de detección	15 m / 30 m
Rango de velocidades	0.02 m/s a 15 m/s
Resolución de velocidad	0.001 m/s
Resolución de nivel	0.5 mm
Precisión de nivel	+/-3 mm
Frecuencia de muestreo	1 sps / 10 sps opcional
Clasificación IP	IP68
Interfaz de serie	1 x serial RS-485 semidúplex 1 x serial RS-232 (interfaz de dos cables)
Velocidad de transmisión en serie	1200 bps a 115200 bps
Protocolos en serie	ASCII-S, GLX-NMEA, Modbus
Salidas digitales	1x colector abierto, MÁX 50 V 200 MA (admite pulso y MODO ALARMA)
Salida Analógica	(opcional) 4-20MA, Velocidad, Nivel o Flujo programables
Conector	M12 circular 12-pin
Entrada de alimentación	9 a 27 VDC
Consumo de energía	< 6.5 W (Típico 5,2 W)
Corriente máxima	< 750 MA
Rango de temperatura	-40°C a +85°C (sin calefacción ni refrigeradores)
Dimensiones	150 mm x 200 mm x 250 mm

Fuente: Caudalímetro RSS-2-300 WL (Estudio Actual)

4.1.2.3 Pluviómetro Smart SDI-12 Tipping Bucket Rain Gauge

El pluviómetro H-3401SDI tiene un microprocesador incorporado que monitorea el sensor del cucharón basculante. Siempre que ocurra un vuelco del cucharón, el microprocesador se despierta de su modo de suspensión de baja potencia y agrega un incremento de lluvia apropiado a los acumuladores de lluvia.

La electrónica tiene un circuito de filtro que evita que el rebote de contacto en el interruptor de lengüeta de la punta del cucharón cause recuentos falsos. Además, se mide el tiempo entre las vueltas del cucharón y se ignoran las puntas del cucharón que se producen con una separación de menos de 500 mS. Esto ayuda a proteger de conteos falsos de un mecanismo de cuchara mal ajustado.

El H-3401SDI proporciona valores diarios de acumulación de lluvia que son útiles para registradores de datos que no tienen disposiciones especiales para calcular la precipitación diaria.

El equipo tiene un reloj de tiempo real incorporado que activa un evento de "tiempo de reinicio diario". Cuando este evento ocurre el equipo actualiza automáticamente su valor de "acumulación total de ayer" usando "acumulación total de hoy", luego vuelve a ceros el valor de la "acumulación total de hoy".



Fuente: Manual de usuario SDI-12 Tipping Bucket Rain Gauge (Estudio Actual)

4.2 ETAPA DE CAMPO

4.2.1 Mediciones Continuas

Después de la identificación y verificación de los puntos de medición, se procedió a realizar la instalación de las estaciones hidrológicas en las cuales se tiene instalados equipos de medición para los parámetros de: pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Temperatura del agua, Turbidez, Clorofila (algas totales), Salinidad, Profundidad, Velocidad y Nivel.

4.2.2 Procedimiento de Calibración

El procedimiento para la calibración de los sensores de calidad de agua está basado en el Instructivo de Operación de la Sonda Multiparamétrica, el cual permite establecer un estado de referencia con respecto a equipos y soluciones con certificación estándar. Con base a lo anterior, se crean las cartas control de cada uno de los sensores de las estaciones instaladas, las cuales permiten fijar un criterio para detectar deficiencias en el control estadístico de las calibraciones.

Para la calibración de los sensores de pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, turbiedad y clorofila, se utilizan soluciones patrón.

4.2.3 Mantenimiento Preventivo (Quincenal)

Para llevar a cabo tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo, se consideran las siguientes situaciones:

Cumplimiento del Plan de Mantenimiento: Se ejecuta en cualquier día de la semana según lo programado en el plan de mantenimiento. Involucra una planificación de reemplazo de partes y el personal necesario para realizar tales cambios.

Reporte de incidentes: Algunas posibles fallas pueden ser detectadas en condiciones de operación. El mantenimiento se programa en el Plan de mantenimiento, y se ejecuta de acuerdo a éste y en algunos casos requiere poner fuera de operación a los equipos. Cuando se ejecuta esta acción equivale a un Mantenimiento Preventivo. Las técnicas usadas para prevenir los incidentes en este caso son las inspecciones, la revisión de condiciones y el análisis de tendencias.

Paradas forzadas o imprevistas de los equipos: Esta situación se da cuando el equipo deja de funcionar total o parcialmente en un momento no esperado. Para estas situaciones se contará con el personal, las herramientas y los repuestos necesarios para atender la emergencia en el menor tiempo posible. Esta estrategia es la menos deseable.

El mantenimiento de los equipos de K2 Ingeniería SAS se realizará en primera instancia de manera preventiva y si llegara a suceder algún desperfecto inesperado en los equipos se realizará un mantenimiento correctivo por parte del personal campo que cuente con las competencias para hacerlo o de personal de mantenimiento si fuera necesario.

Acorde a lo anterior el Coordinador de Monitoreo Ambiental en conjunto con el departamento de Mantenimiento elabora el Plan de Mantenimiento de Equipos para realizar la inspección del funcionamiento, ajustes, reparaciones, limpieza, lubricación y análisis de seguridad que debe llevarse a cabo en forma periódica.

El propósito fundamental del mantenimiento preventivo es el de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, corrigiéndolas en el momento oportuno. Este tipo de mantenimiento ofrece las siguientes ventajas:

1. Disminución del costo del personal de mantenimiento.
2. Mejor control de la existencia y distribución de equipos.
3. Mayor eficiencia en el funcionamiento de los equipos.
4. Identificación de los ítems que suben el costo de mantenimiento.
5. Incremento de la vida útil de los equipos e instrumentos.
6. Menor costo de las reparaciones.
7. Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado y condiciones de funcionamiento.

Las tareas de mantenimiento que se ejecutan de acuerdo al plan de mantenimiento son:

1. FASE 1. Inspección visual: Se realiza en primera instancia con el fin de establecer información preliminar del estado del equipo, accesorio o instrumento.
2. FASE 2. Verificación de funcionamiento: Se enciende u opera el equipo en busca de anomalías en su funcionamiento que pudiesen no ser detectadas en la FASE 1.
3. FASE 3. Acciones correctivas: De acuerdo con lo observado en la FASE 1 Y FASE 2 se toman acciones correctivas tales como limpieza, ajuste, reparación, cambio de partes o consumibles según como lo indique el manual de fabricante o la hoja de vida.
4. FASE 4. Verificación de la conformidad del equipo: Finalizada la FASE 3 se procede a verificar la conformidad del funcionamiento del equipo respecto a las especificaciones y criterios de funcionamiento propios de cada equipo. En los casos en los que haya lugar, se realiza verificación con patrones de verificación para mantener la confianza en el estado de calibración de los equipos según como lo indique el manual de fabricante o el instructivo de operación del equipo.

4.2.4 Mantenimiento Correctivo (Mensual)

El mantenimiento correctivo ocurre cuando se presenta una parada forzada en los equipos de manera imprevista. Se ejecuta por el Técnico de Mantenimiento cuando el equipo se encuentra en sede o por el Técnico de Campo cuando el equipo se encuentra en campo, en concordancia con las competencias adquiridas en las capacitaciones sobre operación de los equipos, los manuales de fabricante, los instructivos de operación y dependiendo de la complejidad del procedimiento de mantenimiento.

Las paradas forzadas por lo general ocurren cuando una o varias piezas esenciales para el funcionamiento del equipo fallan. En estas eventualidades se pueden presentar dos casos, el

primero en que estas piezas son importantes, pero se puede prescindir de ellas para que el equipo siga funcionando, en el segundo caso las piezas necesariamente deberán ser reemplazadas. En el primero de los casos el equipo podrá seguir funcionando siempre y cuando no se afecte la conformidad con la especificación, pero solo deberá ser utilizado en esa oportunidad para dar fin a la labor para la cual se ha asignado en ese proyecto específico o momento específico dejando como constancia de lo sucedido un registro, para posteriormente ser entregado al personal de mantenimiento y realizar las reparaciones, cambios o ajustes necesarios. En el segundo de los casos la persona a cargo de la operación del equipo debe tener consigo las piezas necesarias para ser reemplazadas y las herramientas necesarias para ejecutar la labor de una manera adecuada.

Si el daño encontrado, amerita una revisión de la causa, se acudirá a un área especializada, con el fin de establecer las causas y posibles responsabilidades.

Establecido las fallas del equipo diagnosticado, el técnico de mantenimiento procede a iniciar el mantenimiento que incluye las siguientes actividades.

1. Identificar la pieza, accesorio, sistema o mecanismo a intervenir
2. Solicitar la compra de la pieza, accesorio, sistema o mecanismo a intervenir (si aplica)
3. Realizar el cambio y/o ajuste de la pieza, accesorio, sistema o mecanismo con fallas
4. Registrar el mantenimiento realizado en el formato de reporte de mantenimiento en sede y en la Hoja de Vida del respectivo Equipo
5. Disponer adecuadamente la pieza, accesorio, sistema o mecanismo reemplazado.

4.2.5 Trazabilidad

Cada una de las etapas del trabajo fue debidamente documentada en formatos establecidos para tal fin, de modo que se asegure la trazabilidad de todas las actividades realizadas. Cada actividad tuvo un responsable asignado con la competencia necesaria para asegurar la máxima confiabilidad de los resultados emitidos.

4.3 PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

Los métodos aplicados para la medición de parámetros se basan en los consignados en el "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater - AWWA, APHA, WEF" NTC y EPA. SW -846; estos métodos se describen para cada parámetro a continuación en la Tabla 6, los equipos utilizados para las determinaciones se encuentran dentro de un plan de control metrológico, por lo tanto, son calibrados y verificados.

Tabla 6. Parámetros, métodos y referencia para aguas

PARÁMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA
pH	SM 4500 H-B
Temperatura	SM 2550 B
Oxígeno Disuelto	ASTM D888- 18-C
Conductividad	SM 2510 B
Turbiedad	SM 2130 B
Clorofila	N/A

Fuente: Guía de monitoreo IDEAM, 2002

4.4 ETAPA DE ANÁLISIS

El análisis de los resultados se efectuó mediante la interpretación de las concentraciones obtenidas, teniendo en cuenta las exigencias establecidas en el Decreto 1076 del 2015 a través de los artículos Artículo 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y artículo 2.2.3.3.9.10 que establecen criterios de calidad según el uso del recurso (recreación mediante contacto primario, secundario y preservación de flora y fauna).

Entre el 01 y 31 de mayo de 2022 se realizó monitoreo continuo en las estaciones: CAR-AG1 Ciénaga de la Virgen, CAR-AG2 Juan Gómez, CAR-AG3 Boca Grande, CAR-AG4 El Laguito, CAR-AG5 Puente Bazurto y CAR-AG6 Juan Angola.

(Espacio intencionalmente en blanco)

5. ANALISIS INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

En la estación CAR-EST. AUT. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR: E.A. UTB, está ubicada una estación meteorológica Vantage Pro 2, marca Davis Instruments, la cual registra las variables de humedad, presión, precipitación, temperatura, velocidad y dirección del viento. Con esto se busca estudiar el comportamiento de las condiciones atmosféricas, para identificar su influencia sobre la concentración de contaminantes en el agua de la zona de estudio. Cabe resaltar que de acuerdo a las ubicaciones de las estaciones del sistema de vigilancia de calidad del agua esta estación presenta la mayor representatividad.

Ilustración 3. Modelo Davis Vantage Pro 2



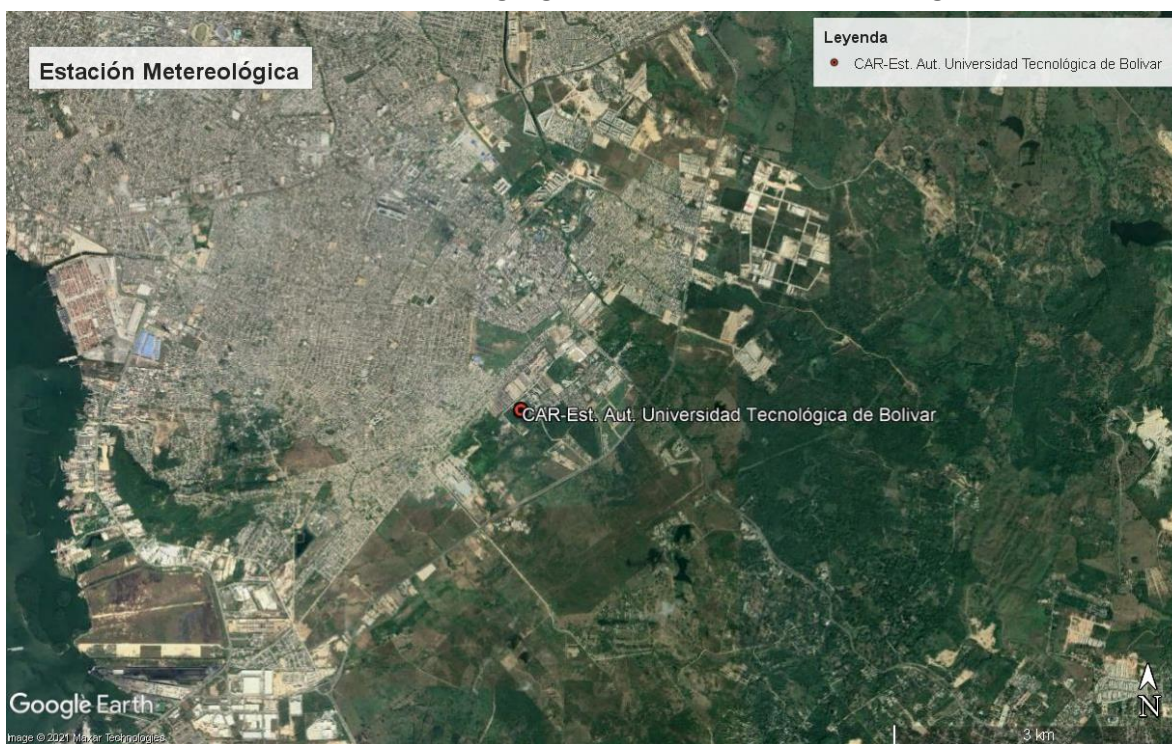
Fuente: Propia (Estudio Actual)

La información meteorológica es obtenida de la estación E.A. UTB, ubicada en la universidad tecnológica de bolívar. Se analizaron las series de tiempo diario pertenecientes al mes de mayo del año 2022, de los parámetros de interés tales como: Precipitación, Temperatura, Humedad Relativa y Radiación solar.

A continuación, se realiza una breve descripción de los factores meteorológicos más relevantes (Precipitación, temperatura, Humedad Relativa y Radiación solar), con el fin de identificar la relación del comportamiento de las concentraciones en el agua durante los días de medición en la zona.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Ilustración 4 Ubicación geográfica de la estación meteorológica



Fuente: Propia (Google Earth – estudio actual)

Tabla 7. Coordenadas de la estación meteorológica

ID	COORDENADAS		Altitud (msnm)
	Norte	Este	
CAR-EST. AUT. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR: E.A. UTB	10°22'3.09"N	75°27'51.63"O	31

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

En La Tabla 8 se registran los datos diarios obtenidos a partir de la estación meteorológica, en esta se consolida el valor promedio diario de: temperatura, humedad relativa, precipitación y radiación solar.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Tabla 8. Parámetros meteorológicos

Fecha	Humedad Relativa (%)	Precipitación E.A. UTB (mm H ₂ O)	Precipitación E.J. Angola (mm H ₂ O)	Temperatura (°C)	Radiación Solar (W/m ²)
1/05/2022	87.63	2.90	0.00	27.28	179.2
2/05/2022	86.41	0.00	1.20	28.68	240.7
3/05/2022	85.50	0.00	0.00	29.29	230.5
4/05/2022	84.96	0.00	0.40	29.08	237.0
5/05/2022	88.38	0.20	30.70	27.94	187.0
6/05/2022	93.32	11.40	0.00	25.80	84.6
7/05/2022	88.01	0.00	30.70	27.76	213.5
8/05/2022	84.73	0.00	0.40	28.27	260.3
9/05/2022	86.28	0.00	1.20	28.78	242.6
10/05/2022	86.98	0.00	1.20	27.80	158.0
11/05/2022	89.62	0.00	0.00	26.83	129.8
12/05/2022	85.31	0.20	0.00	27.65	289.8
13/05/2022	87.13	0.00	0.00	28.96	199.1
14/05/2022	88.80	0.00	30.70	28.49	150.2
15/05/2022	86.50	0.00	1.20	28.89	190.8
16/05/2022	86.90	0.00	1.20	29.06	175.4
17/05/2022	93.42	2.80	0.00	27.15	68.2
18/05/2022	90.71	0.20	11.00	27.65	161.7
19/05/2022	89.95	3.20	0.00	27.86	178.2
20/05/2022	90.39	0.20	11.00	27.69	171.5
21/05/2022	85.88	0.00	0.00	29.00	200.5
22/05/2022	83.32	0.00	0.00	29.06	235.4
23/05/2022	87.36	1.40	0.00	27.70	208.0
24/05/2022	90.33	4.40	11.00	27.29	144.3
25/05/2022	87.87	0.00	0.00	28.10	224.1
26/05/2022	88.63	0.60	30.70	27.69	174.7
27/05/2022	86.62	2.10	1.20	27.78	185.6
28/05/2022	95.43	0.00	0.00	25.56	0.0
29/05/2022		0.00	0.00		
30/05/2022		0.00	0.00		
31/05/2022		0.00	0.00		
Promedio	88.08	0.99	5.46	27.97	182.88
Máximo	95.43	11.40	30.70	29.29	289.79
Mínimo	83.32	0.00	0.00	25.56	0.00

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (Estudio actual) *Precipitación acumulada.

5.1 PRECIPITACIÓN

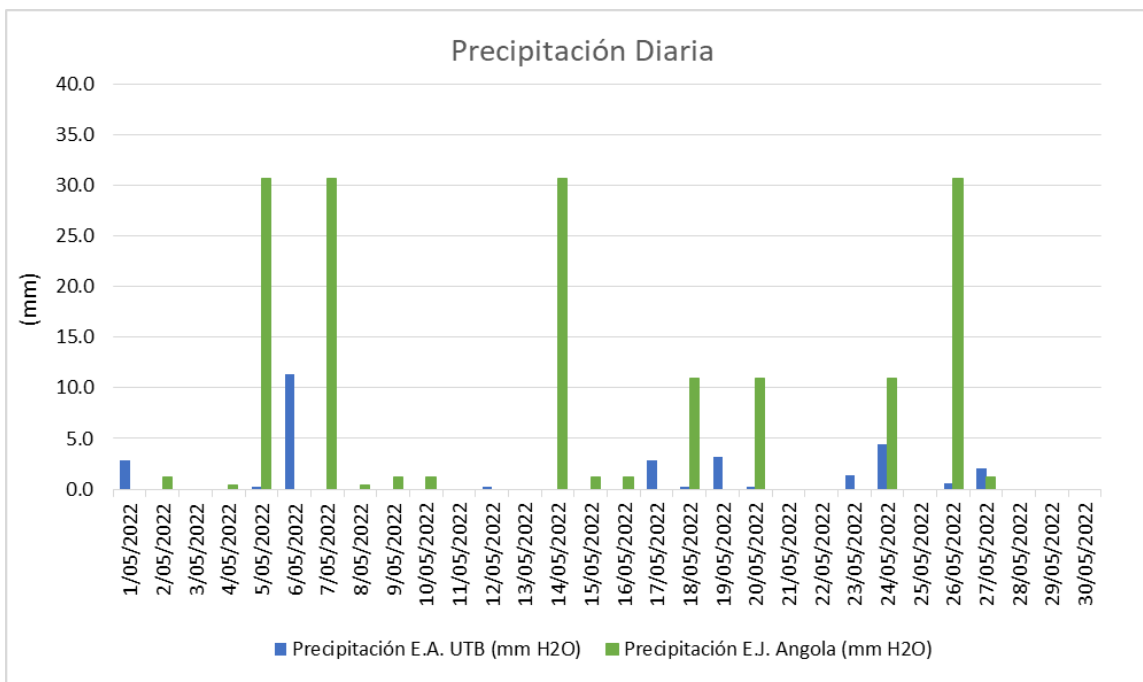
En la Ilustración 5 se presenta la evolución temporal de la precipitación registrada en la estación E.A. UTB y la estación Juan Angola en el mes de mayo, mes en el cual se alcanza una suma acumulada de 29.60 mm en E.A. UTB y 163.80 mm en Juan Angola. El día 6 de mayo se registra la pluviosidad máxima en la estación UTB con 11.4 mm, mientras que en Juan Angola fue el 5, 7, 14 y 26 mayo con 30.7 mm. Teniendo en cuenta la escala de precipitación establecida por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) como se muestra en la Tabla 9, durante el presente periodo de medición, la precipitación mensual se clasificó como “Fuerte” para Juan Angola y “Ligera” para UTB, por estar en el rango de 81 a 200 mm/mes y 21 a 40 mm/mes respectivamente.

Tabla 9 Escala de precipitación diaria y mensual

Denominación	Precipitación diaria (mm)	Precipitación mensual (mm)
Escasa	0-5	0 - 20
Ligera	6 - 10	21 - 40
Moderada	11 - 20	41 - 80
Fuerte	21 - 50	81 - 200
Muy Fuerte	51 - 70	201 - 280
Intensa	> 70	> 281

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, Dirección de Control Ambiental, Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C. Informe anual consolidado sobre niveles de concentración de contaminantes, 2009.

Ilustración 5 Precipitación Acumulada Diaria

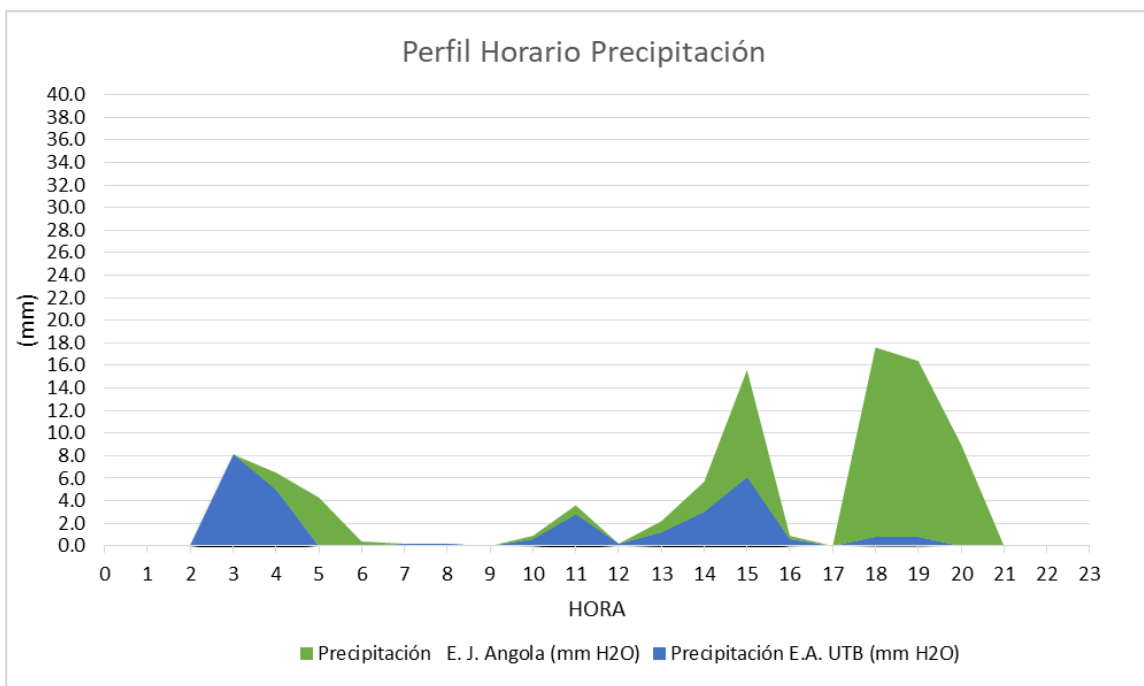


Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

5.1.1 Perfil Horario (Precipitación)

En la Ilustración 6 se evidencia que las horas donde se presentaron más eventos de precipitación en la estación E.A. UTB y Juan Angola en relación a las horas del día, corresponde al rango entre las 02:00 – 06:00 y 13:00 - 16:00 horas con picos máximos a las 18:00-19:00 horas. Es destacable mencionar que en horas de la noche las precipitaciones registradas son bajas.

Ilustración 6 Perfil Horario (Precipitación)



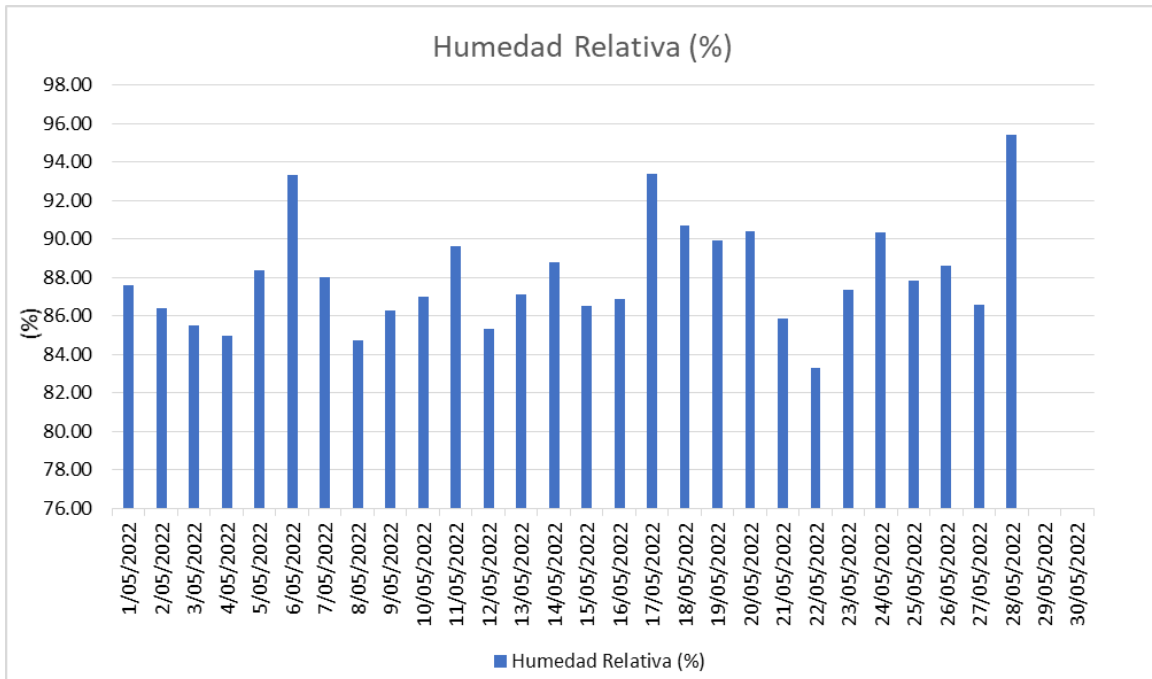
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

5.2 HUMEDAD RELATIVA

La humedad atmosférica es un elemento esencial en el ciclo hidrológico, pues es la fuente de las precipitaciones e influye notablemente en la evapotranspiración potencial y crecimiento de las plantas.

En la Ilustración 7 se presentan los promedios diarios de la humedad relativa, medida en porcentaje de agua. En concordancia con los días que se presentó lluvia, se destaca que esos días, la humedad relativa estuvo entre los mayores registros. Además, se infiere que este parámetro meteorológico tuvo un registro mínimo de 83.32%, llegó a alcanzar un máximo registro de 95.43% el día 28 de mayo de 2022 y alcanza un promedio mensual de 88.08%. Estos registros indican que el mes de mayo 2022 fue un mes de lluvias, destacando su naturaleza sectorial o lluvias por sectores.

Ilustración 7 Humedad Promedio Diaria



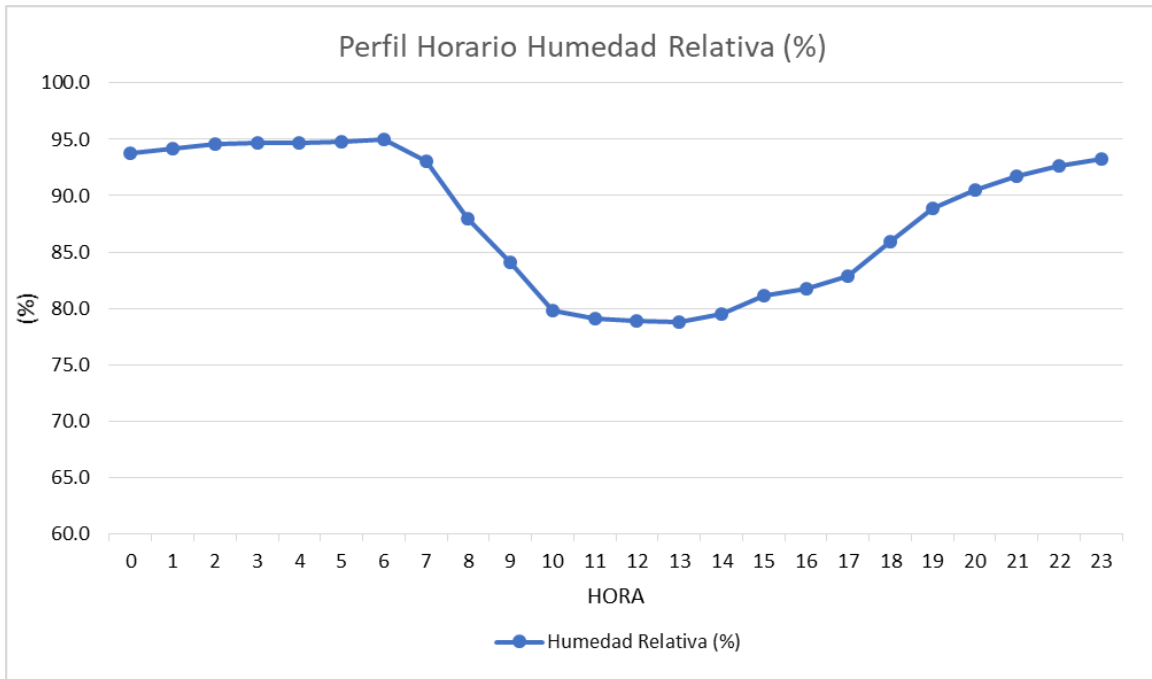
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

5.2.1 Perfil Horario (Humedad Relativa)

En la Ilustración 8 se evidencia el comportamiento de la humedad en relación a las horas del día, donde se evidencia que las horas donde se registraron los valores más elevados corresponde a las horas de la madrugada, donde no hay baja o nula incidencia de la radiación solar. Los valores comienzan a disminuir de manera decreciente en las horas del día, llegando al valor más bajo alrededor del mediodía y acto seguido, iniciar el ciclo de crecimiento nuevamente, en un comportamiento típico e inversamente proporcional a la temperatura y la radiación solar.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Ilustración 8 Perfil Horario (Humedad Relativa)



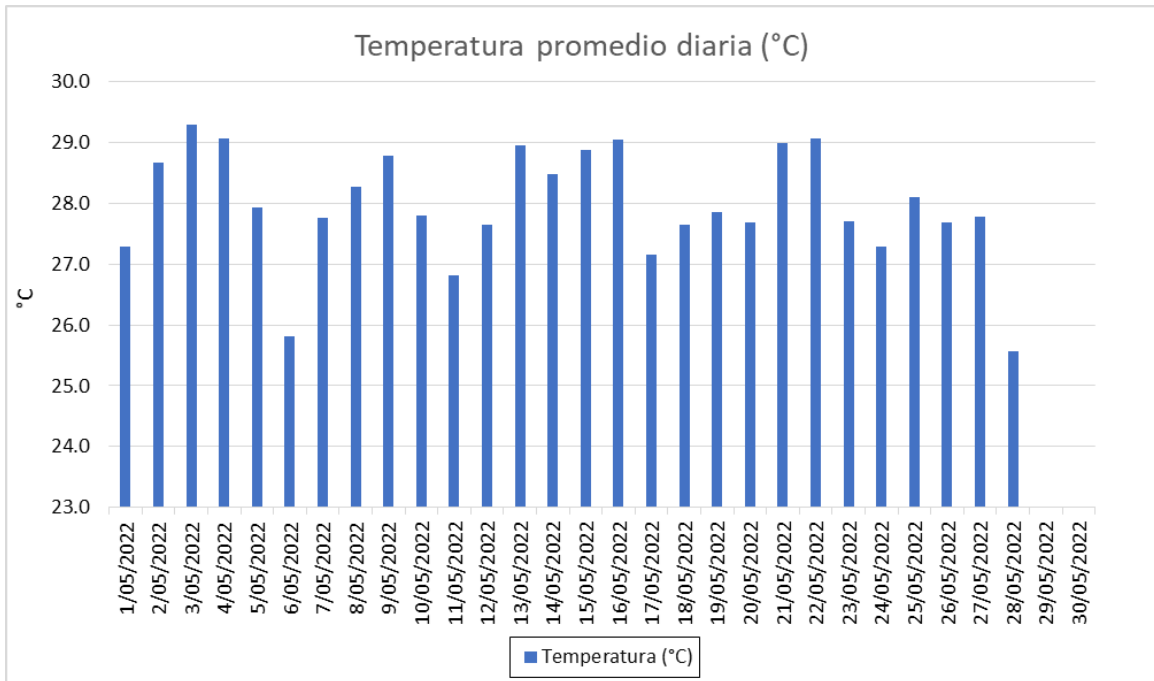
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

5.3 TEMPERATURA AMBIENTE

Mediante la temperatura se expresa numéricamente el efecto que en los cuerpos produce el movimiento de traslación medio de las moléculas de un sistema, o el calor originado por el balance entre la radiación recibida y emitida en el sistema. En la Ilustración 9, se observan los promedios diarios de temperatura ambiente, con valores que fluctuaron entre 25.56 °C (28 mayo) y 29.29°C (3 mayo). Típicamente, esta variable es inversamente proporcional a la humedad relativa tal como se evidencia en los datos. Por último, el promedio obtenido para este mes de esta variable meteorológica fue de 27.97 °C.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Ilustración 9 Temperatura Promedio Diaria



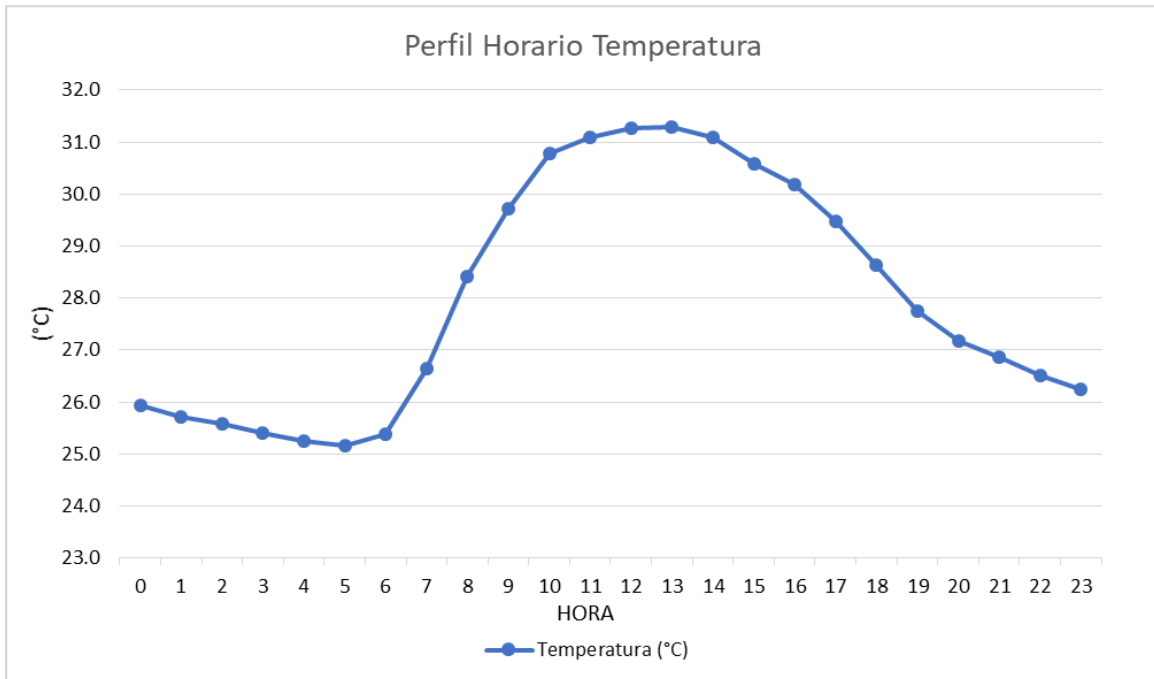
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

5.3.1 Perfil Horario (Temperatura)

En la Ilustración 10 se evidencia el comportamiento de la temperatura en relación a las horas del día, donde se muestra que las horas donde se registraron los valores más elevados corresponde a las horas de luz solar, llegando al pico máximo a las 11:00 - 14:00 y disminuyendo notablemente en horas de la noche y madrugada.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Ilustración 10 Perfil Horario (Temperatura)



Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

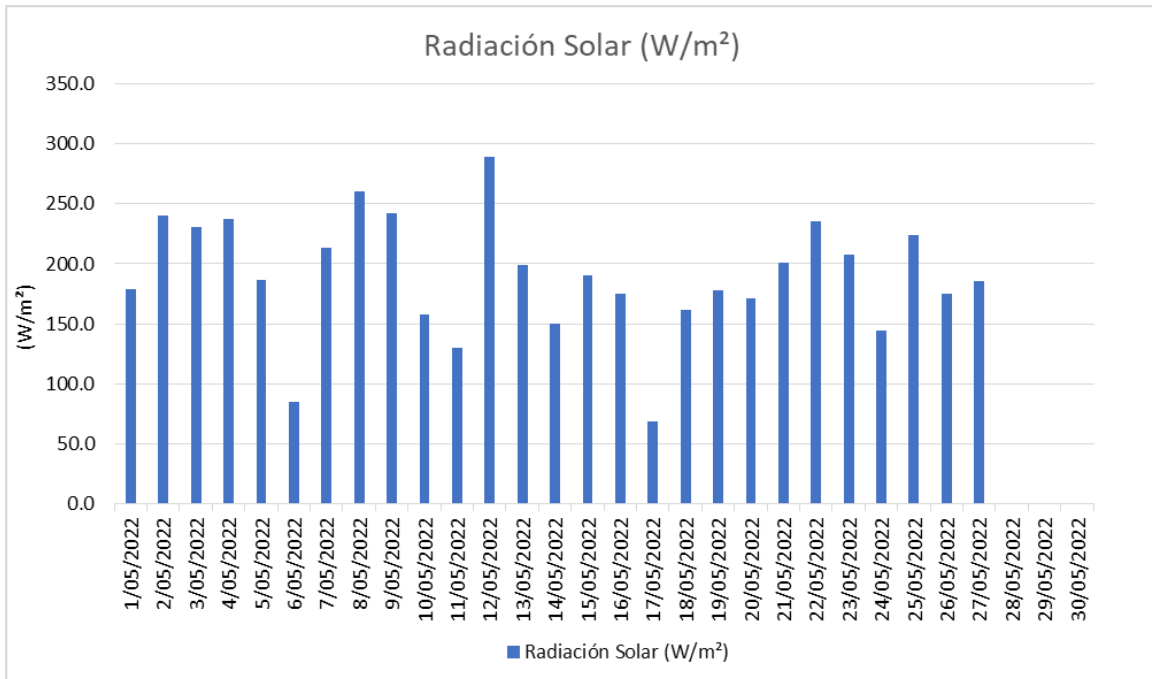
5.4 RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar es la energía emitida por el Sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. Esa energía es el motor que determina la dinámica de los procesos atmosféricos y el clima. (IDEAM, s.f.)

El ciclo hidrológico global junto con su fuerza motriz, la radiación solar, constituye el soporte básico para que se origine la producción biológica primaria. Proporciona la cantidad de agua necesaria que se requiere para la asimilación del carbono y juega un importante papel en el aporte de nutrientes y en su transporte. (IGME., s.f.)

(Espacio intencionalmente en blanco)

Ilustración 11 Radiación Solar Diaria



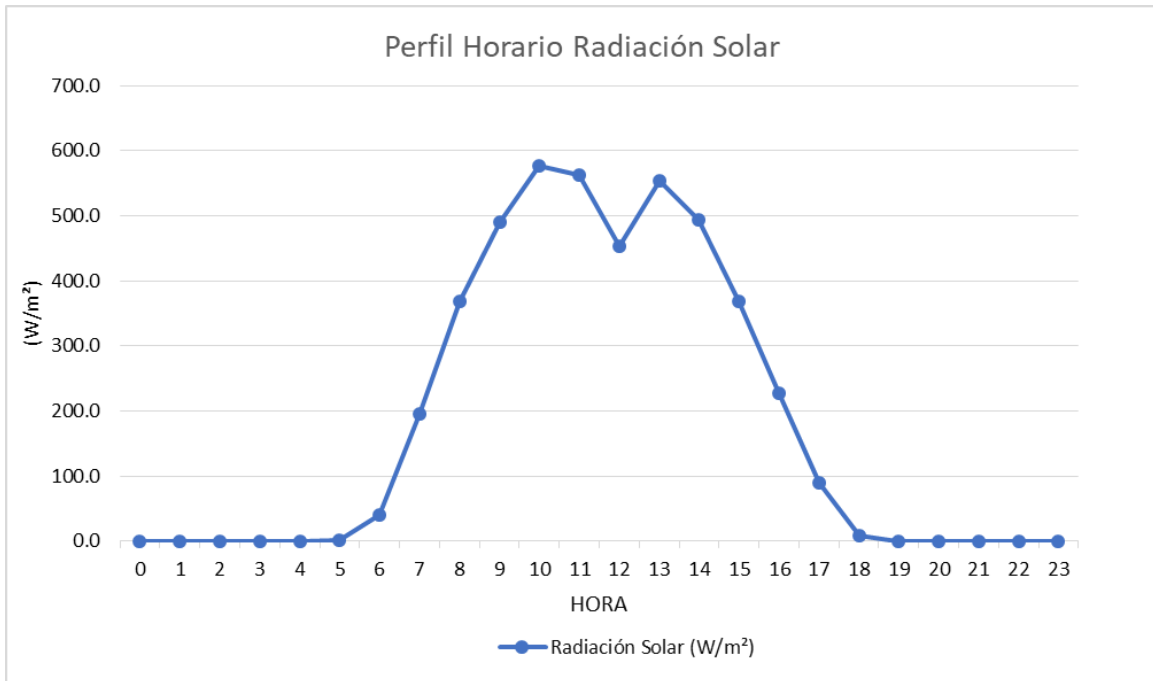
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

5.4.1 Perfil Horario (Radiación Solar)

En la Ilustración 12 se evidencia el comportamiento de la radiación solar en relación a las horas del día, donde se evidencia que las horas donde se registraron los valores más elevados corresponde a las horas del mediodía (10:00 a 14:00), mientras que en horas de la noche y madrugada se registran los valores más bajos, siendo dicho comportamiento algo coherente y directamente proporcional a la temperatura ambiente. Sin embargo, es destacable mencionar que se presentó una variación mínima (-19%) entre los datos de las 11 am y 12 am, indicando que esta franja horaria fue la que presumiblemente pudo presentar mayor nubosidad.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Ilustración 12 Perfil Horario (Radiación Solar)



Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

(Espacio intencionalmente en blanco)

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS AGUA MARINA Y ESTUARINA

6.1 RESULTADOS IN SITU

En el presente capítulo se exponen los resultados de monitoreo de calidad de agua registrados por los equipos automáticos instalados en las estaciones hidrológicas durante el mes de mayo del año 2022. Los resultados obtenidos, son analizados teniendo en cuenta los estándares permisibles de calidad del agua marina y estuarina contempladas en el Artículo 2.2.3.3.9.7, Artículo 2.2.3.3.9.8 y artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 del 2015 del MADS.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Tabla 10 Resultados de los parámetros In-Situ (Ph)

pH (Unidades)					DECRETO 1076 DE 2015	
ID	CAR-AG3	CAR-AG4	CAR-AG5	CAR-AG6	ARTÍCULO	
FECHA	Boca Grande	El Laguito	Puente Bazaruto	Juan Angola	2.2.3.3.9.7. 2.2.3.3.9.8.	2.2.3.3.9.10.
1/05/2022	8.33	8.20	8.18	7.22	5.0-9.0	6.5-8.5
2/05/2022	8.29	8.18	8.11	6.68		
3/05/2022	8.29	8.19	8.08	6.56		
4/05/2022	8.23	8.17	8.13	6.75		
5/05/2022	8.15	8.21	8.06	6.72		
6/05/2022	7.98	8.48	8.01	6.87		
7/05/2022	8.07	8.96	8.06	6.68		
8/05/2022	8.03	8.99	8.07	7.83		
9/05/2022	8.03	8.81	7.97	7.62		
10/05/2022	8.03	8.42	8.03	6.89		
11/05/2022	8.03	8.33	8.05	6.73		
12/05/2022	8.05	8.25	8.02	6.43		
13/05/2022	8.03	8.13	7.96	6.56		
14/05/2022	8.03	8.06	7.94	6.41		
15/05/2022	8.03	8.03	7.90	6.44		
16/05/2022	8.03	8.04	7.88	6.88		
17/05/2022	8.03	8.06	7.93	6.63		
18/05/2022	8.03	8.05	7.89	7.50		
19/05/2022	8.11	8.11	7.95	7.59		
20/05/2022	8.23	8.14	8.05	7.72		
21/05/2022	8.25	8.08	7.98	6.94		
22/05/2022	8.26	8.19	7.96	7.03		
23/05/2022	8.27	8.09	8.03	7.91		
24/05/2022	8.28	8.13	8.08	7.14		
25/05/2022	8.25	8.03	8.03	8.09		
26/05/2022	8.23	8.12	8.00	7.38		
27/05/2022	8.23	8.11	7.96	7.89		
28/05/2022	8.21	8.20	8.00	7.93		
29/05/2022	8.19	8.14	8.03	7.89		
30/05/2022	8.21	8.11	8.04	6.99		
31/05/2022	8.26	8.11	8.08	7.65		
Promedio	8.14	8.23	8.01	7.11		
Máximo	8.33	8.99	8.18	8.09		
Mínimo	7.98	8.03	7.88	6.41		

Art 2.2.3.3.9.7 Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario.
Art 2.2.3.3.9.8 Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto secundario.
Art 2.2.3.3.9.10. Criterios de calidad para preservación de flora y fauna.

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Tabla 11 Resultados de los parámetros In-Situ (Oxígeno Disuelto)

Oxígeno Disuelto (mg/L)					DECRETO 1076 DE 2015	
ID	CAR-AG3	CAR-AG4	CAR-AG5	CAR-AG6	ARTÍCULO	
FECHA	Boca Grande	El Laguito	Puente Bazaruto	Juan Angola	2.2.3.3.9.7. 2.2.3.3.9.8.	2.2.3.3.9.10.
1/05/2022	8.75	6.20	7.46	0.30	N/A	4.0
2/05/2022	8.31	5.94	6.42	0.30		
3/05/2022	8.19	5.74	6.15	0.28		
4/05/2022	7.76	5.34	6.07	0.30		
5/05/2022	6.91	5.31	5.72	0.30		
6/05/2022	4.86	5.10	5.26	0.30		
7/05/2022	6.21	8.40	5.85	0.30		
8/05/2022	5.73	8.71	5.85	0.30		
9/05/2022	5.72	6.98	4.25	0.30		
10/05/2022	5.72	4.99	5.09	0.30		
11/05/2022	5.72	4.96	5.97	0.30		
12/05/2022	6.21	6.45	5.85	0.30		
13/05/2022	5.74	6.25	4.62	0.26		
14/05/2022	5.72	6.44	4.57	0.20		
15/05/2022	5.71	6.57	4.56	0.20		
16/05/2022	5.72	6.44	4.02	0.20		
17/05/2022	5.77	5.89	5.10	0.20		
18/05/2022	5.73	6.24	5.53	0.20		
19/05/2022	6.46	7.71	6.28	0.20		
20/05/2022	7.95	7.60	7.35	0.20		
21/05/2022	7.49	7.42	6.20	0.30		
22/05/2022	7.85	6.89	5.10	0.30		
23/05/2022	8.37	6.03	6.19	0.30		
24/05/2022	8.52	6.28	7.15	0.27		
25/05/2022	8.18	4.80	6.54	0.20		
26/05/2022	7.75	5.30	6.20	0.20		
27/05/2022	7.75	5.49	5.52	0.20		
28/05/2022	7.70	5.03	5.95	0.20		
29/05/2022	7.43	4.70	6.21	0.20		
30/05/2022	7.80	4.32	6.82	0.30		
31/05/2022	8.36	4.34	6.94	0.30		
Promedio	6.88	6.12	5.74	0.26		
Máximo	8.75	8.71	7.46	0.30		
Mínimo	4.86	4.32	4.02	0.20		

Art 2.2.3.3.9.7 Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario.
Art 2.2.3.3.9.8 Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto secundario.
Art 2.2.3.3.9.10. Criterios de calidad para preservación de flora y fauna.

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Tabla 12 Resultados de los parámetros In-Situ (Turbidez)

Turbidez (NTU)		DECRETO 1076 DE 2015	
ID	CAR-AG6	ARTÍCULO	
FECHA	Juan Angola	2.2.3.3.9.7. 2.2.3.3.9.8.	2.2.3.3.9.10.
1/05/2022	0.65		
2/05/2022	2.00		
3/05/2022	139.82		
4/05/2022	99.60		
5/05/2022	77.70		
6/05/2022	67.05		
7/05/2022	87.15		
8/05/2022	85.95		
9/05/2022	73.67		
10/05/2022	74.29		
11/05/2022	85.09		
12/05/2022	86.30		
13/05/2022	127.55		
14/05/2022	152.01		
15/05/2022	157.56		
16/05/2022	159.00		
17/05/2022	156.73		
18/05/2022	156.14	N/A	N/A
19/05/2022	142.73		
20/05/2022	128.68		
21/05/2022	111.97		
22/05/2022	104.65		
23/05/2022	97.03		
24/05/2022	93.10		
25/05/2022	89.45		
26/05/2022	86.79		
27/05/2022	84.58		
28/05/2022	80.19		
29/05/2022	80.86		
30/05/2022	93.18		
31/05/2022	104.66		
Promedio	99.38		
Máximo	159.00		
Mínimo	0.65		
<p>Art 2.2.3.3.9.7 Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario. Art 2.2.3.3.9.8 Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto secundario. Art 2.2.3.3.9.10. Criterios de calidad para preservación de flora y fauna.</p>			

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Tabla 13 Resultados de los parámetros In-Situ (Temperatura)

Temperatura (°C)					DECRETO 1076 DE 2015	
ID	CAR-AG3	CAR-AG4	CAR-AG5	CAR-AG6	ARTÍCULO	
FECHA	Boca Grande	El Laguito	Puente Bazaruto	Juan Angola	2.2.3.3.9.7. 2.2.3.3.9.8.	2.2.3.3.9.10.
1/05/2022	29.75	31.57	30.30	31.60	N/A	N/A
2/05/2022	29.82	31.53	30.33	31.60		
3/05/2022	30.38	32.42	30.46	31.83		
4/05/2022	30.11	32.85	30.40	31.84		
5/05/2022	29.63	32.82	30.13	31.68		
6/05/2022	28.11	32.48	29.42	31.57		
7/05/2022	29.19	32.70	30.53	31.69		
8/05/2022	28.42	32.68	30.41	32.16		
9/05/2022	28.40	33.18	29.29	32.17		
10/05/2022	28.39	32.71	29.32	31.95		
11/05/2022	28.41	31.88	29.46	31.25		
12/05/2022	28.70	31.52	29.87	30.83		
13/05/2022	28.43	31.08	29.61	30.79		
14/05/2022	28.40	31.42	29.58	30.49		
15/05/2022	28.41	32.19	29.87	30.70		
16/05/2022	28.42	31.89	29.79	30.88		
17/05/2022	28.45	31.99	29.77	30.95		
18/05/2022	28.42	32.05	29.88	30.96		
19/05/2022	29.36	32.12	30.34	31.23		
20/05/2022	30.33	32.46	30.53	31.31		
21/05/2022	29.76	32.58	30.87	31.22		
22/05/2022	29.90	32.75	30.16	31.30		
23/05/2022	30.00	33.00	30.84	31.19		
24/05/2022	29.75	32.52	31.05	31.00		
25/05/2022	29.69	32.81	31.02	30.99		
26/05/2022	29.87	32.82	31.31	31.05		
27/05/2022	30.08	32.87	30.98	31.12		
28/05/2022	30.10	33.08	31.53	31.18		
29/05/2022	29.71	32.84	31.16	31.36		
30/05/2022	29.85	33.24	31.40	31.95		
31/05/2022	29.98	32.86	31.46	32.42		
Promedio	29.27	32.40	30.32	31.33		
Máximo	30.38	33.24	31.53	32.17		
Mínimo	28.11	31.08	29.29	30.49		

Art 2.2.3.3.9.7 Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario.
 Art 2.2.3.3.9.8 Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto secundario.
 Art 2.2.3.3.9.10. Criterios de calidad para preservación de flora y fauna.

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Tabla 14 Resultados de los parámetros In-Situ (Conductividad)

Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)					DECRETO 1076 DE 2015	
ID	CAR-AG3	CAR-AG4	CAR-AG5	CAR-AG6	ARTÍCULO	
FECHA	Boca Grande	El Laguito	Puente Bazaruto	Juan Angola	2.2.3.3.9.7. 2.2.3.3.9.8.	2.2.3.3.9.10.
1/05/2022	45220.0	46275.1	49011.9	51391.2	N/A	N/A
2/05/2022	50516.2	45240.8	51297.6	51520.2		
3/05/2022	50431.8	46146.9	51853.6	51954.7		
4/05/2022	48768.6	46699.5	51551.0	53365.4		
5/05/2022	51916.7	46438.9	50469.4	53431.3		
6/05/2022	60893.5	44236.9	46974.2	53300.0		
7/05/2022	56416.5	42594.5	47347.7	53260.9		
8/05/2022	59005.1	42753.3	51554.0	53946.2		
9/05/2022	59128.1	44981.7	56417.9	54065.1		
10/05/2022	59194.8	45611.8	51456.7	53746.5		
11/05/2022	59103.3	44562.7	45483.5	52754.8		
12/05/2022	58900.8	41670.1	47562.0	51896.2		
13/05/2022	58992.6	41481.9	51723.5	49939.7		
14/05/2022	59087.2	42434.7	53241.0	48786.7		
15/05/2022	59176.7	42322.4	50772.2	49448.5		
16/05/2022	59135.2	41862.8	51774.1	49564.9		
17/05/2022	58985.3	43041.7	47213.6	49516.7		
18/05/2022	58991.8	42279.4	39553.4	49344.6		
19/05/2022	54812.6	39995.1	41896.1	49629.1		
20/05/2022	37843.9	39980.0	37452.2	49775.0		
21/05/2022	36917.0	39380.3	41490.2	49674.2		
22/05/2022	36022.3	40041.2	51456.8	49692.8		
23/05/2022	36212.3	41233.0	47685.0	49419.2		
24/05/2022	42769.5	41688.0	37980.8	49124.9		
25/05/2022	40932.9	43461.0	42563.8	48975.6		
26/05/2022	38780.6	40395.2	43165.5	49013.4		
27/05/2022	38162.5	39406.6	45466.7	48981.6		
28/05/2022	38737.6	40109.8	44389.6	48983.0		
29/05/2022	39917.0	39107.5	40268.1	49341.3		
30/05/2022	39022.2	39605.4	39137.6	49973.9		
31/05/2022	39878.9	38457.4	37910.6	50083.4		
Promedio	49799.81	42501.28	46940.32	50793.92		
Máximo	60893.51	46699.49	56417.85	54065.12		
Mínimo	36022.26	39107.52	37452.20	48786.71		

Art 2.2.3.3.9.7 Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario.
Art 2.2.3.3.9.8 Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto secundario.
Art 2.2.3.3.9.10. Criterios de calidad para preservación de flora y fauna.

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

Tabla 15 Resultados de los parámetros In-Situ (Clorofila)

Clorofila ($\mu\text{g/L}$)				DECRETO 1076 DE 2015	
ID	CAR-AG3	CAR-AG4	CAR-AG5	ARTÍCULO	
FECHA	Boca Grande	El Laguito	Puente Bazaruto	2.2.3.3.9.7. 2.2.3.3.9.8.	2.2.3.3.9.10.
1/05/2022	14.58	3.50	11.28	N/A	N/A
2/05/2022	9.10	2.93	9.31		
3/05/2022	8.84	3.11	8.21		
5/05/2022	6.17	3.50	6.80		
6/05/2022	4.34	8.35	5.84		
7/05/2022	3.42	20.36	7.86		
8/05/2022	4.03	16.41	4.98		
9/05/2022	4.15	10.08	3.56		
10/05/2022	4.24	5.55	1.45		
11/05/2022	4.19	7.34	6.38		
12/05/2022	4.13	8.94	6.16		
13/05/2022	4.02	9.81	3.74		
14/05/2022	4.12	10.53	3.08		
15/05/2022	4.20	9.03	3.39		
16/05/2022	4.20	9.51	4.35		
17/05/2022	4.11	10.06	6.67		
18/05/2022	4.04	11.67	9.91		
19/05/2022	7.44	11.83	17.60		
20/05/2022	10.92	11.43	20.07		
21/05/2022	9.73	10.18	16.97		
22/05/2022	10.81	9.81	9.71		
23/05/2022	10.96	7.16	8.95		
24/05/2022	12.54	8.71	9.96		
25/05/2022	11.51	6.24	11.32		
26/05/2022	9.04	6.83	10.28		
27/05/2022	9.20	5.52	7.22		
28/05/2022	8.97	4.31	9.77		
29/05/2022	9.67	4.63	8.69		
30/05/2022	10.76	3.41	13.49		
31/05/2022	10.94	3.54	13.64		
Promedio	7.43	8.12	8.45		
Máximo	14.58	20.36	20.07		
Mínimo	3.42	2.93	1.45		
<p>Art 2.2.3.3.9.7 Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario. Art 2.2.3.3.9.8 Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto secundario. Art 2.2.3.3.9.10. Criterios de calidad para preservación de flora y fauna.</p>					

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Tabla 16 Resultados de los parámetros In-Situ (Salinidad)

Salinidad (PSU)				DECRETO 1076 DE 2015	
ID	CAR-AG3	CAR-AG4	CAR-AG5	ARTÍCULO	
FECHA	Boca Grande	El Laguito	Puente Bazurto	2.2.3.3.9.7. 2.2.3.3.9.8.	2.2.3.3.9.10.
1/05/2022	26.39	29.79	28.58	N/A	N/A
2/05/2022	29.79	29.05	30.01		
3/05/2022	28.82	29.66	30.29		
4/05/2022	28.06	30.05	30.25		
5/05/2022	29.36	29.86	29.75		
6/05/2022	34.09	28.29	27.94		
7/05/2022	31.54	27.13	27.31		
8/05/2022	32.90	27.21	30.17		
9/05/2022	32.94	28.80	34.15		
10/05/2022	32.83	29.26	30.34		
11/05/2022	32.74	28.54	26.07		
12/05/2022	32.71	26.50	27.70		
13/05/2022	32.90	26.37	30.76		
14/05/2022	32.93	27.04	31.58		
15/05/2022	32.85	26.94	30.06		
16/05/2022	32.77	26.62	30.64		
17/05/2022	32.73	27.46	27.71		
18/05/2022	32.86	26.91	22.69		
19/05/2022	31.19	25.28	23.93		
20/05/2022	25.30	25.27	21.13		
21/05/2022	30.20	24.84	23.43		
22/05/2022	29.51	25.29	30.23		
23/05/2022	29.93	26.13	27.47		
24/05/2022	28.45	26.47	21.20		
25/05/2022	28.09	27.74	24.07		
26/05/2022	29.48	25.56	24.25		
27/05/2022	28.49	24.85	25.91		
28/05/2022	28.84	25.35	25.00		
29/05/2022	30.13	24.64	22.55		
30/05/2022	29.47	24.98	21.79		
31/05/2022	29.90	24.18	20.95		
Promedio	30.61	27.06	27.23		
Máximo	34.09	30.05	34.15		
Mínimo	25.30	24.64	21.13		

Art 2.2.3.3.9.7 Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario.
Art 2.2.3.3.9.8 Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto secundario.
Art 2.2.3.3.9.10. Criterios de calidad para preservación de flora y fauna.

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Tabla 17 Resultados de los parámetros In-Situ (Profundidad)

ID	Profundidad (m)				DECRETO 1076 DE 2015	
	CAR-AG3	CAR-AG4	CAR-AG5	CAR-AG6	ARTÍCULO	
FECHA	Boca Grande	El Laguito	Puente Bazaruto	Juan Angola	2.2.3.3.9.7. 2.2.3.3.9.8.	2.2.3.3.9.10.
1/05/2022	0.60	2.38	5.05	0.45	N/A	N/A
2/05/2022	0.60	1.89	4.69	0.46		
3/05/2022	0.58	1.75	4.34	0.44		
4/05/2022	0.55	1.65	3.72	0.39		
5/05/2022	2.34	1.45	3.99	0.39		
6/05/2022	4.88	1.00	4.72	0.44		
7/05/2022	3.87	1.20	5.44	0.44		
8/05/2022	4.88	1.32	4.88	0.43		
9/05/2022	4.86	1.30	3.75	0.43		
10/05/2022	4.85	1.20	3.75	0.45		
11/05/2022	4.87	1.27	4.28	0.46		
12/05/2022	4.83	1.31	4.33	0.48		
13/05/2022	4.89	0.68	4.29	0.48		
14/05/2022	4.86	0.89	3.67	0.44		
15/05/2022	4.86	0.85	3.85	0.42		
16/05/2022	4.87	0.36	3.83	0.44		
17/05/2022	4.88	0.61	3.83	0.45		
18/05/2022	4.89	0.83	4.09	0.43		
19/05/2022	2.86	1.05	4.33	0.44		
20/05/2022	2.20	1.09	4.55	0.48		
21/05/2022	4.80	1.12	4.55	0.51		
22/05/2022	4.81	1.06	3.48	0.51		
23/05/2022	4.70	0.99	3.47	0.42		
24/05/2022	4.79	0.58	3.39	0.43		
25/05/2022	4.80	0.00	3.45	0.42		
26/05/2022	4.80	0.00	3.54	0.41		
27/05/2022	4.80	0.00	3.47	0.39		
28/05/2022	4.80	0.00	3.32	0.39		
29/05/2022	4.80	0.00	3.25	0.37		
30/05/2022	4.80	0.00	3.14	0.34		
31/05/2022	4.80	0.00	3.05	0.31		
Promedio	4.00	0.93	4.01	0.43		
Máximo	4.89	2.38	5.44	0.51		
Mínimo	0.55	0.00	3.14	0.34		

Art 2.2.3.3.9.7 Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario.
Art 2.2.3.3.9.8 Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto secundario.
Art 2.2.3.3.9.10. Criterios de calidad para preservación de flora y fauna.

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Tabla 18 Resultados parámetros In - Situ (Velocidad y nivel)

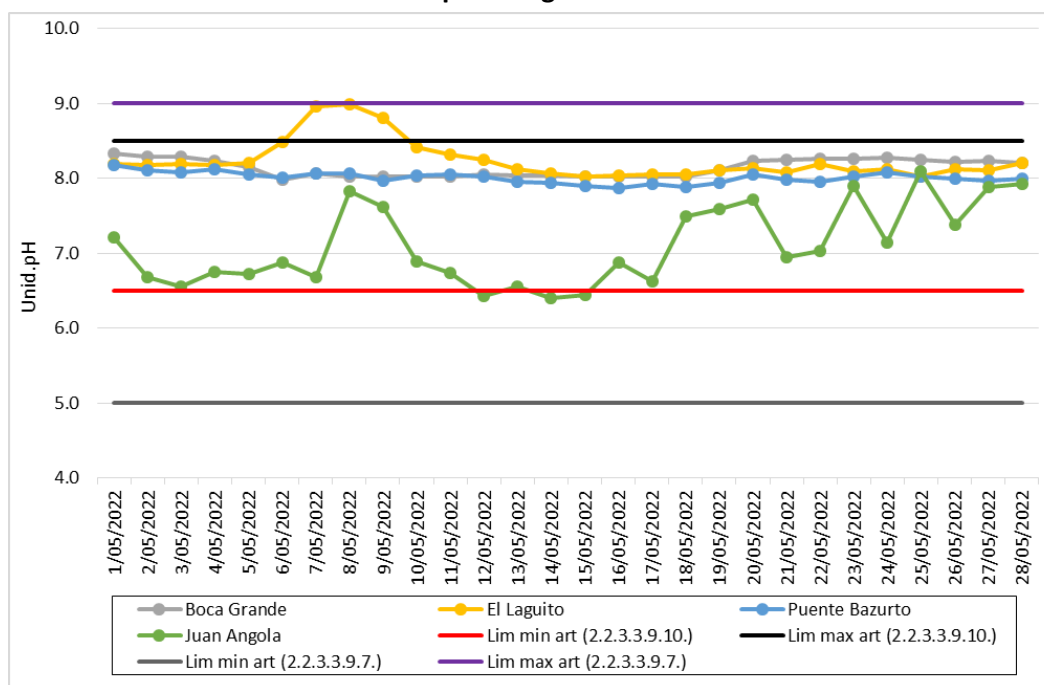
ID	CAR-AG6	
	Juan Angola	
FECHA	Velocidad del agua (m/s)	Nivel (m)
1/05/2022	0.008	0.88
2/05/2022	0.012	0.88
3/05/2022	0.006	0.90
4/05/2022	0.008	0.91
5/05/2022	0.008	0.91
6/05/2022	0.007	0.91
7/05/2022	0.008	0.91
8/05/2022	0.010	0.91
9/05/2022	0.010	0.91
10/05/2022	0.003	0.91
11/05/2022	0.038	0.91
12/05/2022	0.015	0.91
13/05/2022	0.061	0.91
14/05/2022	0.000	0.89
15/05/2022	0.000	0.92
16/05/2022	0.000	0.91
17/05/2022	0.176	0.92
18/05/2022	0.000	0.92
19/05/2022	0.028	0.92
20/05/2022	0.000	0.86
21/05/2022	0.000	0.86
22/05/2022	0.000	0.86
23/05/2022	0.000	0.90
24/05/2022	0.015	0.90
25/05/2022	0.001	0.90
26/05/2022	0.010	0.91
27/05/2022	0.000	0.92
28/05/2022	0.145	0.91
29/05/2022	0.000	0.92
30/05/2022	0.044	0.93
31/05/2022	0.000	0.94
Promedio	0.020	0.90
Máximo	0.176	0.92
Mínimo	0.000	0.86

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

6.1.1 pH

El pH condiciona los procesos químicos que se pueden dar en el sistema, como la solubilidad de los metales, además de afectar ciertos organismos que son sensibles a cambios de esta variable. Existen factores que pueden modificar el pH, como: floración de algas, actividad bacteriana, el vertimiento de aguas residuales, la escorrentía con contaminantes, entre otros (Orhel y Register, 2006). Los valores de pH en las aguas marinas y/o estuarinas oscilaron entre 6.41 y 8.99 unidades, estando las estaciones de Bocagrande, Laguito, Juan Angola y Puente Bazurto dentro del rango establecido en los artículos 2.2.3.3.9.7, artículo 2.2.3.3.9.8 y artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 del 2015 la mayor parte del tiempo. Es válido destacar que la estación Juan Angola presento algunos datos ligeramente menores a 6,5 unidades los días 12, 14 y 15 mayo (mediciones de 6,4 unidades) y que la estación Laguito presentó un evento atípico los días 7-9 mayo con valores de casi 9.0 unidades, siendo estos, inusualmente altos y superiores al límite (ver Ilustración 13).

Ilustración 13 pH del agua marina estuarina



Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

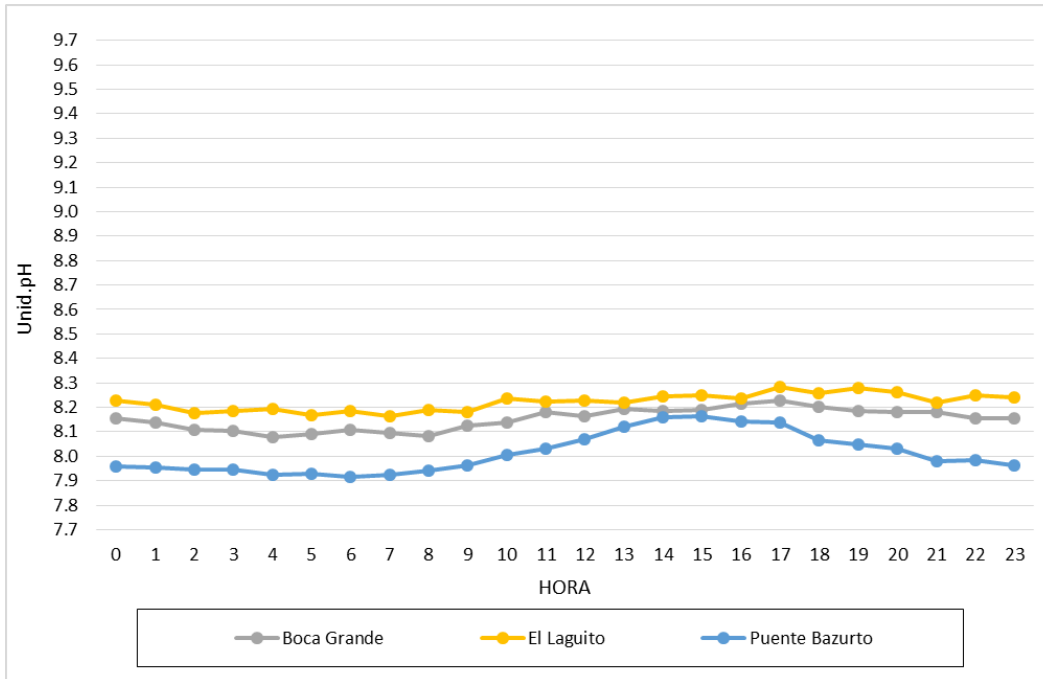
6.1.1.1 Perfil Horario (pH)

El perfil horario denota el comportamiento del parámetro analizado en razón de las horas de día durante el mes de mayo. Se puede observar en la Ilustración 14, que el pH de las estaciones de agua marina Boca Grande, El Laguito y Bazurto en la franja horaria diurna presentan un ligero incremento exponencial creciente hasta alcanzar su pico máximo alrededor de las 14:00 – 17:00 horas; momento en el que a medida que avanza la franja horaria nocturna, se evidencia un pH decreciente, lo cual es correspondiente a las horas de menor intensidad de luz solar. Por otro lado, la estación Juan Angola denota un comportamiento del pH con baja variabilidad con respecto al perfil horario, debido a que este punto está ubicado en un canal donde se evidencia bajas velocidades de flujo, lo cual hace que el agua tenga poco movimiento y por consiguiente sus características físico químicas se estabilicen. En términos generales, es preciso acotar que la variación horaria en el caso de Juan

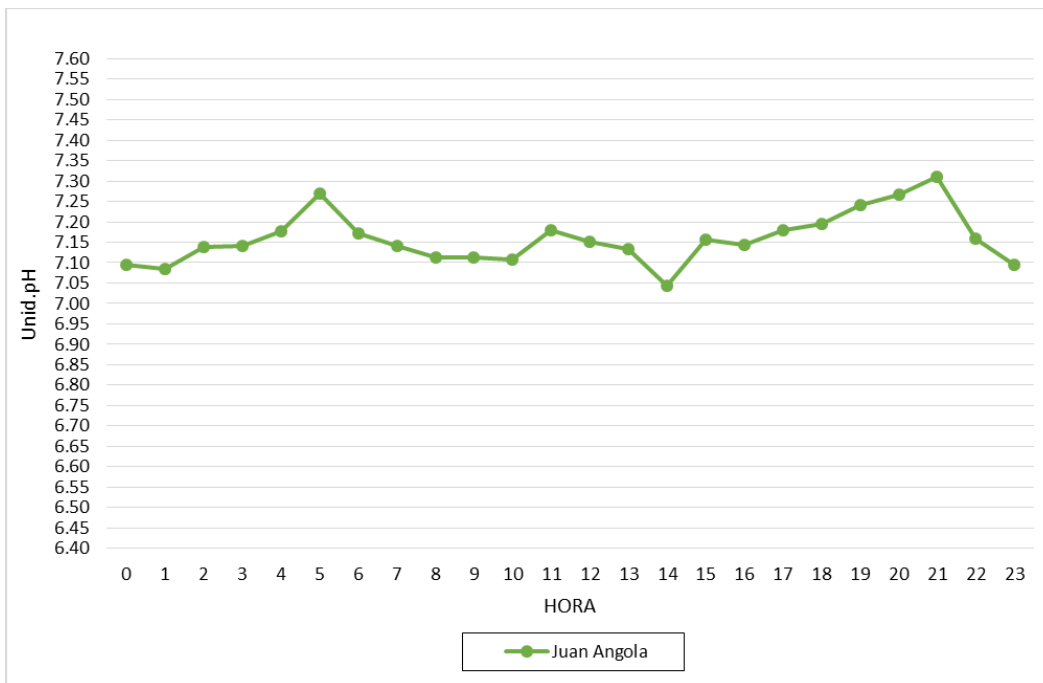
Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Angola fue ligeramente superior a lo observado previamente, aunque se destaca que fue en rangos menores a 0.35 unidades en todas las estaciones, denotando la estabilidad del pH.

Ilustración 14 Perfil Horario (Ph)



Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.



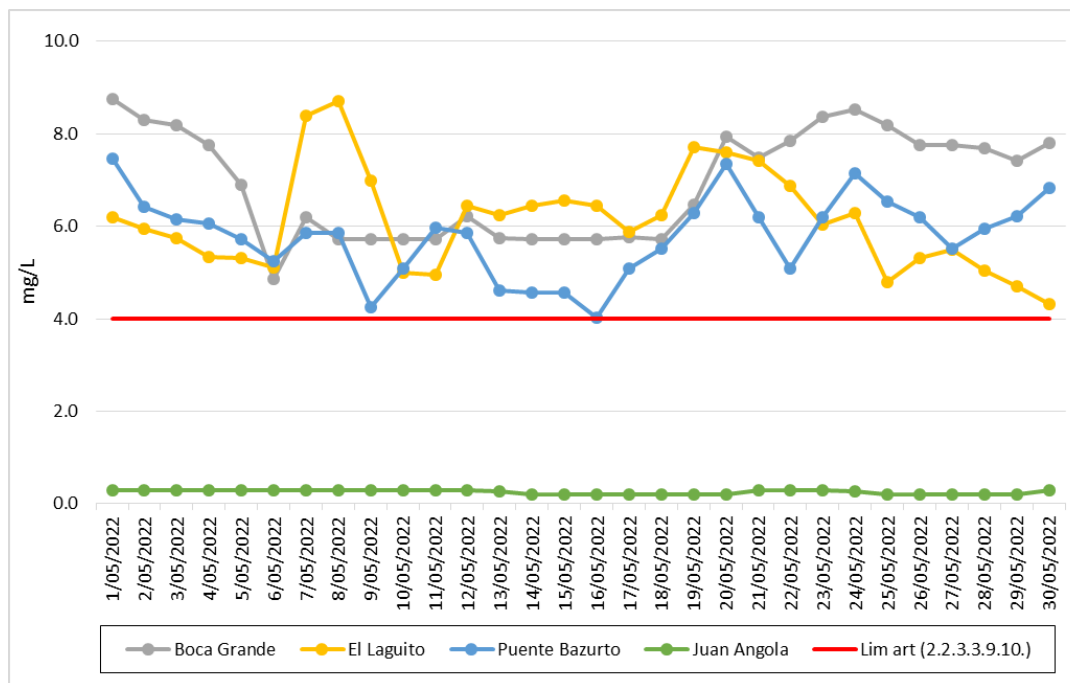
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

6.1.2 Oxígeno disuelto

El oxígeno es uno de los factores más importantes que debe ser medido en el agua. Las fuentes de oxígeno son la precipitación, la difusión del aire en el agua, la fotosíntesis, los afluentes y la agitación moderada. El consumo de oxígeno ocurre por respiración de plantas, animales, demandas bioquímica, química y bentónica de oxígeno, los afluentes, la agitación excesiva, la extensión del periodo de estratificación térmica y el sedimento. (Roldán & Ramírez, 2008).

El Decreto 1076 de 2015 en el artículo 2.2.3.3.9.10 establece que la concentración de oxígeno disuelto para preservación y conservación de la flora y fauna y con fines recreativos respectivamente, debe ser superior a 4 mg/L. Las estaciones de Boca Grande, Bazaruto, Juan Angola y Laguito presentaron todo el tiempo valores superiores al límite indicado en la normatividad aplicada, resaltando que la estación con menor disponibilidad de oxígeno de forma global en el marco de la bahía de Cartagena fue Puente Bazaruto, con rangos de variación entre 4.02 – 7.46 mg/L y promedio de 5.74 mg/L. Es destacable mencionar que en términos generales, la disponibilidad de oxígeno mejoro notablemente y se mantuvo en valores óptimos a lo largo del mes. Por otro lado, la estación Juan Angola reportó los valores más bajos oscilando entre 0.20 y 0.30 mg/L con un promedio de 0.26 mg/L, indicando que este cuerpo de agua presenta una condición de hipoxia o condición de estrés para organismos aerobios y que las lluvias no incidieron significativamente. (Ver Ilustración 15)

Ilustración 15 Oxígeno Disuelto del agua marina estuarina



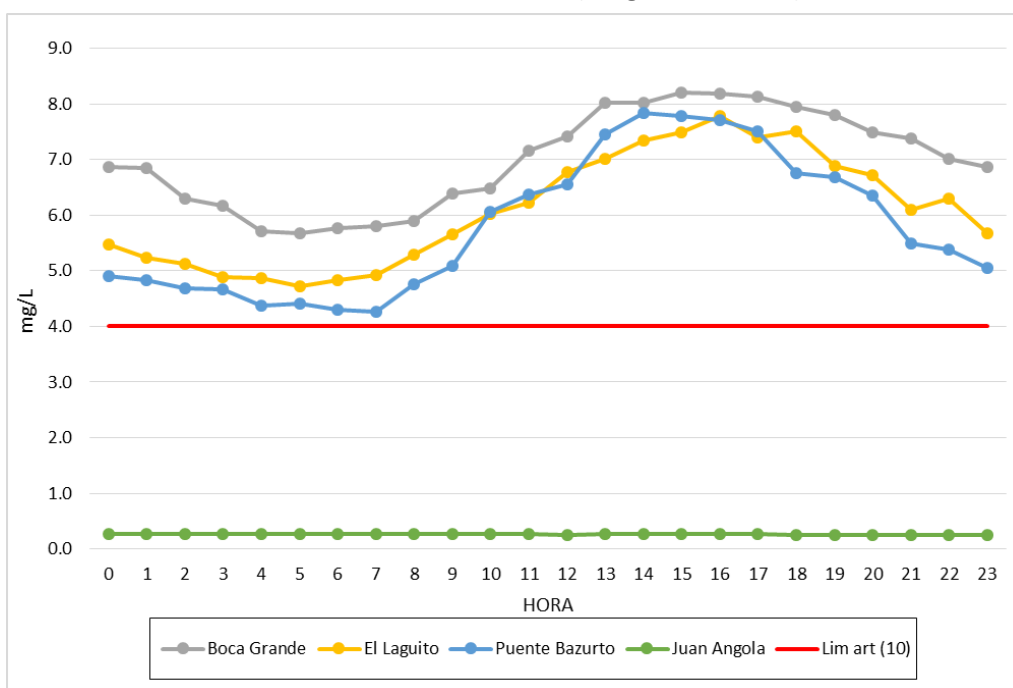
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

(Espacio intencionalmente en blanco)

6.1.2.1 Perfil Horario (Oxígeno Disuelto)

El perfil horario denota el comportamiento del parámetro analizado en razón de las horas de día. En la Ilustración 16, se puede observar la variación horaria del oxígeno disuelto en las estaciones evaluadas durante el mes de mayo 2022, de lo cual se puede concluir que se observa un comportamiento sinusoidal con picos máximo en las horas de luz en todos los puntos analizados, a excepción de Juan Angola, lo cual infiere que los procesos naturales de procesos fotosintéticos son casi nulos en este último punto de medición. Los puntos Boca Grande, el Laguito y Puente Bazurto, tuvieron los picos máximos entre las 14:00 – 17:00 horas, lo cual concuerda con las horas de mayor intensidad de radiación solar, que a su vez contribuye a procesos de crecimiento de algas, y por ende de procesos fotosintéticos, de los cuales se deriva la producción de oxígeno. Asimismo, durante la franja horaria nocturna, se evidencia un comportamiento decreciente, lo cual es consecuente con lo expuesto anteriormente. Respecto a la estación Juan Angola, también se puede destacar que otro aspecto que afecta la variable de oxígeno en el agua, se debe a que este punto se encuentra ubicado en un canal donde hay poca velocidad de flujo, lo cual no contribuye a la oxigenación del agua por movimiento.

Ilustración 16 Perfil Horario (Oxígeno Disuelto)



Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

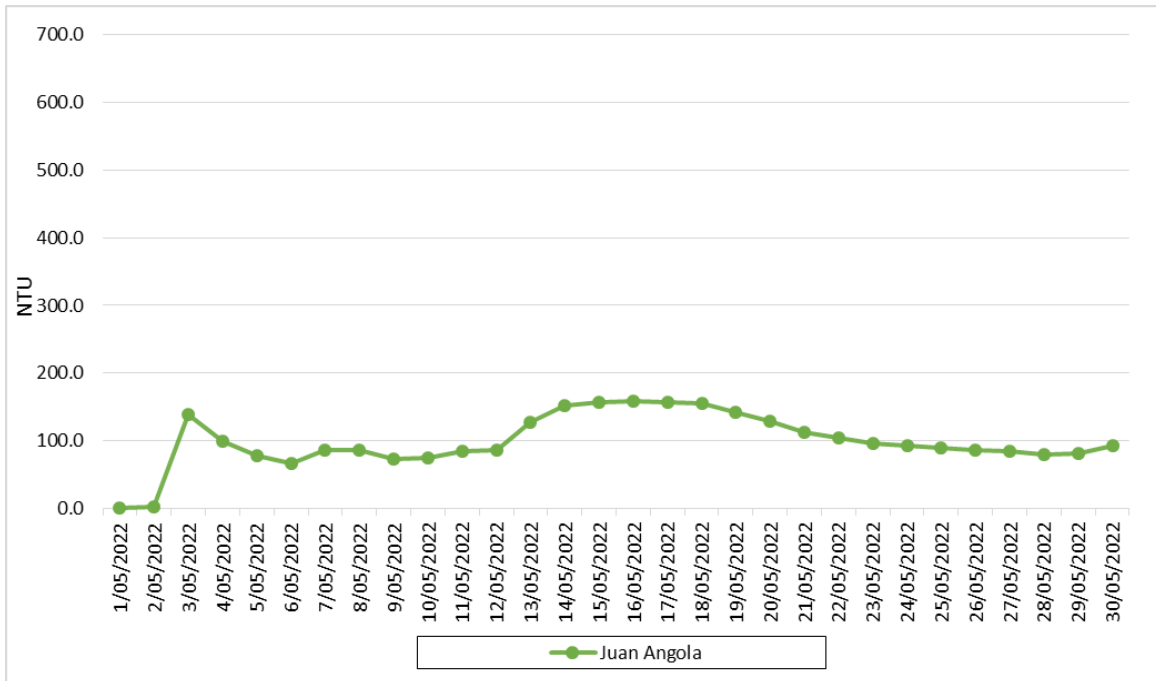
6.1.3 Turbidez

La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión; partículas que se ven influenciadas por el tamaño y velocidad de sedimentación de estas, siendo de naturaleza inorgánica u orgánica, como arcilla, fangos, bacterias, parásitos, algas, plancton, ácidos fúlvicos y coloides húmicos (Marco, Azario, Metzler, & Garcia,

2004).

En la Ilustración 17, es posible observar el comportamiento promedio diario de la turbidez en el punto Juan Angola, alcanzando un valor máximo de 159 NTU (16 mayo) y un valor mínimo de 0.65 NTU (1 mayo). Además, podría inferirse que con excepción de los dos primeros días del mes, no se observaron cambios drásticos en esta variable, con un promedio de 106.33 NTU y alta estabilidad en los datos.

Ilustración 17 Turbidez del agua marina estuarina en Juan Angola



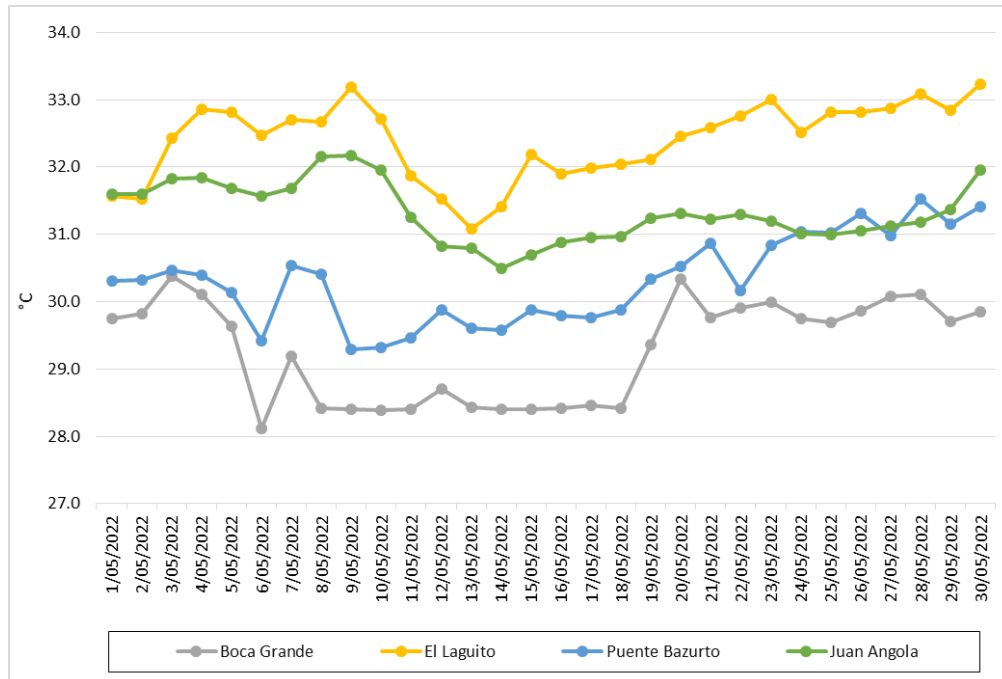
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

6.1.4 Temperatura

La temperatura del agua influye directamente en los procesos vitales en los ecosistemas, como la productividad primaria y la descomposición de materia orgánica (Esteves, 1998). Adicionalmente, afecta a variables como la densidad, viscosidad, saturación de oxígeno, entre otras. Este parámetro se ve afectado por la radiación solar y la temperatura de la zona. La temperatura del agua superficial en los diferentes puntos evaluados estuvo en un rango entre 28.11 y 33.24 °C.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Ilustración 18 Temperatura del agua marina estuarina



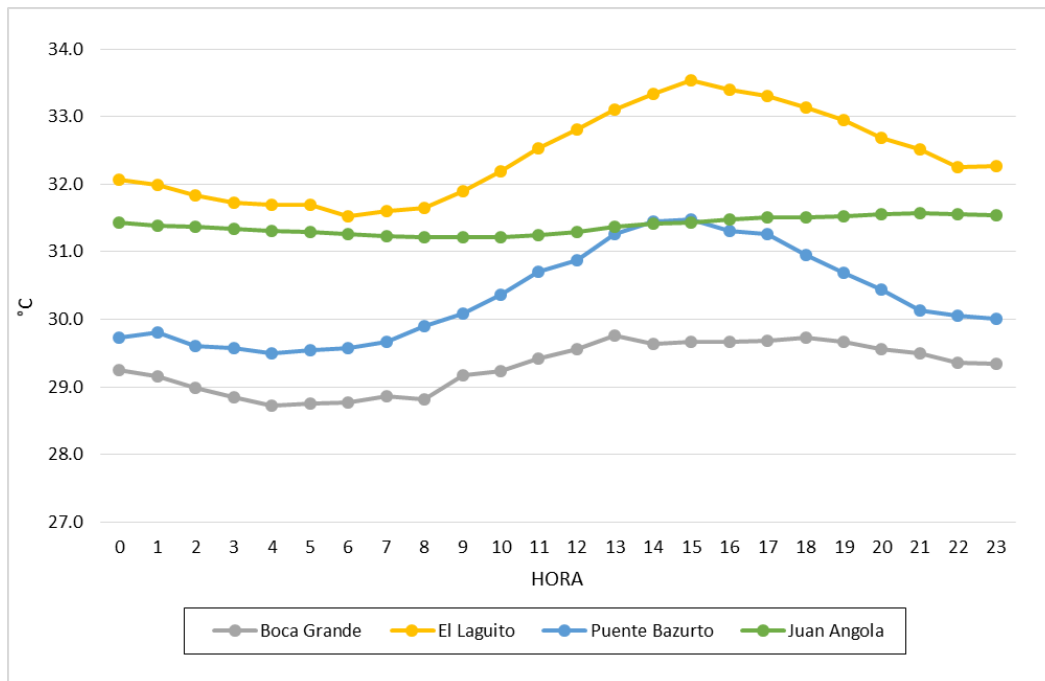
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

6.1.4.1 Perfil Horario (Temperatura)

El perfil horario denota el comportamiento del parámetro analizado en razón de las horas de día. En la Ilustración 19, se puede observar el comportamiento de la temperatura del agua que fue reportada en cada una de las estaciones durante el mes de mayo 2022, de lo cual se puede concluir que las temperaturas más altas registradas concuerdan con las horas del día donde se evidencia mayor radiación solar. Por el contrario, los valores más bajos reportados concuerdan con las horas nocturnas y de la madrugada, donde no hay influencia de la luz solar. Particularmente, en torno a la estación Juan Angola, se evidencia que la temperatura del agua reportada por la estación es la de menor variación significativa con respecto al perfil horario, debido a que el punto está ubicado en un canal con poca velocidad de flujo y menor incidencia de las olas y la marea, de lo cual se deriva que la temperatura sea más constante.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Ilustración 19 Perfil Horario (Temperatura)



Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

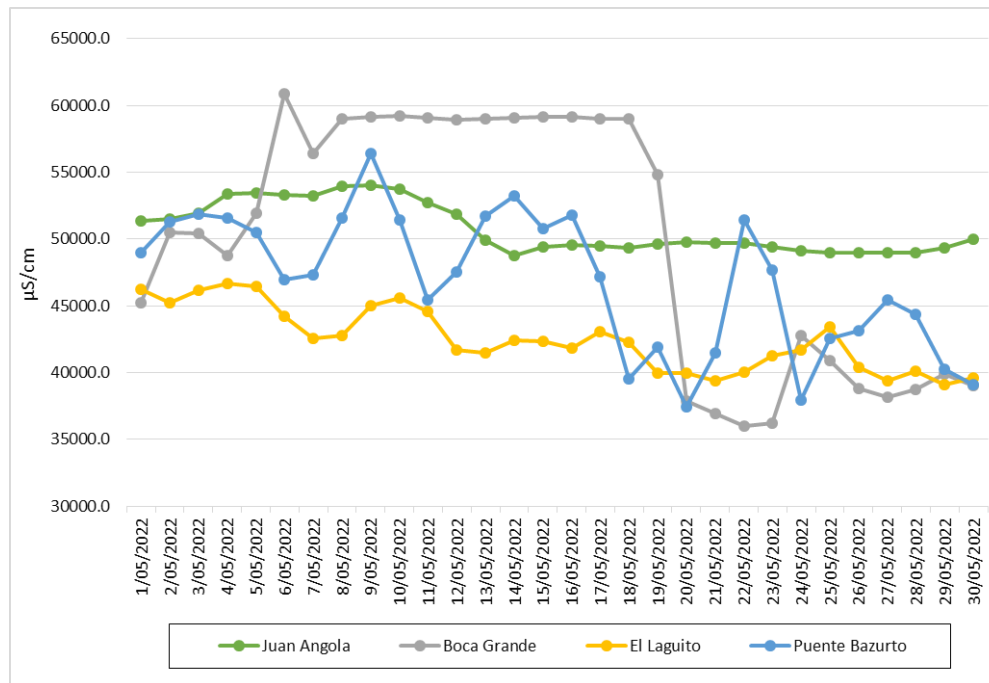
6.1.5 Conductividad

La conductividad es un indicativo de las sales disueltas en el agua y mide la cantidad de iones especialmente de Ca, Mg, Na, P, bicarbonatos, cloruros y sulfatos. (Sierra, 2011). En los trópicos, los valores de conductividad están más relacionados con la naturaleza geoquímica del terreno y su concentración varía principalmente con las épocas de lluvia y de sequía, y con su estado trófico. (Roldán & Ramírez, 2008).

En la Ilustración 20 es posible observar el comportamiento del agua marina evaluada durante el periodo del mes de mayo para la variable de conductividad; en este sentido, la estación Juan Angola registró valores desde 48786.81 $\mu\text{S/cm}$ hasta 54065.12 $\mu\text{S/cm}$, la estación Boca Grande reportó valores entre 36022.26 $\mu\text{S/cm}$ a 60893.51 $\mu\text{S/cm}$, la estación El laguito reportó valores mínimos promedio diarios de 39107.52 $\mu\text{S/cm}$ y valores máximos de 46699.49 $\mu\text{S/cm}$, y la estación Puente Bazaruto reportó un promedio máximo diario de 56417.85 $\mu\text{S/cm}$ y valor mínimo promedio diario de 37452.20 $\mu\text{S/cm}$. En general, las concentraciones encontradas son características de aguas marinas estuarinas y con presencia de fenómenos de lluvias.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Ilustración 20 Conductividad del agua marina estuarina



Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

6.1.6 Clorofila (Algas totales)

La clorofila A es el pigmento común a todos los organismos productores primarios y tiene relación directa con la productividad primaria y el desarrollo vegetal, por lo que es utilizado como un indicador indirecto de la biomasa algal en los sistemas acuáticos. Puede utilizarse como indicador del estado trófico considerando otros parámetros asociados (como nutrientes, composición biológica).

La normativa de referencia de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 1982), clasifica el estado trófico de los sistemas según la concentración de clorofila a (C_{la}) en las siguientes categorías:

Tabla 19 Clasificación del estado trófico

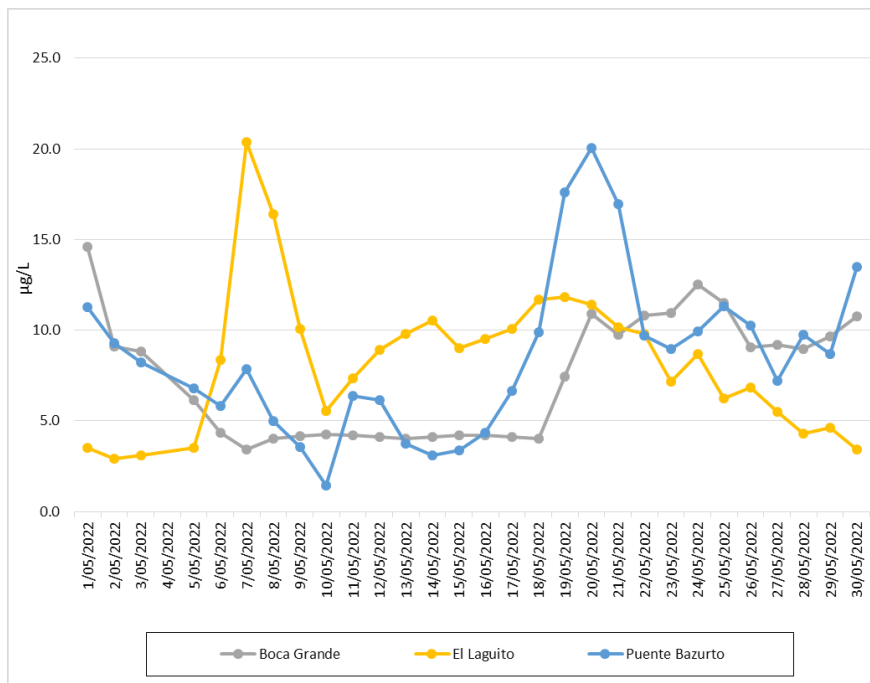
Clasificación	Concentración µg/L
Ultraoligotróficos	< 2.5
Oligotrófico	2.5 – 8.0
Mesotrófico	8.0 - 25
Eutrófico	25 - 75
Hipereutrófico	> 75

Fuente: OCDE, 1982

En la Ilustración 21 se observa el comportamiento de algas totales en promedio diarias por estación, la estación Puente Bazurto reportó valores desde 1.45 µg/L hasta 20.07 µg/L con un promedio de 8.45 µg/L, teniendo en cuenta lo establecido por la OCDE, su clasificación corresponde a estado

Mesotrófico; La estación Boca Grande reportó valores que oscilaron entre 3.42 $\mu\text{g/L}$ y 14.58 $\mu\text{g/L}$ con un promedio de 7.43 $\mu\text{g/L}$, teniendo en cuenta la clasificación de estado trófico de la OCDE, se encuentra en un estado Oligotrófico. La estación El Laguito reportó valores de clorofila oscilando entre 2.93 $\mu\text{g/L}$ y 20.36 $\mu\text{g/L}$, con un promedio mensual de 8.12 $\mu\text{g/L}$ ubicándose en un estado Mesotrófico, según la escala de clasificación establecido por la OCDE. Por otro lado, la estación Bazarro presentó el valor promedio más alto, la estación Laguito tuvo el pico máximo (7 mayo) y se destacan dos momentos pronunciados de niveles elevados de clorofila en Puente Bazarro (20 mayo) y Laguito (7 mayo).

Ilustración 21 Clorofila (Algas totales) del agua marina estuarina

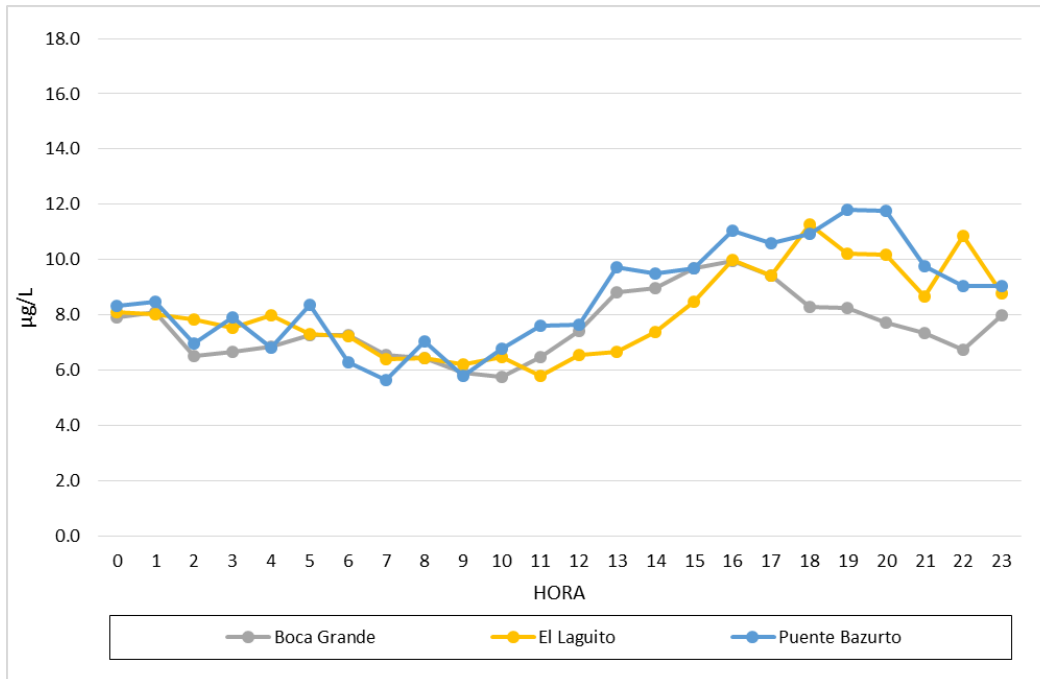


Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

6.1.6.1 Perfil Horario (Clorofila)

El perfil horario denota el comportamiento del parámetro analizado en razón de las horas de día. Durante el mes de mayo, se puede destacar que todas las estaciones se comportaron de forma sinusoidal con crecimientos en los momentos de mayor impacto solar y descensos en las horas de ausencia de luz, denotando la actividad constante de procesos fotosintéticos en toda la bahía. En la Ilustración 22 se evidencia de manera gráfica lo mencionado anteriormente.

Ilustración 22 Perfil Horario (Clorofila)



Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

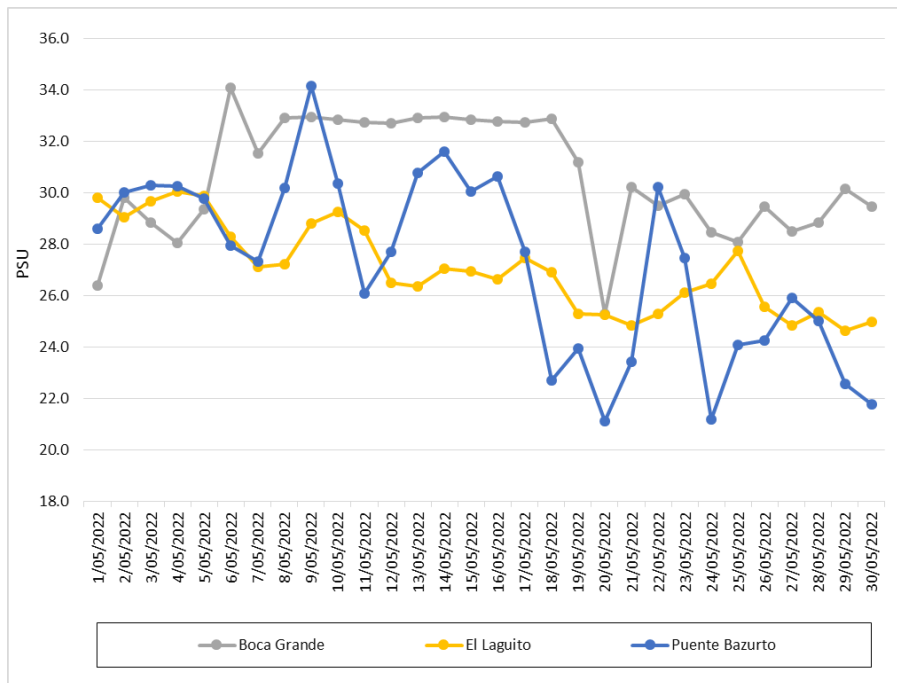
6.1.7 Salinidad

La salinidad es una medida de la cantidad de sales disueltas en agua. La salinidad y la conductividad están relacionadas porque la cantidad de iones disueltos aumentan los valores de ambas. Las sales en el mar son principalmente de cloruro de sodio (NaCl) seguida por sales formadas por magnesio, sulfato, calcio, potasio, ion de bicarbonato, entre otros, la salinidad normal del mar es de 35 mg/L. (colombia, 2006)

En la Ilustración 23 se observan las concentraciones de sal en el agua en cada una de las estaciones monitoreadas, en donde la estación Puente Bazurto reporto un valor máximo de 34.15 PSU y un promedio mensual de 27.23 PSU; La estación El Laguito registró valores entre 24.64 PSU y 30.05 PSU, con un promedio mensual de 27.06 PSU y la estación Boca Grande registró un máximo valor de 34.09 PSU y un promedio de 30.61 PSU.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Ilustración 23 Salinidad del agua marina estuarina



Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

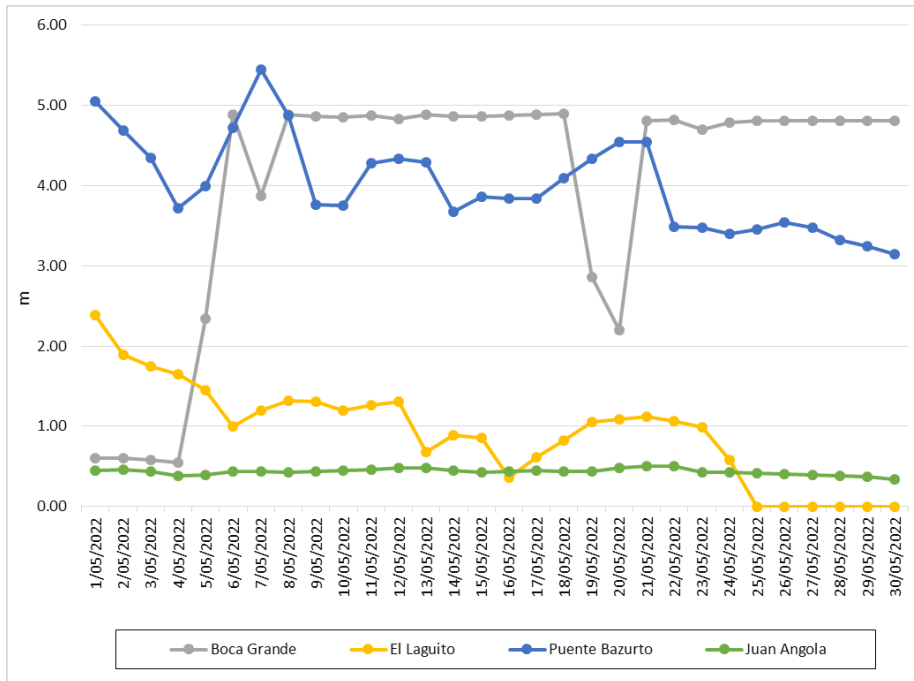
6.1.8 Profundidad

Para las estaciones de agua marina-estuarina, se realizó medición de la profundidad, la sonda EXO mide la profundidad del agua con un medidor de tensión sin ventilación, un transductor de galga extensiométrica diferencial, mide la presión con un lado del transductor expuesto al agua y el otro lado expuesto al vacío calculando la profundidad a partir de la presión ejercida por la columna de agua menos la presión atmosférica, factores que influyen en la medición, Las sondas EXO tienen aberturas de entrada para permitir que el agua actúe sobre el medidor de tensión.

En la Ilustración 24 se evidencia que la profundidad del agua en la estación Juan Angola osciló entre 0.34m y 0.51m durante el periodo de medición del mes de mayo, la estación Puente Bazurto registró valores de 3.14m a 5.44m de profundidad, la estación El Laguito osciló entre 0m y 2.38m de profundidad y la estación Boca Grande registró valores de profundidad promedio de 4.0 m.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Ilustración 24 Profundidad de los puntos evaluados como agua marina estuarina



Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

Por último, es preciso añadir que se presenta un inconveniente de registro del valor de profundidad en la estación Laguito que se está revisando.

(Espacio intencionalmente en blanco)

7. CÁLCULO DEL ICAM_{FF}

El índice de calidad ambiental de agua (ICAM) es un indicador de estado que facilita la interpretación de las condiciones naturales y el impacto antropogénico de las actividades humanas sobre el recurso hídrico marino y costero, con un enfoque para la preservación de "Flora y fauna (ICAMPFF). La formulación tiene una escala de cinco categorías de calidad definidas entre 0 y 100 (Tabla 20) y permite resumir la información de ocho variables (oxígeno disuelto, pH, nitratos, ortofosfatos, sólidos suspendidos, hidrocarburos disueltos y dispersos, y coliformes termo tolerantes). Estas variables representan según sus valores de aceptación o rechazo una calidad o condición del agua en función de los valores de referencias de normas nacionales o internacionales considerados aptos para proteger el hábitat de una especie o una comunidad en los ecosistemas costeros (Vivas-Aguas et al., 2014).

Tabla 20 Escala de valoración del índice de calidad de aguas marinas y costeras (ICAM)

Escala de calidad	Color	Categorías	Descripción
Óptima	Azul	100-90	Calidad excelente del agua
Adecuada	Verde	90-70	Agua con buenas condiciones para la vida acuática
Aceptable	Amarillo	70-50	Agua que conserva buenas condiciones y pocas restricciones de uso
Inadecuada	Naranja	50-25	Agua que presenta muchas restricciones de uso
Pésima	Rojo	25-0	Aguas con muchas restricciones que no permiten un uso adecuado

Fuente: Protocolo indicador de calidad de agua ICAMPFF

Para el presente estudio se realizó la determinación del ICAM_{FF} de manera subjetiva por la limitante de ser calculado con un mínimo de dos (2) parámetros medidos (Oxígeno Disuelto y pH), el cálculo se realizó de manera diaria para los puntos definidos como marinos y estuarinos para el mes de mayo. Para el cálculo se utilizó la plataforma en línea Redcam (Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia)¹ y se obtuvo un valor de confianza de resultado de 28%. En la Tabla 21 se observan los valores obtenidos.

(Espacio intencionalmente en blanco)

¹ Cálculo ICAM en línea: <https://siam.invemar.org.co/redcam-icam>

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Tabla 21 Clasificación del ICAM_{FF} para todos los puntos de interés

ICAM _{FF}								
FECHA	Boca Grande		El Laguito		Puente Bazurto		Juan Angola	
1/05/2022	91.96	Adecuada	83.29	Adecuada	91.86	Aceptable	10.45	Pésima
2/05/2022	92.81	Adecuada	81.43	Adecuada	86.24	Aceptable	7.78	Pésima
3/05/2022	92.69	Adecuada	79.56	Adecuada	84.45	Aceptable	6.51	Pésima
4/05/2022	92.38	Adecuada	76.12	Adecuada	83.20	Inadecuada	8.41	Pésima
5/05/2022	89.16	Adecuada	75.29	Adecuada	80.93	Aceptable	7.99	Pésima
6/05/2022	73.04	Adecuada	68.47	Adecuada	76.96	Aceptable	8.77	Pésima
7/05/2022	85.04	Adecuada	71.82	Adecuada	82.09	Aceptable	8.18	Pésima
8/05/2022	81.29	Adecuada	70.63	Adecuada	81.99	Aceptable	11.97	Pésima
9/05/2022	81.20	Adecuada	72.86	Adecuada	66.29	Aceptable	11.68	Pésima
10/05/2022	81.20	Adecuada	68.65	Adecuada	75.09	Aceptable	8.87	Pésima
11/05/2022	81.20	Adecuada	70.00	Adecuada	83.24	Aceptable	8.04	Pésima
12/05/2022	85.25	Adecuada	84.39	Adecuada	82.46	Aceptable	6.56	Pésima
13/05/2022	81.39	Adecuada	84.67	Adecuada	70.54	Inadecuada	5.78	Pésima
14/05/2022	81.20	Adecuada	86.96	Adecuada	70.09	Aceptable	2.60	Pésima
15/05/2022	81.11	Adecuada	88.23	Adecuada	70.14	Aceptable	2.66	Pésima
16/05/2022	81.20	Adecuada	87.16	Adecuada	63.94	Aceptable	3.55	Pésima
17/05/2022	81.66	Adecuada	82.45	Adecuada	75.83	Aceptable	3.03	Pésima
18/05/2022	81.29	Adecuada	85.49	Adecuada	80.28	Aceptable	4.59	Pésima
19/05/2022	86.54	Adecuada	94.05	Adecuada	86.62	Aceptable	4.68	Pésima
20/05/2022	93.10	Adecuada	93.14	Adecuada	93.02	Aceptable	4.77	Pésima
21/05/2022	90.80	Adecuada	93.05	Adecuada	85.77	Aceptable	9.13	Pésima
22/05/2022	92.17	Adecuada	88.43	Adecuada	75.67	Aceptable	9.58	Pésima
23/05/2022	93.22	Adecuada	83.34	Adecuada	85.27	Aceptable	12.04	Pésima
24/05/2022	93.02	Adecuada	84.90	Adecuada	91.55	Inadecuada	8.66	Pésima
25/05/2022	93.46	Adecuada	72.05	Adecuada	88.00	Aceptable	4.88	Pésima
26/05/2022	92.33	Adecuada	76.33	Adecuada	85.61	Aceptable	4.45	Pésima
27/05/2022	92.33	Adecuada	78.27	Adecuada	79.84	Aceptable	4.84	Pésima
28/05/2022	92.48	Adecuada	72.66	Adecuada	83.50	Aceptable	4.85	Pésima
29/05/2022	91.55	Adecuada	69.95	Adecuada	85.44	Aceptable	4.84	Pésima
30/05/2022	92.90	Adecuada	66.06	Aceptable	89.90	Aceptable	9.38	Pésima
31/05/2022	93.42	Adecuada	66.29	Adecuada	90.26	Aceptable	11.73	Pésima

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

(Espacio intencionalmente en blanco)



8. RESULTADOS Y ANÁLISIS AGUA CÁLIDA DULCE

8.1 RESULTADOS IN SITU

En el presente capítulo se exponen los resultados de monitoreo de calidad de agua registrados por los equipos automáticos instalados en las estaciones hidrológicas durante el mes de mayo del año 2022. Los resultados obtenidos, son analizados teniendo en cuenta los estándares permisibles de calidad del agua cálida dulce, contempladas en el Artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 del 2015 del MADS.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Tabla 22 Resultados de los parámetros In-Situ (pH)

pH (Unidades)			DECRETO 1076 DE 2015
ID	CAR-AG1	CAR-AG2	ARTÍCULO
FECHA	Ciénaga de la Virgen (Descarga)	Juan Gómez	2.2.3.3.9.10.
1/05/2022	7.17	9.04	4.5-9.0
2/05/2022	7.08	8.99	
3/05/2022	7.10	9.06	
4/05/2022	6.95	8.99	
5/05/2022	6.45	9.05	
6/05/2022	6.35	9.00	
7/05/2022	6.61	9.04	
8/05/2022	6.49	9.12	
9/05/2022	6.47	9.09	
10/05/2022	6.39	9.05	
11/05/2022	6.85	9.04	
12/05/2022	7.77	9.02	
13/05/2022	7.64	9.05	
14/05/2022	7.64	9.02	
15/05/2022	7.99	8.98	
16/05/2022	8.17	9.05	
17/05/2022	8.07	9.01	
18/05/2022	8.31	9.04	
19/05/2022	8.13	9.03	
20/05/2022	7.99	9.06	
21/05/2022	7.88	9.04	
22/05/2022	7.92	8.99	
23/05/2022	7.68	9.04	
24/05/2022	7.70	9.00	
25/05/2022	7.62	9.03	
26/05/2022	7.50	9.01	
27/05/2022	7.59	9.04	
28/05/2022	7.53	9.03	
29/05/2022	7.56	8.99	
30/05/2022	7.19	9.03	
31/05/2022	7.23	9.04	
Promedio	7.39	9.03	
Máximo	8.31	9.12	
Mínimo	6.35	8.98	

NM- Parámetro no medido
Art 2.2.3.3.9.10. Criterios de calidad para preservación de flora y fauna

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Tabla 23 Resultados de los parámetros In-Situ (Oxígeno Disuelto)

Oxígeno Disuelto (mg/L)			DECRETO 1076 DE 2015
ID	CAR-AG1	CAR-AG2	ARTÍCULO
FECHA	Ciénaga de la Virgen (Descarga)	Juan Gómez	2.2.3.3.9.10.
1/05/2022	0.25	8.08	4.0
2/05/2022	0.33	7.96	
3/05/2022	0.46	8.21	
4/05/2022	0.37	7.86	
5/05/2022	0.32	8.14	
6/05/2022	0.27	7.92	
7/05/2022	0.31	7.95	
8/05/2022	0.31	8.25	
9/05/2022	0.35	8.41	
10/05/2022	0.31	8.13	
11/05/2022	0.27	8.19	
12/05/2022	0.24	7.96	
13/05/2022	0.22	8.15	
14/05/2022	0.20	8.03	
15/05/2022	0.25	7.88	
16/05/2022	0.21	8.24	
17/05/2022	0.20	7.96	
18/05/2022	0.20	8.12	
19/05/2022	0.20	8.00	
20/05/2022	0.22	8.19	
21/05/2022	0.20	8.09	
22/05/2022	0.22	7.82	
23/05/2022	0.21	8.16	
24/05/2022	0.21	7.94	
25/05/2022	0.22	8.07	
26/05/2022	0.21	7.98	
27/05/2022	0.24	8.10	
28/05/2022	0.21	8.08	
29/05/2022	0.23	7.86	
30/05/2022	0.24	8.04	
31/05/2022	0.26	8.25	
Promedio	0.26	8.07	
Máximo	0.46	8.41	
Mínimo	0.20	7.82	
NM- Parámetro no medido Art 2.2.3.3.9.10. Criterios de calidad para preservación de flora y fauna			

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Tabla 24 Resultados de los parámetros In-Situ (Turbidez)

Turbidez (NTU)			DECRETO 1076 DE 2015
ID	CAR-AG1	CAR-AG2	ARTÍCULO
FECHA	Ciénaga de la Virgen (Descarga)	Juan Gómez	2.2.3.3.9.10.
1/05/2022	131.76	0.30	N/A
2/05/2022	95.65	0.30	
3/05/2022	85.86	0.34	
4/05/2022	71.27	0.39	
5/05/2022	60.01	0.31	
6/05/2022	136.21	0.36	
7/05/2022	75.89	0.34	
8/05/2022	49.07	0.32	
9/05/2022	50.95	3.46	
10/05/2022	48.20	0.32	
11/05/2022	52.77	0.35	
12/05/2022	40.16	0.34	
13/05/2022	41.95	0.32	
14/05/2022	52.38	0.34	
15/05/2022	61.38	0.35	
16/05/2022	48.91	0.34	
17/05/2022	54.12	0.34	
18/05/2022	37.99	0.34	
19/05/2022	43.20	0.33	
20/05/2022	23.69	0.33	
21/05/2022	44.39	0.34	
22/05/2022	26.55	0.34	
23/05/2022	35.53	0.33	
24/05/2022	49.07	0.33	
25/05/2022	25.12	0.33	
26/05/2022	54.97	0.34	
27/05/2022	17.21	0.34	
28/05/2022	50.35	0.34	
29/05/2022	942.49	0.34	
30/05/2022	256.02	0.34	
31/05/2022	129.15	0.35	
Promedio	92.10	0.44	
Máximo	942.49	3.46	
Mínimo	17.21	0.30	

NM- Parámetro no medido
Art 2.2.3.3.9.10. Criterios de calidad para preservación de flora y fauna

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Tabla 25 Resultados de los parámetros In-Situ (Temperatura)

Temperatura (°C)			DECRETO 1076 DE 2015
ID	CAR-AG1	CAR-AG2	ARTÍCULO
FECHA	Ciénaga de la Virgen (Descarga)	Juan Gómez	2.2.3.3.9.10.
1/05/2022	32.07	30.70	N/A
2/05/2022	33.36	30.69	
3/05/2022	34.74	30.77	
4/05/2022	34.83	30.69	
5/05/2022	34.14	30.74	
6/05/2022	31.61	30.60	
7/05/2022	32.78	30.60	
8/05/2022	34.38	30.78	
9/05/2022	35.01	30.82	
10/05/2022	34.23	30.72	
11/05/2022	32.68	30.73	
12/05/2022	32.25	30.61	
13/05/2022	32.49	30.72	
14/05/2022	31.87	30.68	
15/05/2022	32.55	30.56	
16/05/2022	32.78	30.76	
17/05/2022	31.56	30.62	
18/05/2022	31.67	30.70	
19/05/2022	32.44	30.63	
20/05/2022	33.58	30.73	
21/05/2022	32.93	30.68	
22/05/2022	34.72	30.61	
23/05/2022	34.17	30.73	
24/05/2022	32.65	30.62	
25/05/2022	32.85	30.67	
26/05/2022	32.82	30.63	
27/05/2022	33.98	30.69	
28/05/2022	34.33	30.69	
29/05/2022	34.02	30.59	
30/05/2022	33.64	30.67	
31/05/2022	34.00	30.73	
Promedio	33.24	30.68	
Máximo	35.01	30.82	
Mínimo	31.56	30.56	

NM- Parámetro no medido
Art 2.2.3.3.9.10. Criterios de calidad para preservación de flora y fauna

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Tabla 26 Resultados de los parámetros In-Situ (Conductividad)

Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)			DECRETO 1076 DE 2015
ID	CAR-AG1	CAR-AG2	ARTÍCULO
FECHA	Ciénaga de la Virgen (Descarga)	Juan Gómez	2.2.3.3.9.10.
1/05/2022	45287.9	198.3	N/A
2/05/2022	53002.5	199.7	
3/05/2022	54692.5	201.3	
4/05/2022	54768.9	199.7	
5/05/2022	55244.8	202.3	
6/05/2022	34520.6	201.6	
7/05/2022	52144.6	200.8	
8/05/2022	56940.9	202.2	
9/05/2022	57541.6	130.5	
10/05/2022	56245.5	202.1	
11/05/2022	53145.5	202.3	
12/05/2022	54881.8	201.4	
13/05/2022	55128.2	201.8	
14/05/2022	54249.1	201.5	
15/05/2022	54703.5	201.3	
16/05/2022	55718.2	201.8	
17/05/2022	54678.3	201.4	
18/05/2022	55832.5	201.7	
19/05/2022	53112.1	201.5	
20/05/2022	56383.3	200.7	
21/05/2022	50263.3	199.0	
22/05/2022	57706.5	200.3	
23/05/2022	57626.3	201.4	
24/05/2022	45073.3	200.2	
25/05/2022	50066.1	200.6	
26/05/2022	42222.7	201.1	
27/05/2022	54024.6	201.7	
28/05/2022	46657.0	201.1	
29/05/2022	52729.1	201.6	
30/05/2022	38854.5	201.5	
31/05/2022	42402.4	201.3	
Promedio	52114.85	198.74	
Máximo	57706.54	202.31	
Mínimo	34520.59	130.50	
NM- Parámetro no medido Art 2.2.3.3.9.10. Criterios de calidad para preservación de flora y fauna			

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Tabla 27 Resultados de los parámetros In-Situ (Profundidad)

Profundidad (m)			DECRETO 1076 DE 2015
ID	CAR-AG1	CAR-AG2	ARTÍCULO
FECHA	Ciénaga de la Virgen (Descarga)	Juan Gómez	2.2.3.3.9.10.
1/05/2022	0.39	7.09	N/A
2/05/2022	0.44	7.06	
3/05/2022	0.42	7.02	
4/05/2022	0.37	6.93	
5/05/2022	0.38	7.14	
6/05/2022	0.44	7.13	
7/05/2022	0.43	7.07	
8/05/2022	0.43	7.08	
9/05/2022	0.44	7.02	
10/05/2022	0.45	7.13	
11/05/2022	0.40	7.16	
12/05/2022	0.39	7.11	
13/05/2022	0.38	7.09	
14/05/2022	0.36	7.11	
15/05/2022	0.35	7.10	
16/05/2022	0.36	7.09	
17/05/2022	0.37	7.11	
18/05/2022	0.37	7.10	
19/05/2022	0.36	7.11	
20/05/2022	0.41	7.10	
21/05/2022	0.44	7.06	
22/05/2022	0.42	7.08	
23/05/2022	0.37	7.08	
24/05/2022	0.37	7.11	
25/05/2022	0.37	7.09	
26/05/2022	0.38	7.10	
27/05/2022	0.35	7.10	
28/05/2022	0.34	7.09	
29/05/2022	0.34	7.09	
30/05/2022	0.33	7.10	
31/05/2022	0.31	7.12	
Promedio	0.39	7.09	
Máximo	0.45	7.16	
Mínimo	0.34	6.93	
NM- Parámetro no medido Art 2.2.3.3.9.10. Criterios de calidad para preservación de flora y fauna			

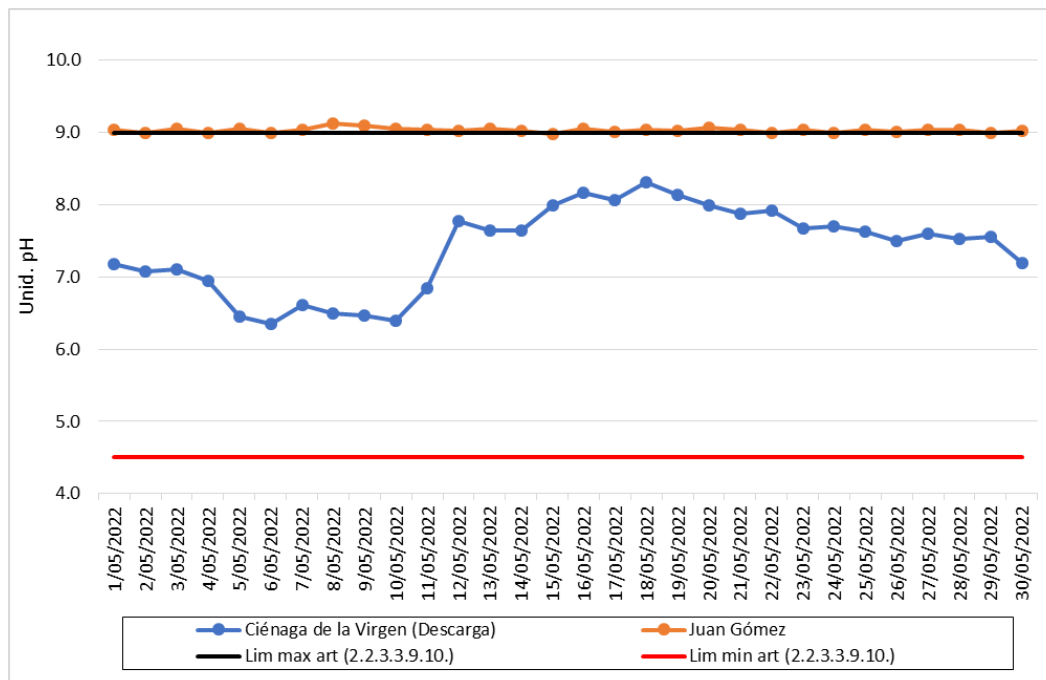
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

8.1.1 pH

El pH condiciona los procesos químicos que se pueden dar en el sistema, como la solubilidad de los metales, además de afectar ciertos organismos que son sensibles a cambios de esta variable. Existen factores que pueden modificar el pH, como: floración de algas, actividad bacteriana, el vertimiento de aguas residuales, la escorrentía con contaminantes, entre otros (Orhel y Register, 2006).

Para la estación Juan Gómez los valores de pH en aguas superficiales para el mes de mayo oscilaron entre 8.98 a 9.12 unidades. Además, se evidencia que durante 24 días, el pH estuvo por encima de del límite máximo establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 del 2015, aclarando que en todas las ocasiones, la diferencia es de menos de 0.15 unidades. Por otro lado, la estación Ciénaga de la virgen (Descarga) reportó valores de 6.35 a 8.31 unidades, encontrándose dentro de los límites establecidos en el artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 del 2015. (Ver Ilustración 25).

Ilustración 25 pH del Agua Cálida Dulce

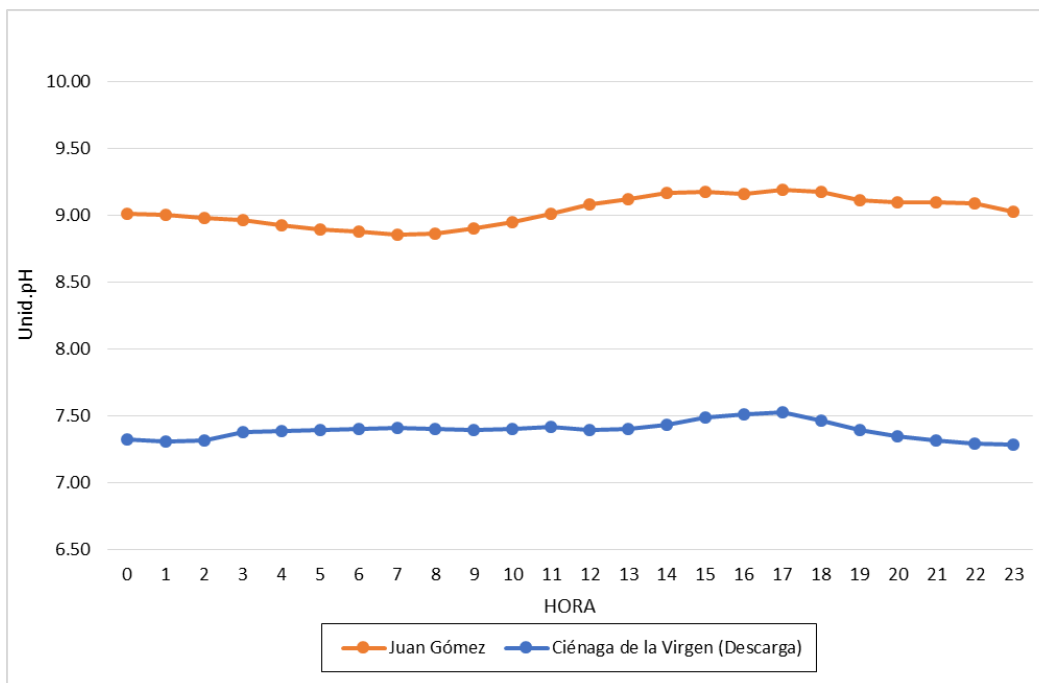


Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

8.1.1.1 Perfil Horario (pH)

El perfil horario denota el comportamiento del parámetro analizado en razón de las horas de día, durante el mes de mayo, se puede observar en la Ilustración 26 que el pH de la estación Juan Gómez, en la franja horaria diurna aumenta ligeramente y lentamente hasta llegar al pico máximo sobre las 14:00 – 17:00 horas, mientras que durante la franja horaria nocturna, se evidencia que el comportamiento del pH es decreciente. Por otro lado, la estación Ciénaga de la virgen (Descarga) evidencia un comportamiento poco variable y sin clara tendencia con respecto al perfil horario.

Ilustración 26 Perfil Horario (pH)



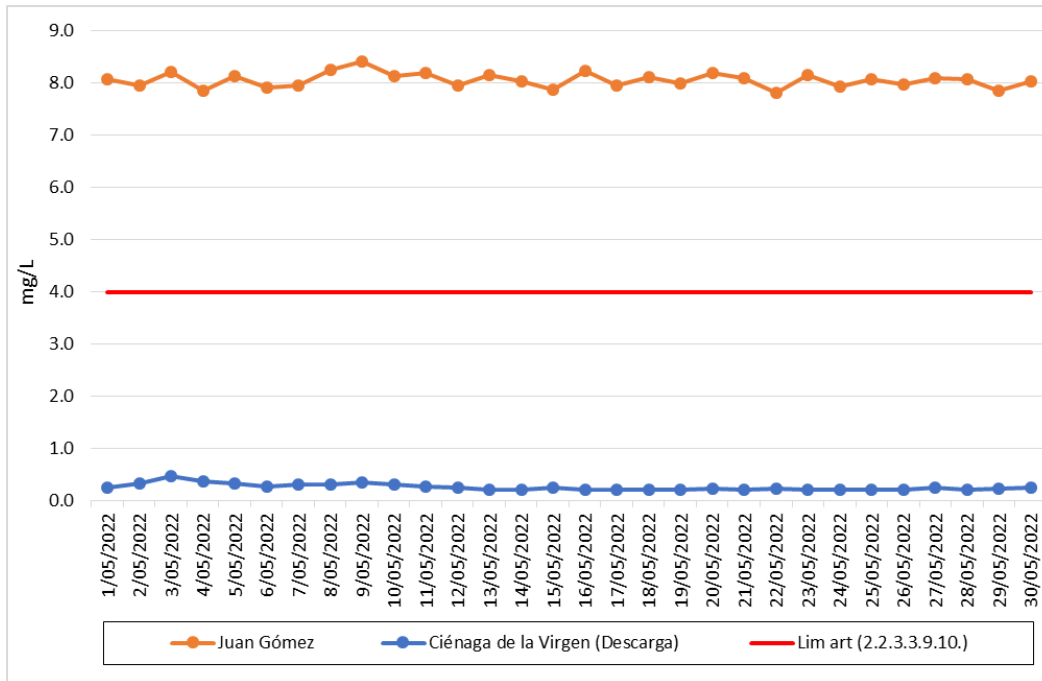
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

8.1.2 Oxígeno disuelto

El oxígeno es uno de los factores más importantes que debe ser medido en el agua. Las fuentes de oxígeno son la precipitación, la difusión del aire en el agua, la fotosíntesis, los afluentes y la agitación moderada. El consumo de oxígeno ocurre por respiración de plantas, animales, demandas bioquímica, química y bentónica de oxígeno, los afluentes, la agitación excesiva, la extensión del periodo de estratificación térmica y el sedimento. (Roldán & Ramírez, 2008).

El Decreto 1076 de 2015 en el artículo 2.2.3.3.9.10 establece que la concentración de oxígeno disuelto para preservación y conservación de la flora y fauna debe ser superior a 4 mg/L, en la estación Juan Gómez se presentaron valores superiores al límite indicado en la normatividad de referencia; en lo correspondiente a la estación Ciénaga de la virgen (Descarga), el comportamiento del oxígeno fue bajo, registrando valores entre 0.20 mg/L a 0.46 mg/L, encontrándose por debajo del límite permisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 del decreto 1076 de 2015. (Ver Ilustración 27)

Ilustración 27 Oxígeno Disuelto del Agua Cálida Dulce



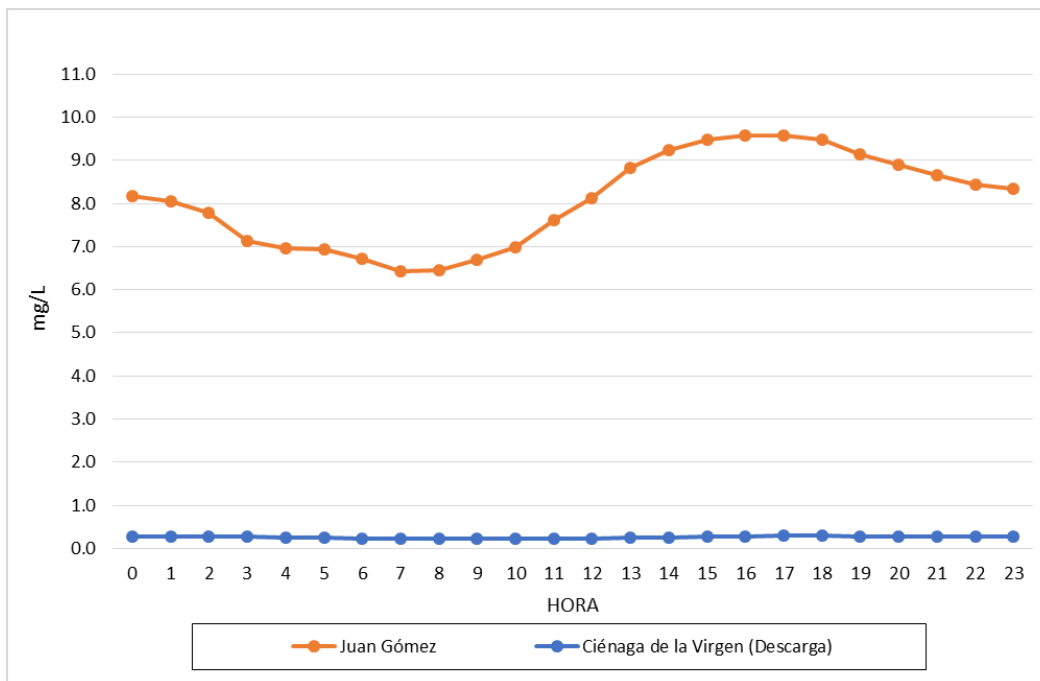
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

8.1.2.1 Perfil Horario (Oxígeno Disuelto)

El perfil horario denota el comportamiento del parámetro analizado en razón de las horas de día. Durante el mes de mayo, en la Ilustración 28, se puede observar el comportamiento del oxígeno disuelto en la estación Juan Gómez y estación Ciénaga de la virgen, de lo cual se puede concluir que la estación Juan Gómez tuvo un comportamiento exponencial creciente en el rango de la franja horaria desde las 08:00 a 16:00, lo cual concuerda con las horas de mayor intensidad de radiación solar, lo cual contribuye a procesos de desarrollo de algas bénticas y fitoplancton y por ende procesos fotosintéticos, del cual se deriva la producción de oxígeno, por esta razón en este rango horario los niveles de oxígeno alcanzan sus niveles más altos; mientras que, en la franja horaria de las 17:00 pm a 23:00 pm y 00:00 am a 6:00 am (Horas de la noche y madrugada), se registró un comportamiento decreciente en los registros de oxígeno. Por otro lado, la estación ciénaga de la virgen (Descarga), no presentó variabilidad en los registros con respecto al perfil horario, esto se debe posiblemente a que el agua tiene poco movimiento de flujo o se encuentra estancada.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Ilustración 28 Perfil Horario (Oxígeno Disuelto)



Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

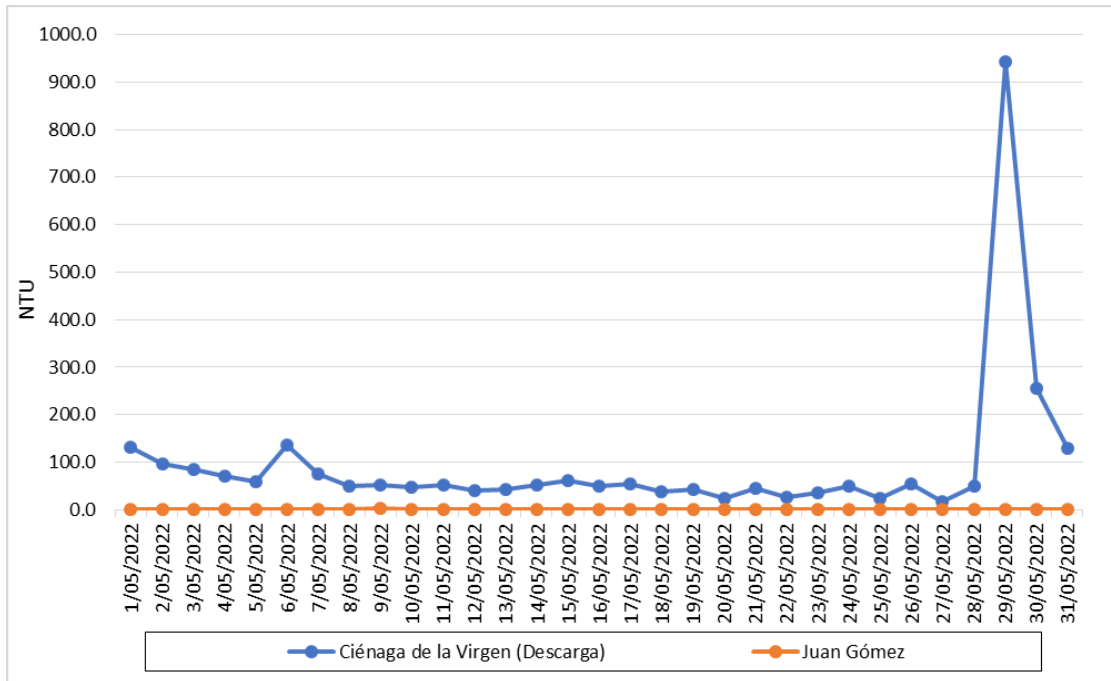
8.1.3 Turbidez

La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión; partículas que se ven influenciadas por el tamaño y velocidad de sedimentación de estas, siendo de naturaleza inorgánica u orgánica, como arcilla, fangos, bacterias, parásitos, algas, plancton, ácidos fúlvicos y coloides húmicos (Marco, Azario, Metzler, & Garcia, 2004).

En la Ilustración 29 se presentan los resultados de turbiedad reportados, en la estación Juan Gómez y estación Ciénaga de la virgen (Descarga), durante el mes de mayo, los valores oscilaron entre 0.3 NTU a 3.46 NTU con un promedio mensual de 0.44 NTU para la estación Juan Gómez, y entre 17.21 NTU a 942.49 NTU con un promedio mensual de 93.30 NTU para la estación Ciénaga de la virgen (Descarga). Este pico máximo inusual pudo deberse a algún movimiento fuerte de agua motivado por las lluvias fuertes.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Ilustración 29 Turbidez del Agua Cálida Dulce



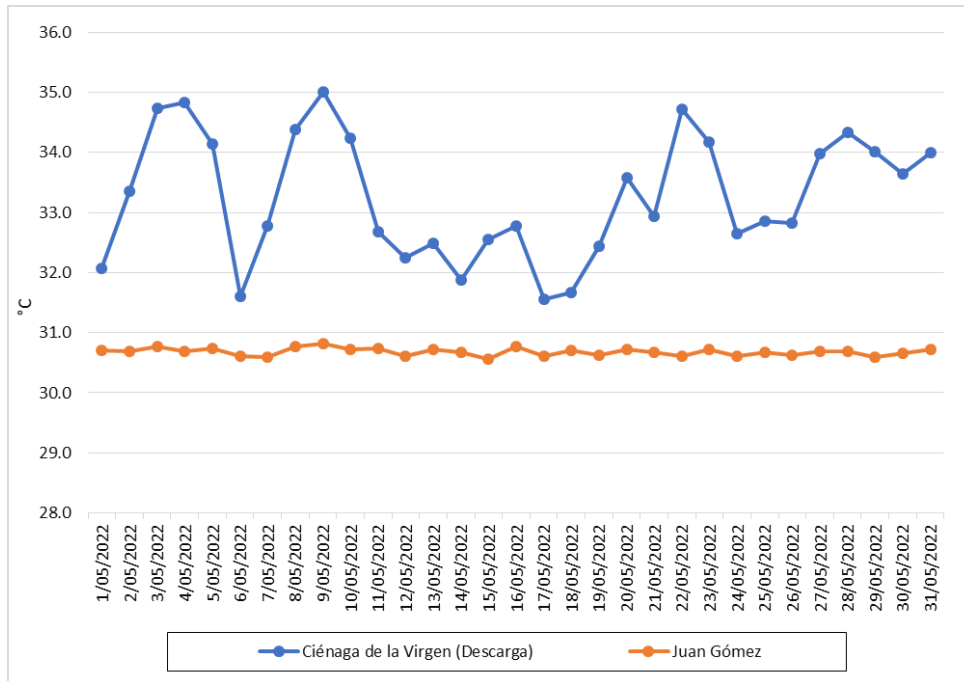
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

8.1.4 Temperatura

La temperatura del agua influye directamente en los procesos vitales en los ecosistemas como la productividad primaria y la descomposición de materia orgánica (Esteves, 1998), adicionalmente afecta a variables como la densidad, la viscosidad, la saturación de oxígeno entre otras. Este parámetro se ve afectado por la radiación solar y la temperatura de la zona. La temperatura del agua superficial en los diferentes puntos evaluados estuvo en un rango entre 30.56 y 35.01 °C.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Ilustración 30 Temperatura del Agua Cálida Dulce



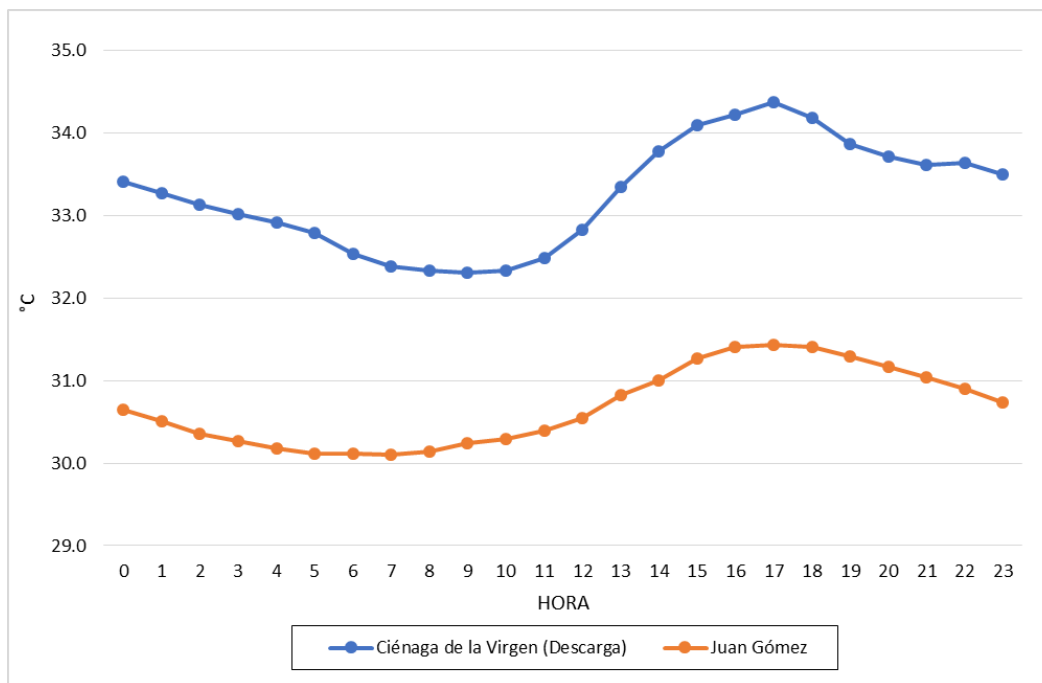
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

8.1.4.1 Perfil Horario (Temperatura)

El perfil horario denota el comportamiento del parámetro analizado en razón de las horas de día. Durante el mes de mayo, en la Ilustración 31, se puede observar el comportamiento de la temperatura del agua que fue reportada en la estación Juan Gómez y estación Ciénaga de la Virgen (Descarga); de lo cual se puede concluir que las temperaturas más altas registradas concuerdan con las horas del día donde se evidencia mayor impacto de radiación solar, la cual se encuentra en la franja horaria diurna, los valores más bajos reportados concuerdan con las horas nocturnas y de la madrugada donde no hay influencia de radiación solar.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Ilustración 31 Perfil Horario (Temperatura)



Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

8.1.5 Conductividad

La conductividad es un indicativo de las sales disueltas en el agua y mide la cantidad de iones especialmente de Ca, Mg, Na, P, bicarbonatos, cloruros y sulfatos. (Sierra, 2011). En los trópicos, los valores de conductividad están más relacionados con la naturaleza geoquímica del terreno y su concentración varía principalmente con las épocas de lluvia y de sequía, y con su estado trófico. (Roldán & Ramírez, 2008).

Tabla 28 Relación conductividad - Mineralización

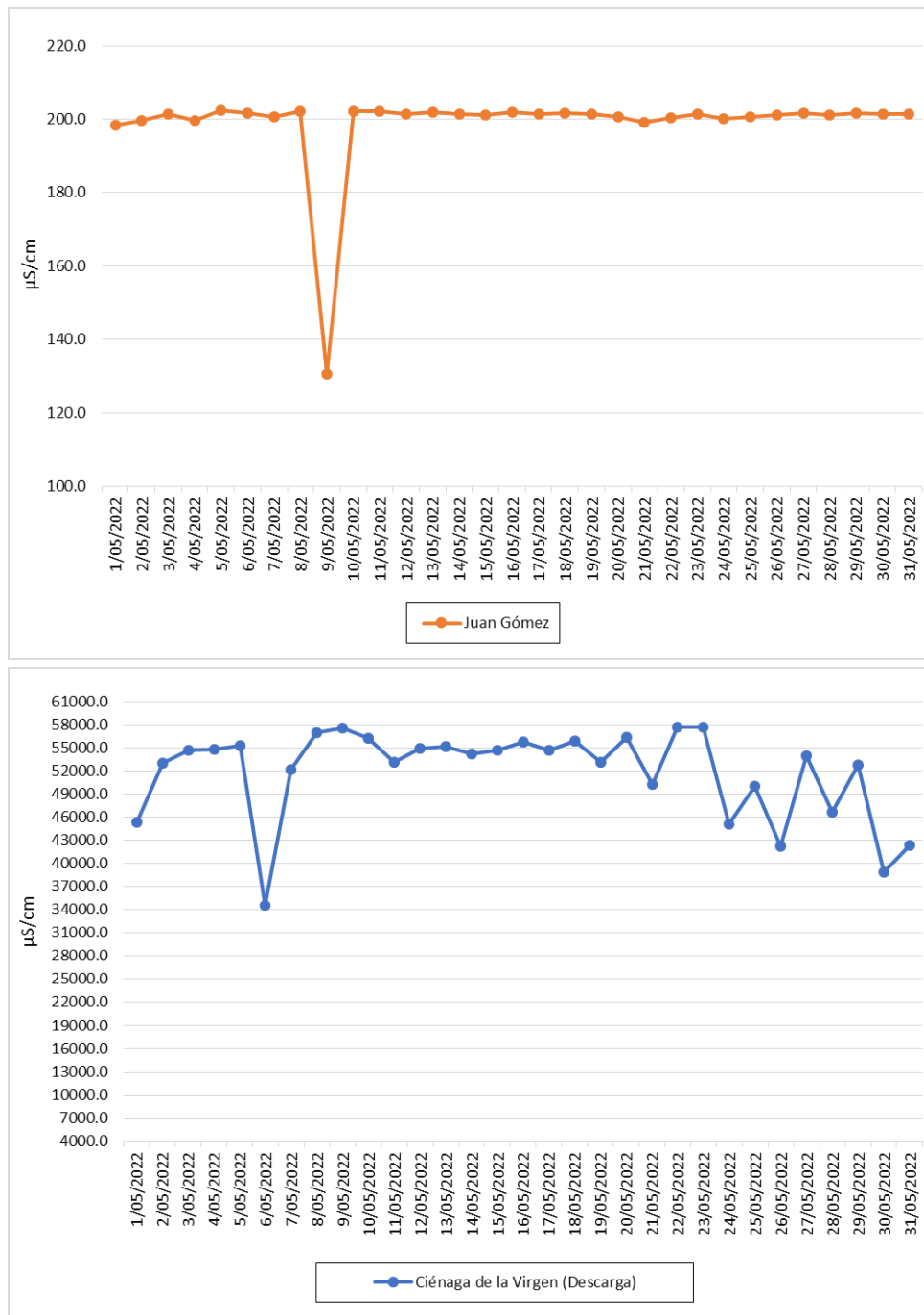
Valor de Conductividad	Grado de Mineralización
Conductividad < 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Muy débil
100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ < Conductividad < 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Débil
200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ < Conductividad < 333 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Media
333 $\mu\text{S}/\text{cm}$ < Conductividad < 666 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Media acentuada
666 $\mu\text{S}/\text{cm}$ < Conductividad < 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Importante
Conductividad > 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Elevada

Fuente: (Rodier, 2009)

En la Ilustración 32 se observa el comportamiento de la conductividad en el mes de mayo que reportó la estación Juan Gómez y la estación Ciénaga de la virgen (Descarga); los valores oscilan entre 130.51 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 202.31 $\mu\text{S}/\text{cm}$, encontrando que el punto de muestreo Juan Gómez se clasifica como “débil” y/o “media” (principalmente débil); el punto de muestreo Ciénaga de la virgen (Descarga) reportó valores de conductividad entre 34520.59 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 57706.54 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de lo cual se puede evidenciar alta influencia del agua de mar, por los valores de conductividad elevados

registrados durante el periodo analizado del mes de mayo.

Ilustración 32 Conductividad del Agua Cálida Dulce



Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

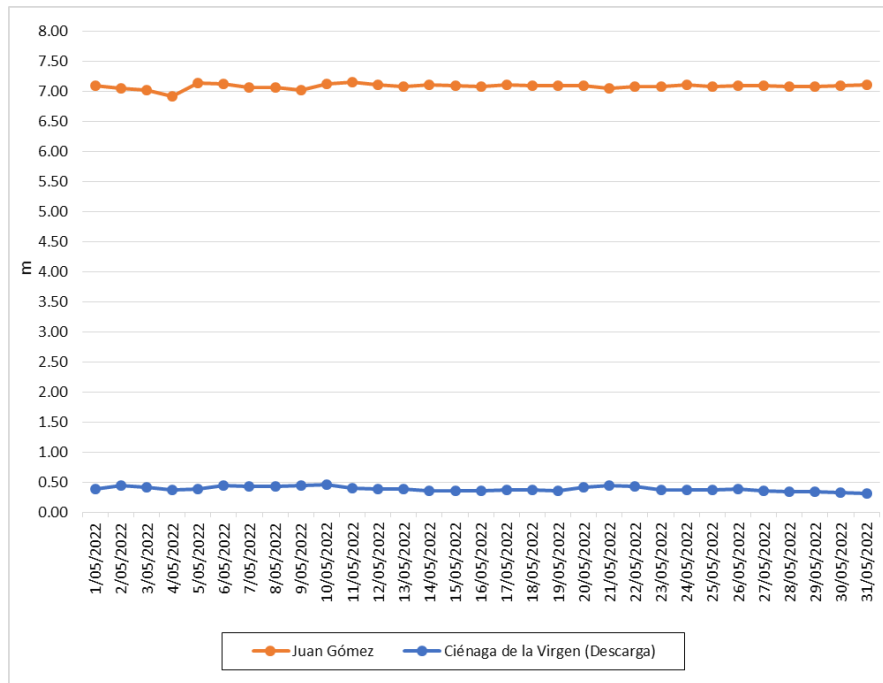
(Espacio intencionalmente en blanco)

8.1.6 Profundidad

Para las estaciones Juan Gómez y Ciénaga de la virgen (Descarga), se realizó medición de la profundidad, la sonda EXO mide la profundidad del agua con un medidor de tensión sin ventilación, un transductor de galga extensiométrica diferencial, mide la presión con un lado del transductor expuesto al agua y el otro lado expuesto al vacío calculando la profundidad a partir de la presión ejercida por la columna de agua menos la presión atmosférica, factores que influyen en la medición, Las sondas EXO tienen aberturas de entrada para permitir que el agua actúe sobre el medidor de tensión.

En la Ilustración 33 se evidencia que la profundidad del agua en la estación Juan Gómez osciló entre 6.93m y 7.16m durante el periodo de medición del mes de mayo, y la profundidad en la estación Ciénaga de la virgen (Descarga) se reportaron valores entre 0.31m a 0.45m.

Ilustración 33 Profundidad de los puntos evaluados como Agua Cálida Dulce



Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

(Espacio intencionalmente en blanco)

8.2 ÍNDICE DE CALIDAD EL AGUA (ICA)

La evaluación de la calidad del agua cruda debe considerar indicadores representativos que garanticen un análisis integral del recurso hídrico, permitiendo tomar acciones para su manejo y control mediante los diferentes procesos de potabilización del agua; una de las herramientas más empleadas son los índices de calidad del agua (ICA), cuyo uso es cada vez más popular para identificar las tendencias integradas a cambios en la calidad de ella, especificar condiciones ambientales y ayudar en decisiones gubernamentales y en la evaluación de programas de control, entre otros.

En el presente informe no se pudo realizar la determinación del (ICA), puesto que para realizar el cálculo respectivo se necesitaba conocer el valor de sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno y el porcentaje de oxígeno disuelto, entre otros parámetros, los cuales no estaban contemplados en el alcance del monitoreo, por lo cual no fue posible su determinación.

8.3 ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA (ICOs)

Los índices de contaminación (ICO) constituyen una herramienta poderosa de fácil determinación, que prestan gran utilidad en la caracterización de la calidad de las aguas continentales, tarea que realizan con mayor objetividad y claridad que los tradicionales índices de calidad (ICA). Su empleo cobra mayor relevancia que los componentes principales cuando se estudia un reducido número de cursos y se complementa con éste cuando se caracterizan numerosas estaciones.

En el presente informe se realizó la determinación del índice de contaminación de pH en el agua (ICOpH), se resalta que no fue posible la determinación de los indicadores de contaminación: ICOMO, ICOMI y ICOSUS, puesto que no se contaban con los parámetros necesarios para poder realizar el cálculo según la normatividad de referencia.

Durante el periodo analizado del mes de mayo, la estación Juan Gómez reportó valores de contaminación por pH (ICOpH), en los niveles medio, en la Ilustración 34, se evidencian los niveles de contaminación presentados durante el mes evaluado, lo cual denota que la contaminación se mantiene típicamente en valor medio sin grandes sobresaltos. Por otro lado, los valores más bajos de contaminación (bajo), se reportaron consecuentemente con los mínimos valores de pH medido en la estación, resaltando una relación directamente proporcional.

En la estación Ciénaga de la virgen (Descarga), se obtuvieron cálculos del índice de contaminación por pH diarios, de lo cual se destaca que para todos los días evaluados el índice denotó que no existe contaminación por pH (ICOpH). En la Tabla 29 se evidencia cada uno de los valores obtenidos del cálculo del (ICOpH) para las estaciones evaluada durante el mes de mayo, en la Ilustración 34 y Ilustración 35 se aprecia de manera gráfica dichas determinaciones mencionadas anteriormente.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Tabla 29. Índice de Calidad del Agua (ICOPH)

FECHA	ICOPH			
	CAR-AG1		CAR-AG2	
	Ciénaga de la Virgen (Descarga)		Juan Gómez	
1/05/2022	0.0018	Ninguna	0.525	Media
2/05/2022	0.0013	Ninguna	0.482	Media
3/05/2022	0.0014	Ninguna	0.542	Alta
4/05/2022	0.0012	Ninguna	0.486	Media
5/05/2022	0.0065	Ninguna	0.539	Baja
6/05/2022	0.0091	Ninguna	0.491	Ninguna
7/05/2022	0.0038	Ninguna	0.525	Baja
8/05/2022	0.0056	Ninguna	0.597	Baja
9/05/2022	0.0061	Ninguna	0.571	Baja
10/05/2022	0.0080	Ninguna	0.535	Media
11/05/2022	0.0017	Ninguna	0.527	Baja
12/05/2022	0.0139	Ninguna	0.509	Baja
13/05/2022	0.0088	Ninguna	0.539	Media
14/05/2022	0.0088	Ninguna	0.508	Media
15/05/2022	0.0286	Ninguna	0.476	Baja
16/05/2022	0.0528	Ninguna	0.535	Baja
17/05/2022	0.0374	Ninguna	0.498	Media
18/05/2022	0.0837	Ninguna	0.528	Media
19/05/2022	0.0463	Ninguna	0.516	Media
20/05/2022	0.0289	Ninguna	0.546	Media
21/05/2022	0.0201	Ninguna	0.524	Media
22/05/2022	0.0227	Ninguna	0.484	Media
23/05/2022	0.0100	Ninguna	0.528	Media
24/05/2022	0.0107	Ninguna	0.489	Media
25/05/2022	0.0083	Ninguna	0.522	Media
26/05/2022	0.0055	Ninguna	0.500	Media
27/05/2022	0.0075	Ninguna	0.530	Alta
28/05/2022	0.0061	Ninguna	0.521	Media
29/05/2022	0.0067	Ninguna	0.486	Media
30/05/2022	0.0019	Ninguna	0.516	Media
31/05/2022	0.0021	Ninguna	0.524	Media

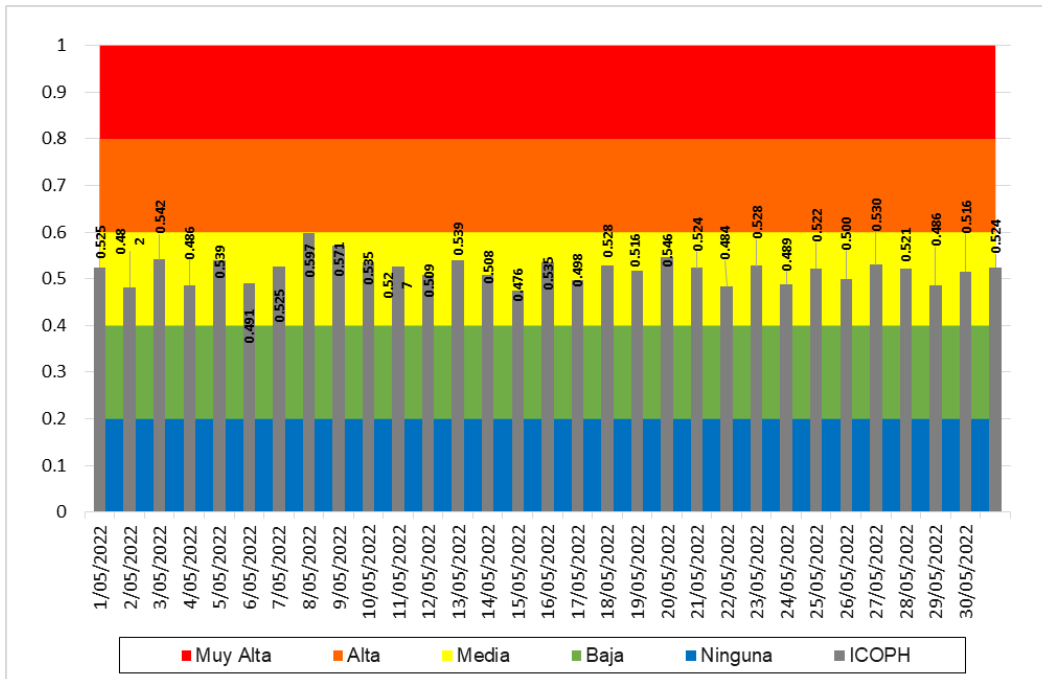
NM- Parámetro no medido. NA - No aplica.

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

(Espacio intencionalmente en blanco)

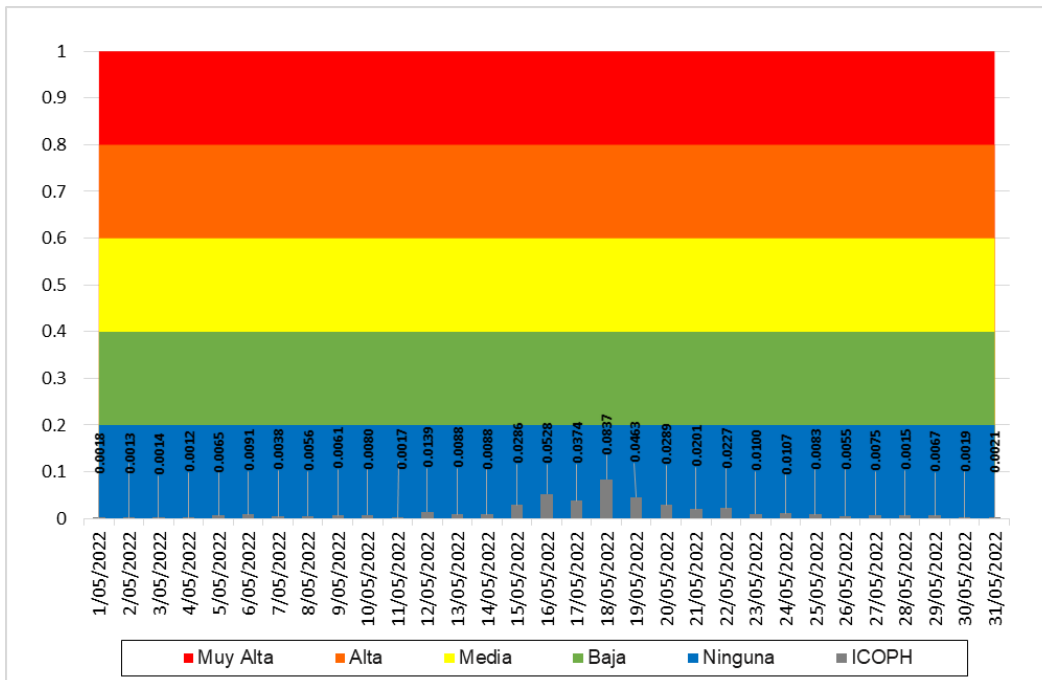
Fecha de monitoreo: Mayo 2022

Ilustración 34 Índice de contaminación Estación Juan Gómez



Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

Ilustración 35 Índice de contaminación Estación Ciénaga de la Virgen (Descarga)



Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

9. OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

En el actual informe se consignaron los resultados y análisis obtenidos para parámetros in situ en el muestreo realizado entre el 01 y 31 de mayo de 2022 a dos (2) puntos de agua superficial cálida dulce, denominados: Ciénaga de la virgen (Descarga) y Juan Gómez, y cuatro (4) puntos de agua marina estuarina denominados: Boca Grande, El laguito, Puente Bazurto y Juan Angola, de los cuales se puede concluir que:

Los resultados de pH obtenidos en todos los puntos de monitoreo presentaron características neutras y alcalinas (rango entre 6.41 – 8.99 unidades). Los puntos de agua evaluados de Ciénaga Virgen, Bocagrande y Puente Bazurto se encontraron dentro de los rangos establecidos en el Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.9.10. (Criterios de calidad para la preservación de flora y fauna) y artículo 2.2.3.3.9.7. (Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario). Asimismo, la estación El Laguito y Juan Angola estuvieron la mayor parte del tiempo con valores dentro de los límites permitidos, exceptuando unos bajos valores vistos en Juan Angola (6.4 unidades) los días 12-15 mayo y un fenómeno de alto pH en Laguito los días 7-9 mayo (8.9 unidades) que pudo deberse a alguna descarga. Por otro lado, en lo correspondiente al agua cálida dulce de la estación Juan Gómez, se presentaron valores elevados de pH, sobrepasando más del 77% de los días del mes evaluado, el límite máximo permisible citado en el artículo 2.2.3.3.9.10 del decreto 1076 de 2015.

El perfil horario analizado en cada una de las estaciones evaluadas denota el comportamiento del parámetro analizado en razón de las horas de día durante el mes de mayo, se puede concluir que el pH en general se comportó de manera muy estable. Es destacable mencionar que las estaciones Boca Grande, El Laguito, Bazurto y Juan Gómez presentan en la franja horaria de las horas del día un comportamiento ascendente y consecutivo hasta llegar al pico máximo; mientras que, a partir de la franja horaria nocturna, se evidencia que el comportamiento del pH es decreciente, correspondiente a las horas de menor intensidad de radiación solar. Por otro parte, en la estación Juan Angola y la estación Ciénaga de la virgen (Descarga), se evidenció un comportamiento del pH con variabilidad casi nula con respecto al perfil horario, debido a que estos puntos están ubicados en estructuras naturales con comportamiento de canal, donde se evidencia bajas velocidades de flujo, lo cual hace que el agua tenga poco movimiento y por consiguiente sus características físico químicas se estabilicen.

La concentración de oxígeno disuelto en los puntos monitoreados Puente Bazurto, Laguito, Boca grande y Juan Gómez reportaron valores por encima del límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.10 para la preservación de la flora y fauna, y el artículo 2.2.3.3.9.7. Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario del Decreto 1076 del 2015. Por el contrario, las estaciones Juan Angola y Ciénaga de la virgen (Descarga) presentaron concentraciones de oxígeno disuelto por debajo de límite con respecto a la normativa de referencia con promedios mensuales menores de 0.4 mg/L, para el periodo evaluado del mes de mayo. Ahora bien, la estación Puente Bazurto fue la que presentó el promedio mes más bajo entre las estaciones de la bahía de Cartagena con 5.83 mg/L y el valor promedio diario más bajo con 4.03 mg/L.

En cuanto al análisis del perfil horario se puede destacar que el comportamiento del oxígeno disuelto en las estaciones Boca Grande, Puente Bazurto, El laguito y Juan Gómez tuvieron un comportamiento exponencial creciente en el rango de la franja horaria diurna, lo cual concuerda con las horas de mayor intensidad de radiación solar, lo cual contribuye a procesos de crecimiento

de algas y fitoplancton; y por ende procesos fotosintéticos, del cual se deriva la producción de oxígeno, por esta razón posiblemente, en esta franja horaria los niveles de oxígeno alcanzan los niveles más altos; en cuanto a la franja horaria nocturna se evidencia que las estaciones reportaron los niveles más bajos con un comportamiento decreciente, lo cual está relacionado con las horas donde no hay radiación solar y por ende los procesos fotosintéticos disminuyen. Por otra parte, las estaciones Juan Angola y Ciénaga de la virgen (Descarga), se destacan por presentar un comportamiento poco variable del oxígeno presente en el agua con respecto al perfil horario, debido a que estos puntos se encuentran ubicados en estructuras naturales con comportamiento de canal, donde hay poca velocidad de flujo, lo cual no contribuye a la oxigenación del agua por movimiento.

Los valores más altos de turbidez se registraron en la estación Ciénaga de la virgen y Juan Angola, resaltando que el promedio más alto es el de Juan Angola (99.5 NTU), y el máximo observado es de 942.4 NTU en Ciénaga de la virgen (descarga). Dichos valores son propios de canales de agua altamente influenciados por lechos fangosos y alta presencia de basuras. Por otro lado, la estación Juan Gómez presentó los valores más bajos (promedio mes de 0.44 NTU) debido a que dicha estación se encuentra ubicado en una ciénaga, donde el agua tiene comportamiento lentic, lo cual contribuye a que las partículas en suspensión se sedimenten y por ende el agua sea menos turbia. En lo correspondiente a la variabilidad de los datos registrados, se evidencia que su comportamiento fue bastante homogéneo.

Se puede inferir comparando la temperatura del agua con la temperatura ambiente, que los valores son próximos y están acorde a las condiciones climáticas de la zona. El análisis del perfil horario en las estaciones evaluadas correspondiente a la temperatura del agua, evidencia que las temperaturas más altas registradas concuerdan con las horas del día donde se evidencia mayor impacto de luz-radiación solar y los valores más bajos reportados concuerdan con las horas nocturnas y de la madrugada donde no hay influencia de la luz solar; en lo correspondiente a la estación Juan Angola se evidencia que la temperatura del agua reportada por la estación fue la de menor variación significativa con respecto al perfil horario, debido a que el punto está ubicado en una estructura natural con comportamiento de canal, con poca velocidad de flujo, y que a su vez está influenciada por el movimiento de las olas y la marea, de lo cual se deriva que la temperatura se mantenga con poca variabilidad.

Las concentraciones más altas registradas de conductividad se reportaron en las estaciones Ciénaga virgen, Puente Bazurto y Boca Grande, del cual se puede destacar que es un comportamiento normal del agua marina, resaltando que esto denota una alta influencia del mar en la ciénaga. Además, es significativo resaltar que la estación de Juan Angola presenta valores asociados a agua marina, lo cual denota la mayor dinámica natural de flujo de agua marina en el canal. Además, es destacable mencionar que en las estaciones de la bahía de Cartagena se observa una disminución del valor medido entre el inicio con el fin de mes, denotando la influencia de las lluvias.

La clasificación del estado trófico evaluado para Clorofila (algas totales), según La normativa de referencia de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 1982), arrojó como resultado que la estación Puente Bazurto y Laguito se encuentran en estado Mesotrófico, lo cual indica que tienen una buena productividad primaria de microalgas. Ahora bien, la estación de Boca Grande se encuentra según la clasificación establecida por la OCDE en estado Oligotrófico, lo cual indica que existe una moderada producción primaria de microalgas.

El comportamiento del perfil horario evaluado para el parámetro clorofila (algas totales), durante el mes de mayo, evidencia que las estaciones se comportaron de manera sinusoidal con ligeros crecimientos directamente proporcionales con las horas de luz y decrecimientos en ausencia de luz. Por otro lado, la estación El Laguito y Puente Bazurto presentaron los valores más altos de clorofila medidos con sendos picos promedio diarios de más de 20 $\mu\text{g/L}$, denotando un inusitado aumento de actividad en algunos días en particular. Particularmente en el caso del Laguito, se tiene que el punto está ubicado en un área costera que se conecta a través de dos canales con el mar donde no se tiene interacción directa, esto hace que el crecimiento algal se incremente y se mantenga en esta área debido a que el movimiento de las olas y la marea no lo afectan de manera directa; por esta razón, en este punto se suelen observar los valores más altos de clorofila con respecto a las otras estaciones evaluadas.

La salinidad evidenciada en las estaciones de medición Boca Grande, El Laguito y Juan Angola representan las concentraciones normales de agua de mar, según la clasificación de aguas talásicas (salinidad derivada del océano) según su salinidad, las aguas evaluadas en dichas estaciones corresponden a agua de mar salobre, y con la particularidad de que los valores han ido disminuyendo paulatinamente y de forma general dada la mayor pluviosidad.

De acuerdo a la clasificación del indicador de calidad de aguas marinas ICAM_{FF}, la estación Juan Angola registro un valor pésimo para todos los días monitoreados del mes de mayo, se estima que el poco movimiento del flujo de agua determinado por el oleaje, no permite que el agua se oxigene, de lo cual se derivan los valores bajos de oxígeno disuelto medidos en este punto, otra de las causas es que el pH en esta estación presentó características neutras y ligeramente acidas, lo cual contribuye al resultado obtenido según el ICAM_{FF}. Ahora bien, la estación Boca Grande obtuvo la mejor clasificación con valores óptimos, lo que quiere decir que el agua es de buena calidad, con buenas condiciones para la vida acuática. Por otro lado, la estación Puente Bazurto y El Laguito tuvieron un buen comportamiento con adecuadas condiciones para la vida acuática la mayor parte del tiempo (leves excepciones de condición aceptable). Cabe resaltar que, para este estudio, el cálculo arrojó un intervalo de confianza del 28% del resultado del indicador debido a que fue calculado con un mínimo número de datos.

El cálculo del índice de Calidad de Agua por contaminación de pH, indica que la estación Juan Gómez reportó valores de contaminación por pH (ICOpH) completamente medio, evidenciando que los niveles más altos de contaminación registrados se correlacionan directamente proporcional con los mayores registros diarios promedios de pH. Por otro lado, en la estación Ciénaga de la virgen (Descarga), se obtuvieron cálculos del índice de contaminación por pH diarios, del cual se destaca que para todos los días evaluados el índice denotó que no existe contaminación por pH (ICOpH).

(Espacio intencionalmente en blanco)

10. BIBLIOGRAFÍA

- Arismendi, I., Penaluna, B. & D. Soto. (2011). Body condition indices as a rapid assessment of the abundance of introduced salmonids in oligotrophic lakes of southern Chile. *Lake and Reservoir Management* 27:61–69.
- Astiz S. & H. Álvarez. 2014. Dinámica del zooplancton y su relación con la calidad de agua en el río Cataniapo, Amazonas, Venezuela. *Ecotrópicos* 27: (1-2):13-30
- Barros, E. (2004). Alimentación de *Astyanax abramis* (Characiformes: Characidae) en el Embalse Cabra Corral, Salta, Noroeste de Argentina. *AquaTIC*. 20: 88-96
- Beita W, 2008, Caracterización fisicoquímica de las aguas superficiales de la cuenca del río Rincón en la Península de Osa, Puntarenas, Costa Rica. Pag 36
- Bellinger, E. G., & Sigeo, D. C. (2015). *Freshwater algae: identification, enumeration and use as bioindicators*. John Wiley & Sons.
- Benbow, M. E., & McIntosh, M. D. (2009). Benthic invertebrate fauna, tropical stream ecosystems. *Encyclopedia of Inland Waters*, 216-231.
- Briceño H., R. Buonocore, C. Sangronis, L. García-Pinto, J. Rojas, J. Chirinos, A. González & C. López. 2009. Composición y abundancia del plancton de la Costa Noreste de la Bahía El Tablazo, Sistema de Maracaibo, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 43: (4): 463-485.
- Campos P, C. 2018. Indicadores de contaminación fecal en aguas. Recuperado el 15 de julio de 2018. http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo_20.pdf
- Cárdenas, J. *Calidad de Aguas para Estudiantes de Ciencias Ambientales*. Ed. 2005, Bogotá, Colombia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Chapman, D. 1996. *Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. E & FN Spon, Cambridge, Inglaterra.
- COLOMBIA, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 0631 17 de marzo de 2015.
- CONAGUA, 2017. Comisión Nacional del Agua Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Recuperado el 15 de marzo de 2017, https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/6/12859463663950/10.cna-medicioncalidad_24ago10.pdf
- Coops, H. (2002). Ecology of charophytes: an introduction *Aquatic Botany*. 72 205-208.
- Curtis H, S. B. (2008). *Biología*. Séptima Edición en español. Madrid. España. 1009 p.: Editorial Médica Panamericana.

- Custodio & Chanamé, F. (2016). Análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Cunas mediante indicadores ambientales. *Junín-Perú. Scientia Agropecuaria*, 7(1): 33-44.
- Daga, I., Fernández, M. & S. Santiago Reyna. (2020). Composición algal y bioindicadores de calidad de agua. Caso de estudio: Embalse San Roque, Córdoba. Argentina. *CUADERNOS del CURIHAM*. 26 1-11.
- Decreto 1076, por medio del cual se expide el Decreto único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Usos de agua y residuos líquidos Diario Oficial No. 49.523, Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, del 26 de mayo de 2015
- Du, G. Y. (2017). Microphytobenthos as an indicator of environmental quality estatus in intertidal flats: Case study of coastal ecosystem in Pertuis Charentais, France. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 196, 217-226.
- Dyer, S. D., & Caprara, R. J. (2009). A Method for Evaluating Consumer Product Ingredient Contributions to Surface and Drinking Water: Boron as a Test Case. *Environ. Tox. Chem.*, 16, 2070-2081.
- EPA, 1997. Volunteer Stream Monitoring: A Methods Manual. <http://www.epa.gov/owow/monitoring/volunteer/stream/>
- Escobar, M. J., & Terneus, E. Y. (2013). Plancton como bioindicador de la calidad del agua en zonas agrícolas andinas: análisis de caso. *Qualitas*. 2013; 5(1): 17-37.
- Espindula J., 2004. Caracterização Bacteriológica E Físicoquímica Das Águas Do Aquífero Freático Do Cemitério Da Varzea-Recife. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Centro de tecnologia e Geociências. Pós-Graduação em Geociências. Várzea, Brasil. pg. 62,74.
- Felz S., M., 2009. Situación actual del estado de la depuración biológica. Explicación de los métodos y sus fundamentos. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya. España.
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22:241-253.
- Galvis G, Mojica JI, Camargo M. Peces del Catatumbo. Bogotá: Asociación Cravo Norte; 1997.
- Garutti, V & P. Figeredo-Garutti. (1992). Caracterizacao de Populacoes do lambari *Astyanax bimaculatus* (Pisces. Characidae) pocedentes do Campus de Jaboticabal. *UNESP. Naturalia*. 17: 17-29.
- García A, R, Rodríguez C J.A, Ruiz C, Chávez, J.A, Serrano M, C. 2006. Determinación de Sulfatos en aguas y su importancia en la Ingeniería ambiental. Recuperado el 25/07/2018 <http://studylib.es/doc/86769/determinaci%C3%B3n-de-sulfatos-en-aguas-y-su-importancia>
- Giraldo, A. & Gutiérrez, E. 2007. Composición taxonómica del zooplancton superficial en el Pacífico colombiano (septiembre 2003). *Investigaciones marinas*, 35:(1),117-122.
- González HE y R. Giesecke. 2010. Los carnívoros dominantes del zooplancton del océano Austral.

- Boletín Antártico Chileno, 29:(1) 18-20.
- Goulding, M. (1980). The fishes and the forest. University California Press. Berkeley. 280 p.
- Goyenola G., 2007 Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos. RED MAPSA. Recuperado el 15 de 3 de 2017. http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/Determinacion%20del%20pH.pdf
- Gregor J. & B. Marsálek. (2004). Freshwater Phytoplankton Quantification by Chlorophyll a: A Comparative Study of in vitro, in vivo and in situ Methods. Water Res. 38: 517-522.
- Hemraj D.A., M.A. Hossain, Q. Ye, J.G. Qin & S.C. Leterme. 2017. Plankton bioindicators of environmental conditions in coastal lagoons. Estuarine, Coastal and Shelf Science 184: 102-114.
- Hernández-Jiménez, C. (2017). Efectos de la entrada de agua del río Magdalena en la producción primaria del fitoplancton en la Ciénaga Pajara, Caribe colombiano. Rev. Intropica Vol. 12:(2) 117 – 130.
- Hernández, E., Aguirre, N. & J. Palacio. (2011). Relación entre la determinación del pigmento Clorofila a y el Biovolumen geométrico algal en un lago de planicie de inundación (Ciénaga de Ayapel, Córdoba-Colombia). Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia (60). 159-169.
- Hilaluddin, F. L. (2011). Morphological observation of common pennate diatoms (Bacillariophyceae) from Sarawak estuarine waters. Annals of Microscopy, 11, 12-23.
- IDEAM. (2002). Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Aguas Subterráneas. Bogotá D.C.
- IDEAM. (2007). Instructivo para la toma de muestras de aguas residuales. Recuperado el 12 de agosto de 2015, de <http://www.ideam.gov.co>
- Isac et al., E. R. (2015). Protozoos en el fango activo. 68 p.
- King, M. (1996). Fisheries biology, assessment and management. Oxford: Fishing News Books.
- Kociolek & Spaulding, (2003). I General introduction to the diatoms. En Fresh water algae of North America, Ecology and classification (2d ed.): New York, Academic Press.
- Ledesma, C., Bonansea, M., Rodríguez, M. & A. Sánchez Delgado. (2013). Determinación de indicadores de eutrofización en el embalse Río Tercero, Córdoba (Argentina). Rev. Ciênc. Agron. 44: (3) 419-425.
- Lerma, M. & L. Ramos. (2020). hábitos alimentarios de la mojarra amarilla *Caquetaia kraussii* (Steindachner, 1878) en la Ciénaga Grande de Lorica, Colombia. Universidad de Córdoba, facultad de medicina veterinaria y zootecnia departamento de ciencias acuícolas programa de acuicultura.
- Lepillanica, F., Martínez de la Escalera, G., Bordet, F., O'Farrell, I. & C. Piccini. (2018). Detección de

- poblaciones tóxicas de *Microcystis* spp. con distintas preferencias ambientales. Estudio de caso: embalse de Salto Grande. INNOTEC. 16 08 - 16-
- Leyes, C., Bustamante, A., Giovanola, C. & Daga, C. (2018). Primer registro de *Compsopogon caeruleus* (Rhodophyta, Compsopogonales) en Córdoba (Argentina). *Lilloa* 55(2): 67-74.
- Martin, R. E. (2000). *Environmental micropaleontology: the application of microfossils to environmental geology*. Springer Science & Business Media.
- Matsumura-Tundisi T., S.N. Leitão, L.S. Aguenta & J. Miyahara. 1990. Eutrofização da represa de Barra Bonita: Estrutura e organização da comunidade de Rotífera. *Revista Brasileira de Biologia* 50: 923-935
- Menezes, & Bicudo, C. (2006). *Gêneros de algas de águas continentais do Brasil. Chave para identificação e descrições*. Brazil: Editora Rima.
- Mojica, J. I (2012). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia* / Editado por José Iván Mojica [et al.]. 1 ed. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Montenegro, D. &. (2015). Evaluation of population growth *Ankistrodesmus* sp. under Codornaza and remital as culture media. Villavicencio-Meta.
- Montoya T, C., 2012. Modelo matemático que permita evaluar el cambio de la DBO5 soluble debido a agentes inhibitorios en un proceso de lodos activados. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Pag 45.
- Montoya-Moreno, Y., Sala, S., Vouilloud, A. & N. Aguirre (2012). Diatomeas (Bacillariophyta) perifíticas del complejo cenagoso de Ayapel, Colombia. *Caldasia*. 34:(2) 457-474.
- Olaya-Nieto CW, Segura-Guevara FF, Tordecilla-Petro G, Martínez-González Á, Appeldoorn RS. Estimación de los parámetros biológicos básicos de peces comerciales de la cuenca del río San Jorge–Fase I. Informe final. Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP, Programa de Acuicultura, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Loric: Universidad de Córdoba; 2012
- Oliveira, A. S. (2017). Detection, purification and characterization of a lectin from freshwater green algae *Spirogyra* spp. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 89(3), 2113-2117.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2006. *Guidelines for drinking Water Quality*. Ginebra, Suiza.
- Parra & Gongález, V. D. (1982). *Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales, con especial referencia al fitoplancton de Chile*. Chile: Tomo I. al V. Univ. Concepción, Concepción, Chile. Vol. 1, Cyanophyceae, 198.
- Pérez, G. R. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. Medellín, Colombia.: Universidad de Antioquia.
- Pinilla. (1998). *Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia*. Bogotá:

- Compilación bibliográfica. Centro de Investigaciones Científicas. UJTL. Octubre de. 67p.
- Ramírez & Viña, G. (1997). Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. Formulación y aplicación. CT&F: Bucaramanga.
- Ramírez A., Restrepo R. & Viña G., 1997. Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. Formulación y aplicación. CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro - Vol. 1 Núm. 3. Bogotá D.C., diciembre 1997.
- Ramírez, & Y. (2008). Diatomeas perifíticas en diferentes tramos de dos sistemas loticos de alta montaña (Páramo de Santurbán, Norte de Santander, Colombia) y su relación con las variables ambientales. Acta Biológica colombiana, 113(1), 217-228.
- Rincón-Baron, E., Castrillón, Y., Torres, G., Alzate, F. & S. Espinosa (2017). Caracteres estructurales y ultraestructurales de la gametogénesis de Chara hydropitys (Charophyceae). Rev. Biol. Trop. 65:(4) 1507-1526.
- Rodier, J.1981. Análisis de las Aguas. Aguas naturales, aguas residuales y agua de mar. Ediciones Omega. Barcelona-España
- Rodríguez, M. D. (2016). El fitoplancton como indicador de calidad de masas de agua muy modificadas en la DMA. El lago artificial de As Pontes (A Coruña. España). . NACC: Nova acta científica compostelana. Biología, (23), 8., (23), 8.
- Rodríguez-Zambrano, A. & N. Aranguren-Riaño. (2014). Comunidad planctónica de un embalse con alta tensión ambiental: La Playa, cuenca alta del río Chicamocha (Tuta, Boyacá), Colombia. Biota Colombiana. 15 (2): 95-110.
- Rojas R. 1999 "Calidad del agua". Colombia, Editorial Alfa - omega.
- Rojas, W., Rodríguez, C. & O. Reyes (2016). Análisis del contenido estomacal y la ecología trófica de la *Triportheus auritus* (Jolombo) REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. 17(11): 1-9
- Roldán Pérez, G., & Ramírez Restrepo, J. J. (2008). Fundamentos de la limnología neotropical. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Romero, J. A. (2009). Calidad del agua 3ra edición. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Ruiz-C., R. I., Román-Valencia, C., Herrera-M., B. E., Peláez, O. E. & A. Ermakova-A. (2011). Variación morfológica de las especies de *Astyanax*, subgénero *Zygogaster* (Teleostei, Characidae). Animal Biodiversity and Conservation 34(1): 47-66.
- Segnini, M. & K. Chung (2001). Ecophysiological behavior of *Caquetaia kraussii* (Steindachner, 1878) (Pisces: Cichlidae) exposed to different temperatures and salinities. Rev Biol Trop 49(1): 149-156.
- Sierra, C. A., 2011. Calidad del agua – Evaluación y diagnóstico. Universidad de Medellín. 1ª Edición, año 2011.

- Silva, V., Morales, R., & Nava, M. (2014). Métodos clásicos para el análisis del contenido estomacal en peces. *Biológicas*. 16(2): 13 -16.
- Soler, A. P. (2012). *Diatomeas del Canal de Panamá: Bioindicadores y otros estudios pioneros*. . Panamá: Universidad de Panamá.
- STANDARD METHOD FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. AWWA APHA WEF 2005. Editado por Andrew D Eaton. Lenore S. Clesceri. Eugene W. Rice. Arnold E. Greenberg. Edición 21.
- Streble, H. & Krauter, D. (1987). *Atlas de los Microorganismos de agua dulce*. Ediciones Omega: Barcelona.
- Vargas, L. (2004). Organización Panamericana de la Salud. Obtenido de Organización Panamericana de la Salud.: http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manual1/tomol/ma1_tomo1_indice.pdf
- Villalba, W., Marquez-Rojas. B., Troccoli, L., Alzolar, M. & J. López. (2017). Composición y abundancia del zooplancton en la laguna El Morro, Isla de Margarita, Venezuela. *Revista peruana de biología* 24: (4) 343 – 356.
- Viña, R. &. (1998). *Limnología Colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis*. Bogotá: 293 p.
- Wehr, J. D., & Sheath, R. G. (2002). *Freshwater algae of North America: Ecology and Classification*. Academic Press.
- Wetzel, R. a. (2000). *Limnological Analyses*. Nueva York.: Springer Science+Business Media, Inc. 429 p.
- Young, G. J., Dooge, J. C., & Rodda, J. C. (1994). *Global Water Resource Issues*. Cambridge University Press.



Fecha de monitoreo: Mayo 2022

FIN DEL DOCUMENTO

Estos resultados son válidos únicamente para el presente muestreo (las muestras analizadas y los parámetros analizados), estos resultados no pueden ser reproducidos parcialmente y/o totalmente sin la autorización por escrito de K2 INGENIERÍA S.A.S.

Esta versión del informe cumple con los requisitos de la propuesta técnica presentada al cliente y las posteriores observaciones recibidas dadas las diferentes revisiones realizadas antes de entregar la versión final.




11.ANEXOS



ANEXO 1.
ACREDITACIONES

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

 El ambiente es de todos	Ambiente	FORMATO MODELO DE RESOLUCIÓN	Código: A-GD-F031
			Versión: 01
			Fecha: 03/11/2020
			Página: 1 de 16

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM

RESOLUCIÓN N.º 1012 del 09 DE SEPTIEMBRE DE 2021

"POR LA CUAL SE RENUEVA Y EXTIENDE EL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN A LA SOCIEDAD K2 INGENIERÍA S.A.S., Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIONES"

**LA DIRECTORA GENERAL DEL INSTITUTO DE HIDROLOGÍA,
METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM-**

En ejercicio de sus facultades legales y en especial las conferidas por el Decreto 291 de 2.004, artículo 5, y el artículo 2.2.8.10.1.5 del Decreto 1076 de 2015, el Decreto 1708 del 4 de septiembre de 2018, la Resolución No. 0268 del 06 de marzo de 2015 del IDEAM

y

CONSIDERANDO:

Que mediante Resolución No. 1695 del 04 de agosto de 2016, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM resolvió renovar y extender el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis requeridos por las autoridades ambientales competentes e información de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, a la sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, identificada con NIT 804.007.055-3, con domicilio en la Calle 34 No. 36-22 en la ciudad de Bucaramanga departamento de Santander, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005, por un periodo de 4 años, con vigencia del 31 de agosto de 2016 al 31 de agosto de 2020.

Que mediante Resolución No. 0232 del 15 de febrero de 2017, Resolución No.1313 del 16 de junio de 2017 y Resolución No 0448 del 8 de junio de 2020, el IDEAM extendió el alcance de acreditación.

Que mediante radicado No.20199910140892 del 03 de diciembre de 2019, la sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, allega el formulario único de solicitud con fines de **RENOVACION** de la acreditación y **EXTENSION** del alcance y para la cual surgió una solicitud de aclaración por parte del IDEAM enviada al laboratorio de la sociedad bajo radicado No. 20196010025631 del 22 de diciembre de 2019.


Que mediante radicado No. 20209910006422 del 23 de enero de 2020, la sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, allega un nuevo formulario único de solicitud con fines de **RENOVACION** de la acreditación y **EXTENSION** del alcance y para la cual surgió una solicitud de aclaración por parte del IDEAM enviada al laboratorio de la sociedad bajo radicado No. 20196010025631 del 22 de diciembre de 2019.

Que mediante radicado No. 20209910006422 del 23 de enero de 2020, la sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, allega un nuevo formulario único de solicitud con fines de **RENOVACION** de la acreditación y **EXTENSION** del alcance y para la cual surgió una nueva solicitud de aclaración por parte del IDEAM enviada al laboratorio de la sociedad por correo electrónico del 27 de febrero de 2020 que reposa bajo el radicado citado al inicio de este párrafo.

Que mediante correo electrónico del 2 de marzo de 2020 que reposa bajo radicado No.20209910006422, la sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, identificada con NIT 804.007.055-3 con domicilio en la Carrera 36 No. 36-26 Barrio el Prado de la ciudad de Bucaramanga departamento de Santander, allega el formulario único de solicitud con el alcance definitivo para la visita con fines de **RENOVACION** de la acreditación y **EXTENSION** del alcance para variables en las matrices agua, suelo, sedimento, biota y aire (calidad de aire, fuentes fijas, ruido) bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", **versión 2017**. Que mediante el auto de inicio número 0026 del 12 de marzo de 2020 se dispuso el inicio del trámite de renovación y extensión de la acreditación de la sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**

Que mediante oficio con radicado número 20206010011581 del 14 de julio de 2020 el IDEAM remitió a la sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, la cotización y orden de consignación o pago para la evaluación con fines de renovación y extensión de la acreditación

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

 El ambiente es de todos Minambiente	FORMATO MODELO DE RESOLUCIÓN	Código: A-GD-F031
		Versión : 01
		Fecha: 03/11/2020
		Página: 2 de 16

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM

RESOLUCIÓN N.º 1012 del 09 DE SEPTIEMBRE DE 2021

“POR LA CUAL SE RENUEVA Y EXTIENDE EL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN A LA SOCIEDAD K2 INGENIERÍA S.A.S., Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIONES”

Que mediante radicado número 20206010013491 del 06 de agosto de 2020, la sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, remitió el recibo de pago correspondiente a la visita de evaluación con fines de renovación y extensión de la acreditación.

Que mediante radicado número 20209910048532 del 23 de julio de 2020, la sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, solicitó prorrogar de la vigencia de la acreditación mediante acogimiento al artículo 35 del decreto 19 de 2012

Que mediante radicado número 20206010012511 de 29 de julio de 2020, el IDEAM aprobó el acogimiento de la sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, al artículo 35 del decreto 19 de 2012, y considero procedente prorrogar la acreditación otorgada mediante resolución No. 1353 del 27 de junio de 2016 hasta que exista un pronunciamiento de fondo mediante el presente trámite de renovación y extensión.

Que mediante radicado 20206010018491 del 05 de octubre de 2020, el IDEAM confirmó a la sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, las fechas de evaluación y el equipo evaluador designado para la visita con fines de renovación y extensión de la acreditación.

Que mediante radicado 20209910075302 del 3 de diciembre 2020, la sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, solicitó las siguientes modificaciones del alcance de auditora previa verificación del equipo evaluador:

VARIABLES QUE SE RETIRAN

MATRIZ AIRE – ESTACIONES AUTOMÁTICAS DE CALIDAD DEL AIRE

VARIABLES DE RENOVACIÓN:

1. **Determinación directa en Campo de Material Particulado como PM10:** European Union Regulation. Método Automatizado Conforme a EN 12341:2014.
2. **Material Particulado menor a 2,5 µm - PM2.5 automático Determinación directa en Campo de Material Particulado como PM2.5:** EPA e- CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice L. Método Equivalente Automatizado: EQPM-0311-195.
3. **Dióxido de Azufre medición directa en Campo de (H2S):** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A-1: Método de Fluorescencia Ultravioleta. Método Equivalente Automatizado: EQSA-0802-149.

MATRIZ AIRE – ESTACIONES AUTOMÁTICAS DE CALIDAD DEL AIRE

VARIABLES DE EXTENSIÓN:


1. **Determinación directa de Ozono (O3) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice D: Método de Quimioluminiscencia. Método Equivalente Automatizado: EQQA-0719-253.

MATRIZ AIRE – CALIDAD DEL AIRE

VARIABLES DE RENOVACIÓN

1. **Toma de Muestra para la Determinación Material Particulado fino como PM2.5 en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: PM2.5. Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPS-0498-117
2. **Toma de muestra y Análisis - Material Particulado como PM10 Determinación de Material Particulado como PM10:** EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice: PM10 Low - Vol. Método de Referencia Manual: RFPS-1298-126

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

 El ambiente es de todos Mirambiente	FORMATO MODELO DE RESOLUCIÓN	Código: A-GO-F031
		Versión: 01
		Fecha: 03/11/2020
		Página: 3 de 16

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM

RESOLUCIÓN N.º 1012 del 09 DE SEPTIEMBRE DE 2021

“POR LA CUAL SE RENUEVA Y EXTIENDE EL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN A LA SOCIEDAD K2 INGENIERÍA S.A.S., Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIONES”

MATRIZ AIRE – CALIDAD DEL AIRE

VARIABLES DE EXTENSIÓN

1. Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de NO₂: Jacobs - Hocheiser Modificado por D.A. Levaggi, W. Siu y M. Feldstein; Journal of the Air Pollution Control Association 2012, 23:1, 30-33. Tetranolamina.
2. Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM10 en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J. PM10. Alto Volumen. Método de Referencia Manual: RFP5-1287-064.

MATRIZ AGUA

VARIABLES DE EXTENSIÓN

1. Toma de Muestra en Aguas Subterráneas: Variables Medidas en campo: Cloro Residual (SM 4500 Cl – G).

VARIABLES QUE SE INCLUYEN

MATRIZ AIRE – ESTACIONES AUTOMÁTICAS DE CALIDAD DEL AIRE

VARIABLES DE EXTENSIÓN:

1. Determinación directa de Ozono (O₃) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice D: Método de Quimioluminiscencia. Método Equivalente Automatizado: EQOA-0515-225
2. Material Particulado menor a 10 µm - PM10 automático Determinación directa en Campo de Material Particulado como PM10: Método Equivalente Automatizado EN16450
3. Material Particulado menor a 2,5 µm – PM2,5 automático Determinación directa en Campo de Material Particulado como PM2,5: Método Equivalente Automatizado EN16450

MATRIZ AIRE – CALIDAD DEL AIRE

VARIABLES DE EXTENSIÓN


1. Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM10 en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J. PM10. Alto Volumen. Método de Referencia Manual: RFP5-1287-063.

MATRIZ AGUA

VARIABLES DE EXTENSIÓN

1. Toma de Muestra Simple o puntual: Variables medidas en campo: Potencial de Oxido Reducción (ORP) (SM 2580 B Modificado) Turbiedad (UNE EN ISO 7027-1 Modificado).
2. Toma de Muestra Compuesta: Variables medidas en campo: Potencial de Oxido Reducción (ORP) (SM 2580 B Modificado). Turbiedad (UNE EN ISO 7027-1 Modificado)
3. Toma de Muestra Integrada en Cuerpo lóxico: Variables medidas en campo: Potencial de Oxido Reducción (ORP) (SM 2580 B Modificado). Turbiedad (UNE EN ISO 7027-1 Modificado)
4. Toma de Muestra en Aguas Subterráneas: Variables Medidas en campo: Potencial de Oxido Reducción (ORP) (SM 2580B Modificado). Turbiedad (UNE EN ISO 7027-1 Modificado)

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

 El ambiente es de todos Miambiente	FORMATO MODELO DE RESOLUCIÓN	Código: A-GD-F031
		Versión: 01
		Fecha: 03/11/2020
		Página: 4 de 16

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM

RESOLUCIÓN N.º 1012 del 09 DE SEPTIEMBRE DE 2021

“POR LA CUAL SE RENUEVA Y EXTIENDE EL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN A LA SOCIEDAD K2 INGENIERÍA S.A.S., Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIONES”

PARÁGRAFO: Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWA - WEF, 23rd edición 2017, salvo en los casos en que se especifique directamente otra referencia bibliográfica.

Que el IDEAM envió el informe de evaluación de la evaluación de renovación y extensión de la acreditación a la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., mediante oficio con radicado No 20206010024891 del 14 de diciembre de 2020.

Que por medio de correo electrónico el 28 de diciembre de 2020, la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., envió el plan de acciones correctivas de las no conformidades detectadas en la evaluación de renovación y extensión de la acreditación.

Que mediante radicado 20219910025772 del 13 de mayo de 2021, la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., allegó las evidencias correspondientes al tratamiento de no conformidades generadas durante la visita de renovación y extensión de la acreditación.

Que el IDEAM envió la solicitud de evidencias complementarias a la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., mediante oficio con radicado No 20216010013541 del 25 de junio de 2021.

Que mediante radicado 20219910037562 del 14 de julio de 2021, la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., allegó las evidencias complementarias correspondientes al tratamiento de no conformidades generadas durante la visita de renovación y extensión de la acreditación.

Que el IDEAM envió el informe de revisión de acciones correctivas de la evaluación de renovación y extensión de la acreditación a la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., mediante correo electrónico con radicado No 20216010016181 del 26 de julio de 2021, en el cual se evidencia la falta de conformidad para la siguiente variable y por lo tanto no hará parte del alcance acreditado:

VARIABLES DE RENOVACIÓN

MATRIZ AIRE – CALIDAD DEL AIRE:



1. **Toma de Muestras para la Determinación de Compuestos Orgánicos Volátiles (incluidos Hidrocarburos) en Aire Ambiente usando Muestreo Activo en Tubos Absorbentes:** Compendio de métodos para la determinación de Compuestos orgánicos tóxicos en aire ambiente, Método U.S. EPA-TO-17, Segunda Edición 1999.

Que mediante comunicaciones electrónicas con radicado No. 20216010016891 del 03 de agosto de 2021, la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., allegó al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, los resultados de las pruebas de evaluación de desempeño para las variables incluidas en el proceso de renovación y extensión.

Que con fundamento en lo anterior y según la información remitida, por la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., cumplió con las etapas y requisitos establecidos en la Resolución No.0268 del 06 de marzo 2015 proferida por el IDEAM para la obtención de la acreditación.

Que los documentos de la solicitud y desarrollo del proceso de acreditación de la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., reposan en la dependencia del Grupo de Acreditación de la Subdirección de Estudios Ambientales del IDEAM, en el expediente No. 201960100100400035E.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

 El ambiente es de todos  Mirambiente	FORMATO MODELO DE RESOLUCIÓN	Código: A-GD-F031
		Versión: 01
		Fecha: 03/11/2020
		Página: 5 de 16

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM

RESOLUCIÓN N.º 1012 del 09 DE SEPTIEMBRE DE 2021

“POR LA CUAL SE RENUEVA Y EXTIENDE EL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN A LA SOCIEDAD K2 INGENIERÍA S.A.S., Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIONES”

FUNDAMENTOS LEGALES

Que de acuerdo con lo establecido en el artículo 17 de la Ley 99 del 22 de diciembre de 1993, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, es el establecimiento público encargado del levantamiento y manejo de la información científica y técnica sobre los ecosistemas que forman parte del patrimonio ambiental del país, así como de establecer las bases técnicas para clasificar y zonificar el uso del territorio nacional para los fines de planificación y ordenamiento del territorio. Corresponde a este Instituto efectuar el seguimiento de los recursos biofísicos de la Nación, especialmente en lo referente a su contaminación y degradación, necesarios para la toma de decisiones de las autoridades ambientales.

CON RELACIÓN A LA ACREDITACIÓN.

Que mediante el título I de la Resolución No. 0268 de 2015, se consagraron las disposiciones generales que regulan el otorgamiento de la acreditación, estableciendo el objeto, las definiciones y alcance que deben cumplir los laboratorios ambientales del sector público y privado que produzcan información física, química y biótica para los estudios o análisis ambientales concernientes a la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

Que, a su vez, se estableció en el Título II, los requisitos generales que debe cumplir todo laboratorio ambiental que desee acreditarse ante el Instituto.

Que por su parte el Título III, dispuso el procedimiento para la obtención de la acreditación.

Que en virtud del cumplimiento de los requisitos y procedimientos definidos por la Resolución No. 0268 de 2015, el Título IV, señaló la obligación que tiene el Instituto de expedir el Acto Administrativo por medio del cual se otorga o no la acreditación.


COMPETENCIA LEGAL.

Que el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, cumple sus competencias de conformidad con los principios constitucionales de función administrativa de igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad, imparcialidad y publicidad de conformidad con lo estipulado en el Artículo 209 de la Constitución Política de Colombia.

Que, con fundamento en este mandato, y en su condición de Entidad Estatal, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, debe dar plena aplicación, en el desarrollo de sus funciones, al derecho fundamental del debido proceso.

Que a través del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 el Gobierno Nacional expidió el Decreto Único Reglamentado del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, cuyo objeto es compilar la normatividad expedida por el Gobierno Nacional en ejercicio de las facultades reglamentarias conferidas por el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política, para la cumplida ejecución de las leyes del sector Ambiente en el Artículo 2.2.8.9.1.5, estableció que el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, es la Entidad competente para establecer los sistemas de referencia para la acreditación e inter calibración analítica de los laboratorios cuya actividad esté relacionada con la producción de datos e información de carácter físico, químico y biótico de la calidad del medio ambiente de la República de Colombia.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

 El ambiente es de todos Miambiente	FORMATO MODELO DE RESOLUCIÓN	Código: A-GD-F031
		Versión: 01
		Fecha: 03/11/2020
		Página: 6 de 16

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM

RESOLUCIÓN N.º 1012 del 09 DE SEPTIEMBRE DE 2021

“POR LA CUAL SE RENUEVA Y EXTIENDE EL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN A LA SOCIEDAD K2 INGENIERÍA S.A.S., Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIONES”

Que de conformidad con el parágrafo 2 del 2.2.8.9.1.5 del Decreto arriba mencionado, los laboratorios que produzcan información cuantitativa, física y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las Autoridades Ambientales competentes, y los demás que produzcan información de carácter oficial relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, deberán poseer certificado de acreditación correspondiente otorgado mediante acto administrativo expedido por el IDEAM.

Que de conformidad con el numeral 13 del Artículo Décimo Quinto del Decreto 291 del 29 de enero de 2004, corresponde al IDEAM a través de la Subdirección de Estudios Ambientales, acreditar los laboratorios ambientales del sector público y privado que produzcan información física, química y biótica para los estudios o análisis ambientales, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

Que es así, como en desarrollo de esta competencia el Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales – IDEAM, expidió la Resolución No. 0268 del 11 de marzo de 2015, “Por la cual se modifica la Resolución No. 176 de 2003 y 1754 de 2008, y se establecen los requisitos y el procedimiento de acreditación de organismos de evaluación de la conformidad en matrices ambientales, bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 en Colombia”.

Que, en mérito de lo expuesto,


RESUELVE:

ARTÍCULO 1. Renovar el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa física, química y biológica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, a la sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, con NIT 804.007.065-3, con domicilio en la Calle 34 No. 36 - 22, en la ciudad de Bucaramanga, Departamento de Santander, para las siguientes variables bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración”, versión 2017:

MATRIZ AGUA:

1. Alcalinidad Total: Volumétrico, SM 2320 B
2. Cloruro: Argentométrico, SM 4500-Cl B
3. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): Incubación 5 días – Método de sensor óptico, SM 5210B, SM 4500 O – H
4. Dureza Total: Volumétrico – EDTA, SM 2340 C
5. Fenoles: Limpieza - Fotométrico Directo, SM 5530 B, D
6. Grasas y Aceites: Extracción Líquido-Líquido, Partición – Gravimétrico, SM 5520 B
7. Nitritos: Salicilato de Sodio. Análisis de Aguas. J. Rodier. 9ª edición, 2011. Modificado
8. Nitritos: Colorimétrico, SM 4500-NO₂ B
9. Sólidos Disueltos Totales: Secado a 180°C, SM 2540 C
10. Sólidos Suspendidos Totales: Secado a 103-105°C, SM 2540 D
11. Sólidos Totales: Secado a 103-105°C, SM 2540 B
12. Sulfato: Turbidimétrico, ASTM D516-16. Modificado
13. Surfactantes: Surfactantes Aniónicos como SAAM, SM 5540 C
14. Toma de Muestra Simple o puntual: NTC ISO 5667-6:2002. Muestreo. Guía para el muestreo de ríos y corrientes. NTC ISO 5667-10:1995. Muestreo. Muestreo de aguas residuales: Variables medidas en campo: pH (SM 4500 H+ B), Temperatura (SM 2550 B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B), Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C), Caudal (Volumétrico, Guía para el monitoreo de aguas superficiales y subterráneas IDEAM).

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

 El ambiente es de todos Mis ambiente	FORMATO MODELO DE RESOLUCIÓN	Código: A-GD-F031
		Versión: 01
		Fecha: 03/11/2020
		Página: 7 de 16

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM

RESOLUCIÓN N.º 1012 del 09 DE SEPTIEMBRE DE 2021

“POR LA CUAL SE RENUEVA Y EXTIENDE EL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN A LA SOCIEDAD K2 INGENIERÍA S.A.S., Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIONES”

15. **Toma de Muestra Compuesta:** NTC ISO 5667-6:2002. **Muestreo. Guía para el muestreo de ríos y corrientes.** NTC ISO 5667-10:1995. **Muestreo. Muestreo de aguas residuales:** Variables medidas en campo: pH (SM 4500 H+ B), Temperatura (SM 2550 B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B), Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C), Sólidos Sedimentables (SM 2540 F), Caudal (Volumétrico, Guía para el monitoreo de aguas superficiales y subterráneas IDEAM).
16. **Toma de Muestra Integrada en Cuerpo lótico:** NTC ISO 5667-6:2002. **Muestreo. Guía para el muestreo de ríos y corrientes:** Variables medidas en campo: Variables medidas en campo: pH (SM 4500 H+ B), Temperatura (SM 2550 B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B), Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C), Sólidos Sedimentables (SM 2540 F), Caudal (Abro Área/Velocidad, Guía para el monitoreo de aguas superficiales y subterráneas IDEAM).
17. **Toma de Muestra en Aguas Subterráneas:** NTC ISO 5667-11: 1996. **Muestreo. Guía para el muestreo de aguas subterráneas:** Variables Medidas en campo: pH (SM 4500 H+ B), Temperatura (SM 2550 B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B), Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C).
18. **Determinación Directa en Campo en Cuerpo Lótico con Estación Automática Hidrológica de Medición Continua:** NTC ISO 5667-6:1996. **Muestreo. Guía para el muestreo de ríos y corrientes:** pH (SM 4500-H+ B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B), Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C).

MATRIZ SUELOS:

1. **Toma de Muestra en Suelos:** Gestión ambiental. Suelo. Toma de muestras de suelo para determinar contaminación, NTC 3656: 1994-11-23.

MATRIZ SEDIMENTO:

1. **Muestreo en Sedimentos de Fondo:** Calidad del agua. Muestreo. Parte 12. Guía para el muestreo de sedimentos de fondo, NTC-ISO 5667-12:1998-11-26.


MATRIZ BIOTA (Acuática):

1. **Fitoplancton:** Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico, SM 10200 B
2. **Macrofitas Acuáticas:** Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico, SM 10400 B, D
3. **Macroinvertebrados Bentónicos y asociados a Macrofitas:** Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico, SM 10500 B, D
4. **Peces:** Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico, SM 10600 B
5. **Perifiton:** Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico, SM 10300 B
6. **Zooplancton:** Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico, SM 10200 B

MATRIZ AIRE – EMISIONES FUENTES FIJAS:

1. **Determinación de Puntos Transversos para realizar Toma de Muestras y Determinación de Velocidad en Fuentes Estacionarias:** U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-1: Método 1.
2. **Determinación de Puntos Transversos para Muestreo y Velocidad en Fuentes Estacionarias con Chimeneas o Ductos Pequeños:** U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-1. Método 1A.
3. **Determinación de Velocidad y Flujo Volumétrico de Gases en Fuentes Estacionarias empleando Tubo Pitot tipo S:** U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-1: Método 2.
4. **Determinación de la Velocidad de Gas y Tasa de Flujo Volumétrica en Chimeneas o Ductos Pequeños (Tubo Pitot Estándar):** U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-1. Método 2C.
5. **Análisis de Gases para la Determinación de Peso Molecular de Gases Secos:** U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-2: Método 3.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

 El ambiente es de todos Muestre	FORMATO MODELO DE RESOLUCIÓN	Código: A-GO-F031
		Versión: 01
		Fecha: 03/11/2020
		Página: 8 de 16

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM

RESOLUCIÓN N.º 1012 del 09 DE SEPTIEMBRE DE 2021


“POR LA CUAL SE RENUEVA Y EXTIENDE EL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN A LA SOCIEDAD K2 INGENIERÍA S.A.S., Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIONES”

6. Determinación de la Concentración de Oxígeno y Dióxido de Carbono en Emisiones de Fuentes Estacionarias (Procedimiento del Analizador Instrumental): U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-2. Método 3A.
7. Determinación del Contenido de Humedad en Gases de Chimenea: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-3. Método 4.
8. Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de las Emisiones de Material Particulado: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-3. Método 5.
9. Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Dióxido de Azufre - SO₂: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-4. Método 6.
10. Toma de Muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de las Emisiones de Óxidos de Nitrógeno desde Fuentes Estacionarias: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-4. Método 7.
11. Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de SO₂ y H₂SO₄ (incluyendo SO₂ y neblina de H₂SO₄): U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-4. Método 8.
12. Determinación Directa en campo de las Emisiones de Monóxido de Carbono desde Fuentes Estacionarias (Procedimiento del Analizador Instrumental): U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-4. Método 10.
13. Toma de Muestra para la Determinación de las Emisiones de Fluoruro Total desde Fuentes Estacionarias (Método del Electrodo de Ion Selectivo): U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-5. Método 13B.
14. Toma de Muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de las Emisiones de Material Particulado desde Fuentes Estacionarias: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-5. Método 17.
15. Toma de Muestras para la Determinación de Dibenzo-p-Dioxinas Policloradas y Dibenzofuranos Policlorados desde Fuentes Estacionarias: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-7. Método 23.
16. Determinación Directa en Campo de la Concentración Orgánica Gaseosa Total usando un Analizador Infrarrojo No Dispersivo: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-7. Método 25B.
17. Toma de Muestras para la Determinación de Emisiones de Haluros de Hidrogeno y Halógenos desde Fuentes Estacionarias: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-8. Método 26A. (Método isocinético)
18. Toma de Muestra para la Determinación de las Emisiones de Metales desde Fuentes Estacionarias: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-8. Método 29.
19. Toma de Muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Material Particulado como PM₁₀ y PM_{2.5}: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 51. Método 201A. Apéndice M.

MATRIZ AIRE – CALIDAD DEL AIRE:

1. Toma de muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Partículas Suspensas Totales en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice B. Alto Volumen.
2. Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM₁₀ en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J. PM₁₀. Alto Volumen. Método de Referencia Manual: RFPs-0202-141.
3. Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM₁₀ en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J. PM₁₀. Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPs-0714-216.
4. Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM₁₀ en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J. PM₁₀. Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPs-1298-125.
5. Toma de Muestra para la Determinación Material Particulado como PM_{2.5} en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L. PM_{2.5}. Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPs-0498-116.
6. Toma de Muestra para la Determinación Material Particulado fino como PM_{2.5} en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L. PM_{2.5}. Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPs-1014-219.
7. Análisis de Laboratorio para la Determinación de Material Particulado como PM₁₀ en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J. PM₁₀. Alto Volumen.
8. Análisis para la Determinación de Material Particulado como PM₁₀ en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J. PM₁₀. Bajo Volumen.
9. Análisis de Laboratorio para la Determinación Material Particulado como PM_{2.5} en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L. PM_{2.5}. Bajo Volumen.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

 <p>El ambiente es de todos Minambiente</p>	<p>FORMATO MODELO DE RESOLUCIÓN</p>	<p>Código: A-GO-F031 Versión: 01 Fecha: 03/11/2020 Página: 9 de 16</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM

RESOLUCIÓN N.º 1012 del 09 DE SEPTIEMBRE DE 2021

“POR LA CUAL SE RENUEVA Y EXTIENDE EL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN A LA SOCIEDAD K2 INGENIERÍA S.A.S., Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIONES”

10. Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Dióxido de Azufre SO₂ en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A:2 Paramosnilina.

MATRIZ AIRE – ESTACIONES AUTOMÁTICAS DE CALIDAD DEL AIRE:

- Determinación Directa en Campo de Material Particulado como PM₁₀ en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice J. Bajo Volumen. Método Equivalente Automático: EQPM-0404-151.
- Determinación directa en Campo de Material Particulado fino como PM_{2.5} en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: PM_{2.5}. Método Equivalente Automatizado: EQPM-1013-211.
- Determinación directa de Monóxido de Carbono (CO) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C: Fotometría Infrarroja No Dispersiva. Método de Referencia Automatizado: RFCA-1093-093.
- Determinación directa de Monóxido de Carbono (CO) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C: Fotometría Infrarroja No Dispersiva. Método de Referencia Automatizado: RFCA-0915-228.
- Determinación directa en Campo de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice F: Quimioluminiscencia en Fase Gaseosa. Método de Referencia Automatizado: RFNA-1194-099.
- Determinación directa en Campo de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice F: Quimioluminiscencia en Fase Gaseosa. Método de Referencia Automatizado: RFNA-0118-249.
- Determinación directa de Ozono (O₃) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice D: Método de Quimioluminiscencia. Método Equivalente Automatizado: EQQA-0992-087.
- Determinación directa de Ozono (O₃) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice D: Método de Quimioluminiscencia. Método Equivalente Automatizado: EQQA-0206-148.
- Determinación directa en Campo de Dióxido de Azufre (SO₂) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A-1: Método de Fluorescencia Ultravioleta. Método Equivalente Automatizado: EQSA-0802-149.
- Determinación directa en Campo de Dióxido de Azufre (SO₂) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A-1: Método de Fluorescencia Ultravioleta. Método Equivalente Automatizado: EQSA-0495-100.

MATRIZ AIRE – RUIDO:

- Emisión de Ruido: Procedimiento de Medición para Emisiones de Ruido. Capítulo I, Anexo 3 de la Resolución 0627 del 7 de abril de 2006 del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Ruido Ambiental: Procedimiento de Medición para Ruido Ambiental. Capítulo II, Anexo 3 de la Resolución 0627 del 7 de abril de 2006 del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Ruido: Determinación de los Niveles de Ruido Ambiental, ISO 1996-2:2017, Julio 2017, 3ª edición.



PARÁGRAFO: Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWA - WEF, 23^{ra} edición 2017, salvo en los casos en que se especifique directamente otra referencia bibliográfica.

ARTÍCULO 2. No renovar el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, a la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., con NIT 804.007.055-3, con domicilio en la Calle 34 No. 36 - 22, en la ciudad de Bucaramanga, Departamento de Santander, para la siguiente variable bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2017:

MATRIZ AIRE – CALIDAD DEL AIRE:

- Toma de Muestras para la Determinación de Compuestos Orgánicos Volátiles (incluidos Hidrocarburos) en Aire Ambiente usando Muestreo Activo en Tubos Absorbentes: Compendio de métodos para la determinación de Compuestos orgánicos tóxicos en aire ambiente, Método U.S. EPA-TO-17, Segunda Edición 1999.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

 El ambiente es de todos  Miambiente	FORMATO MODELO DE RESOLUCIÓN	Código: A-GO-F031
		Versión : 01
		Fecha: 03/11/2020
		Página: 10 de 16

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM

RESOLUCIÓN N.º 1012 del 09 DE SEPTIEMBRE DE 2021

“POR LA CUAL SE RENUEVA Y EXTIENDE EL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN A LA SOCIEDAD K2 INGENIERÍA S.A.S., Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIONES”

PARÁGRAFO : La sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., de continuar interesada en la inclusión en el alcance de la variable/método para la matriz Aire – Calidad del Aire indicadas en el Artículo 2 del presente acto administrativo, deberá iniciar un nuevo trámite de extensión de la acreditación ante el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, de acuerdo con el procedimiento establecido en la Resolución 0268 de 2015 y demás normas concordantes.

ARTÍCULO 3. Extender el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, a la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., con NIT 804.007.055-3, con domicilio en la Calle 34 No. 36 - 22, en la ciudad de Bucaramanga, Departamento de Santander, para las siguientes variables bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración”, versión 2017.


MATRIZ AGUA:

1. Acidez: Volumétrico, SM 2310 B
2. Carbonatos, Bicarbonatos e Hidróxidos: Volumétrico, SM 2320 B
3. Color Real (3 longitudes de onda): Calidad del Agua. Examen y Determinación del Color. Determinación del Color Real Usando Instrumentos Ópticos. ISO 7887:2011-12-15, Método B.
4. Cromo Hexavalente Total: Colorimétrico, SM 3500-Cr B
5. Demanda Química de Oxígeno (DQO): Reflujo Cerrado - Volumétrico, SM 5220 C
6. Dureza Cálcica: Volumétrico con EDTA, SM 3500-Ca B
7. Dureza Magnésica: Cálculo, ASTM D1126-17 Modificado
8. Fósforo Ácido - Hidrolizable Total (Leído como ortofosfatos): Método del Ácido Ascórbico, SM 4500-P B-2, E
9. Fósforo Orgánico Total: Cálculo, SM 4500-P B, E
10. Fósforo Reactivo Total (Leído como Ortofosfato): Ácido Ascórbico, SM 4500 P, E
11. Fósforo Total: Digestión Ácido Nítrico/Ácido Sulfúrico – Ácido Ascórbico, SM 4500-P B, E
12. Hidrocarburos: Extracción Líquido-Líquido, Partición – Gravimétrico / Hidrocarburos, SM 5520 B, F
13. Toma de Muestra Simple o puntual: NTC ISO 5667-6:2002. Muestreo. Guía para el muestreo de ríos y corrientes. NTC ISO 5667-10:1995. Muestreo. Muestreo de aguas residuales: Variables medidas en campo: Cloro Residual (SM 4500 Cl – G), Sólidos Sedimentables (SM 2540 F), Potencial de Oxido Reducción (ORP) (SM 2580 B Modificado), Turbiedad (UNE EN ISO 7027-1 Modificado).
14. Toma de Muestra Compuesta: NTC ISO 5667-6:2002. Muestreo. Guía para el muestreo de ríos y corrientes. NTC ISO 5667-10:1995. Muestreo. Muestreo de aguas residuales: Variables medidas en campo: Cloro Residual (SM 4500 Cl – G), Potencial de Oxido Reducción (ORP) (SM 2580 B Modificado), Turbiedad (UNE EN ISO 7027-1 Modificado).
15. Toma de Muestra Integrada en Cuerpo lótico: NTC ISO 5667-6:2002. Muestreo. Guía para el muestreo de ríos y corrientes: Variables medidas en campo: Cloro Residual (SM 4500 Cl – G), Potencial de Oxido Reducción (ORP) (SM 2580 B Modificado), Turbiedad (UNE EN ISO 7027-1 Modificado).
16. Toma de Muestra en Aguas Subterráneas: NTC ISO 5667-11: 1996. Muestreo. Guía para el muestreo de aguas subterráneas: Variables Medidas en campo: Potencial de Oxido Reducción (ORP) (SM 2580 B Modificado), Turbiedad (UNE EN ISO 7027-1 Modificado).
17. Determinación Directa en Campo en Cuerpo Lótico con Estación Automática Hidrológica de Medición Continua: NTC ISO 5667-6:2002. Muestreo. Guía para el muestreo de ríos y corrientes: Turbiedad (UNE EN ISO 7027-1 Modificado).

MATRIZ AIRE – EMISIONES FUENTES FIJAS:

1. Toma de Muestra para la Medición de las Emisiones de Compuestos Orgánicos Gaseosos por Cromatografía de Gases: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-6. Método 18.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

 El ambiente es de todos Minambiente	FORMATO MODELO DE RESOLUCIÓN	Código: A-GO-F031
		Versión: 01
		Fecha: 03/11/2020
		Página: 11 de 16

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM

RESOLUCIÓN N.º 1012 del 09 DE SEPTIEMBRE DE 2021

“POR LA CUAL SE RENUEDA Y EXTIENDE EL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN A LA SOCIEDAD K2 INGENIERÍA S.A.S., Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIONES”

MATRIZ AIRE - CALIDAD DEL AIRE:

1. Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{10} . Alto Volumen. Método de Referencia Manual: RFPS-1287-063.

MATRIZ AIRE – ESTACIONES AUTOMÁTICAS DE CALIDAD DEL AIRE:

1. Determinación directa de Monóxido de Carbono (CO) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C: Fotometría Infrarroja No Dispersiva. Método de Referencia Automatizado: RFCA-0206-147.
2. Determinación directa de Ozono (O_3) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice D: Método de Quimioluminiscencia. Método Equivalente Automatizado: EQQA-0515-225.
3. Determinación Directa en Campo de Material Particulado como PM_{10} : UNE-EN 16450. Aire Ambiente. Sistemas Automáticos de Medida para la Medición de la Concentración de Materia Particulada (PM_{10} ; $PM_{2.5}$), 2017-09.
4. Determinación Directa de Material Particulado como $PM_{2.5}$: UNE-EN 16450. Aire Ambiente. Sistemas Automáticos de Medida para la Medición de la Concentración de Materia Particulada (PM_{10} ; $PM_{2.5}$), 2017-09.


PARÁGRAFO: Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWA – WEF, 23^{ra} edición 2017, salvo en los casos en que se especifique directamente otra referencia bibliográfica.

ARTÍCULO 4. Establecer que a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo las variables acreditadas, para producir información cuantitativa, física, química y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes e información de carácter oficial, relacionada con la calidad del Medio Ambiente y de los recursos naturales renovables de la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., con NIT 804.007.055-3, con domicilio en la Calle 34 No. 36 - 22, en la ciudad de Bucaramanga, Departamento de Santander, para las siguientes variables, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración”, versión 2017, son las siguientes.

MATRIZ AGUA:

1. Acidez: Volumétrico, SM 2310 B
2. Alcalinidad Total: Volumétrico, SM 2320 B
3. Carbonatos, Bicarbonatos e Hidróxidos: Volumétrico, SM 2320 B
4. Cloruro: Argentométrico, SM 4500-Cl B
5. Color Real (3 longitudes de onda): Calidad del Agua. Examen y Determinación del Color. Determinación del Color Real Usando Instrumentos Ópticos. ISO 7887:2011-12-15, Método B.
6. Cromo Hexavalente Total: Colorimétrico, SM 3500-Cr B
7. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5): Incubación 5 días – Método de sensor óptico, SM 5210B, SM 4500 O – H
8. Demanda Química de Oxígeno (DQO): Reflujo Cerrado - Volumétrico, SM 5220 C
9. Dureza Cálcica: Volumétrico con EDTA, SM 3500-Ca B
10. Dureza Magnésica: Cálculo, ASTM D1126-17 Modificado
11. Dureza Total: Volumétrico – EDTA, SM 2340 C
12. Fenoles: Limpieza - Fotométrico Directo, SM 5530 B, D
13. Fósforo Ácido - Hidrolizable Total (Leído como ortofosfatos): Método del Ácido Ascórbico, SM 4500-P B-2, E
14. Fósforo Orgánico Total: Cálculo, SM 4500-P B, E
15. Fosforo Reactivo Total (Leído como Ortofosfato): Ácido Ascórbico, SM 4500 P, E
16. Fosforo Total: Digestión Ácido Nítrico/Ácido Sulfúrico – Ácido Ascórbico, SM 4500-P B, E
17. Grasas y Aceites: Extracción Líquido-Líquido, Partición – Gravimétrico, SM 5520 B

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

 El ambiente es de todos	Misambiente	FORMATO MODELO DE RESOLUCIÓN	Código: A-GO-F031
			Versión : 01
			Fecha: 03/11/2020
			Página: 12 de 16

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM

RESOLUCIÓN N.º 1012 del 09 DE SEPTIEMBRE DE 2021

“POR LA CUAL SE RENUEVA Y EXTIENDE EL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN A LA SOCIEDAD K2 INGENIERÍA S.A.S., Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIONES”

18. Hidrocarburos: Extracción Líquido-Líquido, Partición – Gravimétrico / Hidrocarburos, SM 5520 B, F
19. Nitratos: Salicilato de Sodio. Análisis de Aguas. J. Rodier. 9ª edición, 2011. **Modificado**
20. Nitratos: Colorimétrico, SM 4500-NO₂ B
21. Sólidos Disueltos Totales: Secado a 180°C, SM 2540 C
22. Sólidos Suspendedos Totales: Secado a 103-105°C, SM 2540 D
23. Sólidos Totales: Secado a 103-105°C, SM 2540 B
24. Sulfato: Turbidimétrico, ASTM D516-16. **Modificado**
25. Surfactantes: Surfactantes Aniónicos como SAAM, SM 5540 C
26. Toma de Muestra Simple o puntual: NTC ISO 5667-6:2002. Muestreo. Guía para el muestreo de ríos y corrientes. NTC ISO 5667-10:1995. Muestreo. Muestreo de aguas residuales: Variables medidas en campo: pH (SM 4500 H⁺ B), Temperatura (SM 2550 B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B), Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C), Cloro Residual (SM 4500 Cl – G), Sólidos Sedimentables (SM 2540 F), Potencial de Oxido Reducción (ORP) (SM 2580 B Modificado), Turbiedad (UNE EN ISO 7027-1 Modificado), Caudal (Volumétrico, Guía para el monitoreo de aguas superficiales y subterráneas IDEAM)
27. Toma de Muestra Compuesta: NTC ISO 5667-6:2002. Muestreo. Guía para el muestreo de ríos y corrientes. NTC ISO 5667-10:1995. Muestreo. Muestreo de aguas residuales: Variables medidas en campo: pH (SM 4500 H⁺ B), Temperatura (SM 2550 B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B), Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C), Sólidos Sedimentables (SM 2540 F), Caudal (Volumétrico, Guía para el monitoreo de aguas superficiales y subterráneas IDEAM).
28. Toma de Muestra Integrada en Cuerpo lótico: NTC ISO 5667-6:2002. Muestreo. Guía para el muestreo de ríos y corrientes: Variables medidas en campo: Variables medidas en campo: pH (SM 4500 H⁺ B), Temperatura (SM 2550 B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B), Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C), Sólidos Sedimentables (SM 2540 F), Cloro Residual (SM 4500 Cl – G), Potencial de Oxido Reducción (ORP) (SM 2580 B Modificado), Turbiedad (UNE EN ISO 7027-1 Modificado), Caudal (Aforo Área/Velocidad, Guía para el monitoreo de aguas superficiales y subterráneas IDEAM).
29. Toma de Muestra en Aguas Subterráneas: NTC ISO 5667-11: 1996. Muestreo. Guía para el muestreo de aguas subterráneas: Variables Medidas en campo: pH (SM 4500 H⁺ B), Temperatura (SM 2550 B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B) Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C), Potencial de Oxido Reducción (ORP) (SM 2580 B Modificado), Turbiedad (UNE EN ISO 7027-1 Modificado).
30. Determinación Directa en Campo en Cuerpo Lótico con Estación Automática Hidrológica de Medición Continua: NTC ISO 5667-6:2002. Muestreo. Guía para el muestreo de ríos y corrientes: pH (SM 4500-H⁺ B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B), Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C), Turbiedad (UNE EN ISO 7027-1 Modificado).

MATRIZ SUELOS:

1. Toma de Muestra en Suelos: Gestión ambiental. Suelo. Toma de muestras de suelo para determinar contaminación, NTC 3656: 1994-11-23.


MATRIZ SEDIMENTO:

1. Muestreo en Sedimentos de Fondo: Calidad del agua. Muestreo. Parte 12. Guía para el muestreo de sedimentos de fondo, NTC-ISO 5667-12:1998-11-26.

MATRIZ BIOTA (Acuática):

1. Fitoplancton: Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico, SM 10200 B
2. Macrofitas Acuáticas: Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10400 B, D
3. Macroinvertebrados Bentónicos y asociados a Macrofitas: Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico, SM 10500 B, D
4. Peces: Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico, SM 10600 B

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

 El ambiente es de todos Míramelo bien	FORMATO MODELO DE RESOLUCIÓN	Código: A-GD-FD31
		Versión : 01
		Fecha: 03/11/2020
		Página: 13 de 16

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM

RESOLUCIÓN N.º 1012 del 09 DE SEPTIEMBRE DE 2021

“POR LA CUAL SE RENUEVA Y EXTIENDE EL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN A LA SOCIEDAD K2 INGENIERÍA S.A.S., Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIONES”

5. Perifiton: Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico, SM 10300 B
6. Zooplancton: Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico, SM 10200 B


MATRIZ AIRE – EMISIONES FUENTES FIJAS:

1. Determinación de Puntos Transversos para realizar Toma de Muestras y Determinación de Velocidad en Fuentes Estacionarias: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-1: Método 1.
2. Determinación de Puntos Transversos para Muestreo y Velocidad en Fuentes Estacionarias con Chimeneas o Ductos Pequeños: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-1. Método 1A.
3. Determinación de Velocidad y Flujo Volumétrico de Gases en Fuentes Estacionarias empleando Tubo Pitot tipo S: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-1: Método 2.
4. Determinación de la Velocidad de Gas y Tasa de Flujo Volumétrica en Chimeneas o Ductos Pequeños (Tubo Pitot Estándar): U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-1. Método 2C.
5. Análisis de Gases para la Determinación de Peso Molecular de Gases Secos: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-2: Método 3.
6. Determinación de la Concentración de Oxígeno y Dióxido de Carbono en Emisiones de Fuentes Estacionarias (Procedimiento del Analizador Instrumental): U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-2. Método 3A.
7. Determinación del Contenido de Humedad en Gases de Chimenea: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-3. Método 4.
8. Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de las Emisiones de Material Particulado: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-3: Método 5.
9. Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Dióxido de Azufre - SO₂: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-4: Método 6
10. Toma de Muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de las Emisiones de Óxidos de Nitrógeno desde Fuentes Estacionarias: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-4. Método 7.
11. Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de SO₂ y H₂SO₄ (incluyendo SO₂ y neblina de H₂SO₄): U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-4: Método 8
12. Determinación Directa en campo de las Emisiones de Monóxido de Carbono desde Fuentes Estacionarias (Procedimiento del Analizador Instrumental): U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-4. Método 10.
13. Toma de Muestra para la Determinación de las Emisiones de Fluoruro Total desde Fuentes Estacionarias (Método del Electrodo de Ion Selectivo): U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-5. Método 13B.
14. Toma de Muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de las Emisiones de Material Particulado desde Fuentes Estacionarias: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-6. Método 17.
15. Toma de Muestra para la Medición de las Emisiones de Compuestos Orgánicos Gaseosos por Cromatografía de Gases: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-6. Método 18.
16. Toma de Muestras para la Determinación de Dibenzo-p-Dioxinas Policloradas y Dibenzofuranos Policlorados desde Fuentes Estacionarias: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-7: Método 23.
17. Determinación Directa en Campo de la Concentración Orgánica Gaseosa Total usando un Analizador Infrarrojo No Dispersivo: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-7. Método 25B
18. Toma de Muestras para la Determinación de Emisiones de Haluros de Hidrógeno y Halógenos desde Fuentes Estacionarias: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-8: Método 26A. (Método Isocinético)
19. Toma de Muestra para la Determinación de las Emisiones de Metales desde Fuentes Estacionarias: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-8. Método 29.
20. Toma de Muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Material Particulado como PM₁₀ y PM_{2.5}: U.S. EPA e-CFR, Título 40, Parte 51. Método 201A. Apéndice M.

MATRIZ AIRE – CALIDAD DEL AIRE:

1. Toma de muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Partículas Suspensas Totales en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice B: Ato Volumen.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

 El ambiente es de todos Miambiente	FORMATO MODELO DE RESOLUCIÓN	Código: A-GD-F031
		Versión: 01
		Fecha: 03/11/2020
		Página: 14 de 16

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM

RESOLUCIÓN N.º 1012 del 09 DE SEPTIEMBRE DE 2021


“POR LA CUAL SE RENUEVA Y EXTIENDE EL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN A LA SOCIEDAD K2 INGENIERÍA S.A.S., Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIONES”

2. Análisis de Laboratorio para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{10} , Alto Volumen.
3. Análisis de Laboratorio para la Determinación de Material Particulado como $PM_{2.5}$ en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: $PM_{2.5}$, Bajo Volumen.
4. Análisis para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{10} , Bajo Volumen.
5. Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Dióxido de Azufre SO_2 en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A2 Paraorosnilina.
6. Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{10} , Alto Volumen. Método de Referencia Manual: RFPS-0202-141.
7. Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{10} , Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPS-0714-216.
8. Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{10} , Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPS-1298-125.
9. Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{10} , Alto Volumen. Método de Referencia Manual: RFPS-1287-063
10. Toma de Muestra para la Determinación de Material Particulado como $PM_{2.5}$ en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: $PM_{2.5}$, Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPS-0498-116.
11. Toma de Muestra para la Determinación de Material Particulado fino como $PM_{2.5}$ en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: $PM_{2.5}$, Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPS-1014-219.

MATRIZ AIRE – ESTACIONES AUTOMÁTICAS DE CALIDAD DEL AIRE:

1. Determinación Directa en Campo de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice J, Bajo Volumen. Método Equivalente Automatizado: EQPM-0404-151.
2. Determinación directa en Campo de Material Particulado fino como $PM_{2.5}$ en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: $PM_{2.5}$, Método Equivalente Automatizado: EQPM-1013-211.
3. Determinación Directa de Material Particulado como $PM_{2.5}$: UNE-EN 16450. Aire Ambiente. Sistemas Automáticos de Medida para la Medición de la Concentración de Materia Particulada (PM_{10} ; $PM_{2.5}$), 2017-09.
4. Determinación Directa en Campo de Material Particulado como PM_{10} : UNE-EN 16450. Aire Ambiente. Sistemas Automáticos de Medida para la Medición de la Concentración de Materia Particulada (PM_{10} ; $PM_{2.5}$), 2017-09).
5. Determinación directa de Monóxido de Carbono (CO) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C: Fotometría Infrarroja No Dispersiva. Método de Referencia Automatizado: RFCA-1093-093.
6. Determinación directa de Monóxido de Carbono (CO) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C: Fotometría Infrarroja No Dispersiva. Método de Referencia Automatizado: RFCA-0915-228.
7. Determinación directa de Monóxido de Carbono (CO) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C: Fotometría Infrarroja No Dispersiva. Método de Referencia Automatizado: RFCA-0206-147.
8. Determinación directa de Ozono (O_3) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice D: Método de Quimioluminiscencia. Método Equivalente Automatizado: EQQA-0992-087.
9. Determinación directa de Ozono (O_3) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice D: Método de Quimioluminiscencia. Método Equivalente Automatizado: EQQA-0206-148.
10. Determinación directa de Ozono (O_3) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice D: Método de Quimioluminiscencia. Método Equivalente Automatizado: EQQA-0515-225.
11. Determinación directa en Campo de Dióxido de Azufre (SO_2) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A-1: Método de Fluorescencia Ultravioleta. Método Equivalente Automatizado: EQSA-0802-149.
12. Determinación directa en Campo de Dióxido de Azufre (SO_2) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A-1: Método de Fluorescencia Ultravioleta. Método Equivalente Automatizado: EQSA-0495-100.
13. Determinación directa en Campo de Dióxido de Nitrógeno (NO_2) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice F: Quimioluminiscencia en Fase Gaseosa. Método de Referencia Automatizado: RFNA-1194-099.

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

 El ambiente es de todos <i>Mi ambiente</i>	FORMATO MODELO DE RESOLUCIÓN	Código: A-GO-F031
		Versión : 01
		Fecha: 03/11/2020
		Página: 15 de 16

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM

RESOLUCIÓN N.º 1012 del 09 DE SEPTIEMBRE DE 2021

“POR LA CUAL SE RENUEVA Y EXTIENDE EL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN A LA SOCIEDAD K2 INGENIERÍA S.A.S., Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIONES”

14. **Determinación directa en Campo de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice F: Quimioluminiscencia en Fase Gaseosa. Método de Referencia Automatizado: RFNA-0118-249.

MATRIZ AIRE – RUIDO:

1. **Emisión de Ruido:** Procedimiento de Medición para Emisiones de Ruido. Capítulo I, Anexo 3 de la Resolución 0627 del 7 de abril de 2006 del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
2. **Ruido Ambiental:** Procedimiento de Medición para Ruido Ambiental. Capítulo II, Anexo 3 de la Resolución 0627 del 7 de abril de 2006 del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
3. **Ruido:** Determinación de los Niveles de Ruido Ambiental, ISO 1996-2:2017, Julio 2017, 3ª edición.

PARÁGRAFO: Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia el *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWA - WEF, 23rd edition 2017*, salvo en los casos en que se especifique directamente otra referencia bibliográfica.

ARTÍCULO 5. La sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., para mantener la acreditación otorgada mediante la presente Resolución, deberá participar y aprobar anualmente los ensayos de aptitud para las variables consideradas en el alcance de la acreditación de acuerdo con el ordenamiento jurídico.

ARTÍCULO 6. Para efectos de seguimiento de la acreditación el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, hará una visita de verificación *in situ* a los veinticuatro (24) meses de haberse obtenido la acreditación, para lo cual la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., deberá radicar antes del vencimiento del mes dieciocho (18) la solicitud de visita de seguimiento, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 34 de la Resolución No. 0268 de 2015.

ARTÍCULO 7. En caso de que la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., no cumpla con los términos y condiciones que se relacionan en la presente resolución el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, dará por terminada mediante acto administrativo la acreditación otorgada.

ARTÍCULO 8. La sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., beneficiaria de la presente Resolución, de continuar interesado como laboratorio acreditado deberá solicitar la renovación a esta Entidad con nueve (9) meses de anticipación al vencimiento del acto administrativo que le otorga la acreditación, para lo cual se someterá a una nueva auditoría, de acuerdo con lo establecido en la Resolución No. 0268 de 2015.


ARTÍCULO 9. En caso de suspensión, retiro o vencimiento de la acreditación la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., deberá inmediatamente cesar el uso de la acreditación, así como la publicidad o logotipo de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, de acuerdo con el ordenamiento jurídico.

ARTÍCULO 10. De acuerdo con lo establecido en la Resolución No. 0268 del 06 de marzo de 2015, y demás normas regulatorias, la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., deberá dar cumplimiento a cada uno de los compromisos establecidos en el procedimiento del trámite de acreditación.

ARTÍCULO 11. Por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, notificar personalmente o por aviso, cuando a ello hubiere lugar, el contenido del presente acto administrativo al representante legal, apoderado debidamente constituido y/o a la persona debidamente autorizada por la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., con NIT 804.007.055-3, con domicilio en la Calle 34 No. 36 - 22, en la ciudad de Bucaramanga, Departamento de Santander, de conformidad con los artículos 67 y 69 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

ARTÍCULO 12. En contra del presente Acto Administrativo procede el recurso de reposición, el cual se podrá interponer por su representante o apoderado debidamente constituido, por escrito ante la Directora del Instituto de Hidrología,

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

 El ambiente es de todos M+ambiente	FORMATO MODELO DE RESOLUCIÓN	Código: A-GO-F031
		Versión: 01
		Fecha: 03/11/2020
		Página: 16 de 16

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM

RESOLUCIÓN N.º 1012 del 09 DE SEPTIEMBRE DE 2021

“POR LA CUAL SE RENUEVA Y EXTIENDE EL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN A LA SOCIEDAD K2 INGENIERÍA S.A.S., Y SE TOMAN OTRAS DETERMINACIONES”

Meteorología y Estudios Ambientales en la diligencia de notificación personal, o dentro de los diez (10) días siguientes a ella, o a la notificación por aviso, o al vencimiento del término de publicación, según el caso, de conformidad con lo establecido en los artículos 76 y 77 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.






ARTÍCULO 13. La vigencia del presente Acto Administrativo será de cuatro (4) años, los cuales se contarán a partir de su ejecutoria.

NOTIFIQUESE Y CÚMPLASE

Dado en Bogotá D. C., a los 09 días de septiembre de 2021

Firmado digitalmente por:
GONZÁLEZ HERNÁNDEZ YOLANDA
Fecha y hora: 18.09.2021
15:17:13

YOLANDA GONZÁLEZ HERNÁNDEZ
Directora General

	Nombre	Cargo	Firma
Proyectó	Carolina Sarabie Gómez	Contralista – Grupo de Acreditación	
Revisó	John Jairo Cardelosa	Contralista – Grupo de Acreditación	
Aprobó	Leonardo Alfredo Pineda Pardo	Coordinador Grupo de Acreditación	
Revisó	Jairo Mauricio Beltrán Balán	Abogado Grupo de Acreditación	
Aprobó	Gilberto Antonio Ramos Suarez	Jefe Oficina Asesora Jurídica	
Expediente	201960100100400039E		
Los arriba firmantes declaramos que hemos revisado el presente documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales y/o técnicas vigentes y por lo tanto bajo nuestra responsabilidad lo presentamos para la firma del Director General del IDEAM.			

Radicado No. 20216010017271

Fecha de monitoreo: Mayo 2022



El ambiente
es de todos

Minambiente

Página 1 de 18

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N.º 0448 de 08 JUN 2020

"Por la cual se extiende el alcance de la acreditación a la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., y se toman otras determinaciones"

LA DIRECTORA GENERAL DEL INSTITUTO DE HIDROLOGÍA,
METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM-

En uso de sus facultades legales y en especial las conferidas por los numerales 1 y 2 del artículo 5 del Decreto 291 de 2004; y el artículo 2.2.8.9.1.5 del Decreto 1076 de 2015, el Decreto 1708 del 4 de septiembre de 2018, la Resolución No. 0268 del 06 de marzo de 2015 del IDEAM y

CONSIDERANDO:

Que mediante la Resolución 1695 del 04 de agosto de 2016, el IDEAM renovó y extendió el alcance de la acreditación a la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., para producir información cuantitativa física, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente.

Que mediante la Resolución 0232 del 15 de febrero de 2017, el IDEAM extendió por pruebas de evaluación de desempeño el alcance de la acreditación a la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., para producir información cuantitativa física, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente.

Que mediante la Resolución 1313 del 16 de junio de 2017, el IDEAM extendió el alcance de la acreditación a la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., para producir información cuantitativa física, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente.

Que mediante escrito con radicado número 20189910133402 del 09 de octubre de 2018, la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., solicitó al IDEAM la visita de evaluación para el seguimiento y extensión del alcance de la acreditación mediante el Formulario Único de Solicitud de Acreditación.

Que mediante Auto No. 0099 del 29 de octubre de 2018, el IDEAM dispuso el inicio del trámite para el seguimiento y extensión del alcance de la acreditación de la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S.

Que mediante correo electrónico del 29 de octubre de 2018 con radicado N° 20186010027921, el IDEAM envió a la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., los resultados de la prueba de evaluación de desempeño del año 2017, obteniendo una calificación satisfactoria para todas las variables presentadas. Por otro lado, las variables para las cuales la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., no presentó pruebas de evaluación de desempeño:

Variables de Seguimiento:

Matriz Aire – Emisiones Fuentes Fijas:

1. **Análisis de Laboratorio para la Determinación de las Emisiones de Material Particulado desde Fuentes Estacionarias:** U.S. EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-6. Método 17.



Bogotá, D.C. Colombia - Sur América
Sede correspondencia
Calle 25 Enero 30 B - 78 Bogotá D.C. Código postal: 110013
PBR: 0011 0221130 Fax: 0011 2878011 - 2878010012
Línea Nacional 018000 10012 - Pionéceros y Alerta 0110 1021100
Sede Fuente Avanda: Calle 11 No. 42B - 44 Bogotá D.C. PBR: 1581 010
www.ideam.gov.co

Fecha de monitoreo: Mayo 2022



El ambiente
es de todos

Minambiente

0448

08 JUN 2020

Página 2 de 18

Que mediante oficio con radicado número 20186010027771 del 02 de noviembre de 2018, el IDEAM envió la segunda cotización y orden de consignación No. 22718 de la visita de evaluación para el seguimiento y extensión del alcance de la acreditación a la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S.

Que mediante oficio con radicado número 20196010000561 del 31 de enero de 2019, el IDEAM confirmó a la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., las fechas de la visita de evaluación para el seguimiento y extensión del alcance de la acreditación.

Que mediante radicado número 20196010000871 del 04 de febrero de 2019, el IDEAM envió a la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., los documentos plan y cronograma correspondientes a la visita de evaluación para el seguimiento y extensión del alcance de la acreditación.

Que la visita de evaluación para el seguimiento y extensión del alcance de la acreditación a la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., por parte del IDEAM, se llevó a cabo del 11 al 21 de febrero de 2019, tal y como se advierte en los registros que obran en el expediente número 201660100100400040E, perteneciente a la Subdirección de Estudios Ambientales.

Que mediante escrito con radicado número 20199910018102 del 22 de febrero de 2019, la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., solicitó al IDEAM el retiro de las siguientes variables del alcance de la visita de evaluación para el seguimiento y extensión del alcance de la acreditación:

Variables de Seguimiento:

Matriz Aguas Continentales:

1. Demanda Bioquímica de Oxígeno: Ensayo DBO a 5 días – Respirométrico, SM 5210B, SM 5210 D.
2. Fenoles: Limpieza – Extracción con Cloroformo, SM 5530 B, C. Ed. 23rd
3. Sólidos Sedimentables: Cono Imhoff, SM 2540 F.
4. Surfactantes: Surfactantes Aniónicos como SAAM, SM 5540 C Ed. 23rd Modificado
5. Toma de Muestra Simple: Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (SM 4500-O, G).
6. Toma de Muestra Compuesta: Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (SM 4500-O, G).
7. Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Iófico: Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (SM 4500-O, G).
8. Toma de Muestra en Aguas Subterráneas: Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (SM 4500-O, G).

Matriz Aire – Calidad del Aire:

1. Determinación directa en Campo de Material Particulado como $PM_{2.5}$ en la atmosfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: $PM_{2.5}$. Método Equivalente Automatizado: EQPM-0311-195.
2. Determinación directa en Campo de Material Particulado como PM_{10} : European Union Regulation. Método Automatizado Conforme a EN 12341:2014.

Variables de Extensión

Matriz Aguas Continentales:

1. Fosforo Reactivo Total (Leído como Ortofosfato): Ácido Ascórbico, SM 4500-P, E. Ed. 23rd
2. DBO5: Incubación a 5 días - Electrodo de Luminiscencia, SM 5210 B, (Ed. 23rd), ASTM D888-12, Método C.
3. DQO: Reflujo Cerrado y Volumétrico, SM 5220 C. Ed. 23rd
4. Toma de Muestra Simple: Variables medidas en campo: Cloro Residual (SM 4500 Cl –G Ed. 23rd)



Bogotá D.C. Colombia - Sur América
Sede corporativa
Calle 25 Entero 95 B-76 Bogotá D.C. Código postal 110013
PBR 0110 2021199 Fax Servici: 20176011 - 2017100 Dpuz
Línea Nacional 018000 10112 - Bogotá D.C. y Atención al Cliente 0110 2021199
Sede Fronte Avanda: Calle 13 No.42B - 44 Bogotá D.C. PBR 2081 610
www.ideam.gov.co

Fecha de monitoreo: Mayo 2022



El ambiente
es de todos

Minambiente

0448 08 JUN 2020

Página 3 de 18

Matriz Biota:

1. **Macrófitas Acuáticas:** Análisis SM 10400 D. Ed. 23rd

Matriz Suelos:

1. **Muestreo en suelos, sedimentos y otros Materiales Geológicos:** Numeral 1.6.1 de la Resolución No. 0062 de 2007 emitida por el IDEAM

Que mediante escrito con radicado número 20199910018102 del 22 de febrero de 2019, la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., solicitó al IDEAM la inclusión de las siguientes variables en el alcance de la visita de evaluación para el seguimiento y extensión del alcance de la acreditación:

Variables de Extensión

Matriz Aguas Continentales:

1. **Toma de Muestra Simple:** Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C).
2. **Toma de Muestra Compuesta:** Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C).
3. **Toma de Muestra Integrada en Cuerpo lóxico:** Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C).
4. **Toma de Muestra en Aguas Subterráneas:** Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C).
5. **Determinación Directa en Campo en Cuerpo Lótico con Estación Automática Hidrológica de Medición Continua:** Turbiedad: SM 2130 B.

Matriz Biota:

1. **Macroinvertebrados Bentonicos y asociados a Macrofitas:** Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10500 B, D.

Matriz Suelos:

1. **Toma de Muestra en Suelos para Determinar Contaminación:** NTC 3656 GESTIÓN AMBIENTAL. SUELO. TOMA DE MUESTRA DE SUELO PARA DETERMINAR CONTAMINACIÓN, 1994-11-23.
2. **Muestreo en Sedimentos de Fondo:** NTC-ISO 5667-12 CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. PARTE 12 GUÍA PARA EL MUESTREO DE SEDIMENTOS DE FONDO, 1998-11-26.

Matriz Aire – Calidad del Aire:

1. **Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera:** EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{10} , Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RPPS-1298-126.
2. **Toma de Muestra para la Determinación Material Particulado fino como $PM_{2.5}$ en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: $PM_{2.5}$, Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RPPS-0498-117.
3. **Determinación Directa en Campo de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera:** Método Equivalente Automatizado: EQPM-0404-151.
4. **Determinación directa en Campo de Material Particulado fino como $PM_{2.5}$ en la atmósfera:** Método Equivalente Automatizado: EQPM-1013-211.



Bogotá D.C. Colombia - Sur América
Sede corporativa
Calle 25 Enero 95 B-70 Bogotá D.C. Colombia 110511
PISO 211 | 2021100 das Sane | 2075041 | 2071990 (línea)
Línea Nacional 8000010011 - Bogotá y Alrededores | 0127190
Sede Frente Avenida: Calle 131B-42B - 44 Bogotá D.C. PISO 308 670
www.ideam.gov.co



5. **Determinación directa en Campo de Dióxido de Nitrógeno (NO_x) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice F: Quimioluminiscencia en Fase Gaseosa. Método de Referencia Automatizado: RFNA-0118-249.
6. **Determinación directa de Ozono (O₃) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice D: Método de Quimioluminiscencia. Método Equivalente Automatizado: EQQA-0206-148.
7. **Determinación directa de Monóxido de Carbono (CO) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C: Fotometría Infrarroja No Dispersiva. Método de Referencia Automatizado: RFCA-0915-228.
8. **Determinación directa de Monóxido de Carbono (CO) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C: Fotometría Infrarroja No Dispersiva. Método de Referencia Automatizado: RFCA-0206-147.

Que mediante oficio con radicado N° 20196010003111 del 28 de febrero de 2019, el IDEAM emitió el informe de visita de evaluación in situ para el seguimiento y extensión del alcance de la acreditación de la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S.

Durante la visita se actualizó la versión de los métodos de referencia para las siguientes variables:

Variables de Seguimiento:

Matriz Aguas Continentales:

1. **Nitratos:** Salicilato de Sodio. Análisis de Aguas. J. Rodier. 9ª edición, 2011 (Antes: Análisis de Aguas, J. Rodier, 3ª edición, 1998).
2. **Sulfato:** Turbidimétrico, ASTM D516-16 (Antes: ASTM D516-11).
3. **Determinación Directa en Campo en Cuerpo Lótico con Estación Automática Hidrológica de Medición Continua: Oxígeno Disuelto:** ASTM D-888-18 Método C (Antes: ASTM D-888-12 Método C).

Matriz Aire – Ruido:

1. **Ruido:** Determinación de los Niveles de Ruido Ambiental, ISO 1996-2:2017, Julio 2017, 3ra edición (Antes: UNE-ISO 1996-2, Septiembre 2009).

Que mediante correo electrónico del 13 de marzo de 2019 con radicado No. 20199910028642, la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., envió al IDEAM el plan de acciones correctivas de los hallazgos catalogados como no conformidades generados en la visita de evaluación para el seguimiento y extensión del alcance de la acreditación.

Que mediante correo electrónico del 25 de marzo de 2019 con radicado No. 20199910028642, el IDEAM envió a la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., el plan de acciones correctivas con la retroalimentación correspondiente por parte del grupo evaluador de los hallazgos catalogados como no conformidades generados en la visita de evaluación para el seguimiento y extensión del alcance de la acreditación.

Que mediante escrito con radicado No. 20199910064802 del 10 de junio de 2019, la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., allegó al IDEAM las evidencias para el cierre de las no conformidades generadas en la visita de evaluación para el seguimiento y extensión del alcance de la acreditación.

Que mediante oficio con radicado No. 20196010014081 del 23 de julio de 2019, el IDEAM emitió el informe de revisión de acciones correctivas para el seguimiento y extensión del alcance de la acreditación de la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S.





Que mediante escrito con radicado No. 20199910092772 del 22 de agosto de 2019, la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., allegó al IDEAM la solicitud de revisión del informe de revisión de acciones correctivas para el seguimiento y extensión del alcance de la acreditación de acreditación.

Que mediante oficio con radicado No. 20196010024321 del 08 de diciembre de 2019, el IDEAM dio respuesta en los siguientes términos: "(...) Por lo tanto, y dando cumplimiento a lo establecido en el ordenamiento jurídico, éste instituto considera pertinente tener en cuenta la sustentación y documentación (Manuales del fabricante de los sonómetros FUSION, CUBE y DUO) presentada por K2 INGENIERÍA S.A.S en el escrito de la referencia, para la no conformidad No. 9 literal k, toda vez que con estos archivos, se evidencia el cierre efectivo de la no conformidad mencionada en éste párrafo y su estado pasa a Conforme. Finalmente, y según lo establecido en éste escrito, para las no conformidades No. 1, No. 6 literal c y No. 9 literal e, se mantiene el estado de No Conforme, determinado en el informe de revisión de acciones correctivas con radicado No. 20196010014081 del 23 de julio de 2019."

Las variables para las cuales hay conformidad con respecto al cierre satisfactorio de acciones correctivas son:

Variables de Seguimiento:

Matriz Aguas Continentales:

1. Alcalinidad Total: Volumétrico, SM 2320 B.
2. Cloruro: Argentométrico, SM 4500-CI- B.
3. Demanda Química de Oxígeno: Reflujo Cerrado - Colorimétrico, SM 5220 D.
4. Dureza Total: Volumétrico – EDTA, SM 2340 C.
5. Fosforo Reactivo Disuelto (Leído como Ortofosfato): Cloruro Estañoso, SM 4500 P, D.
6. Grasas y Aceites: Extracción Líquido-Líquido, Partición – Gravimétrico, SM 5520 B.
7. Nitratos: Salicilato de Sodio. Análisis de Aguas. J. Rodier. 9ª edición, 2011.
8. Nitritos: Colorimétrico, SM 4500-NO2- B.
9. Sólidos Suspendedos Totales: Secado a 103-105°C, SM 2540 D.
10. Sólidos Disueltos Totales: Secado a 180°C, SM 2540 C.
11. Sólidos Totales: Secado a 103-105°C, SM 2540 B.
12. Sulfato: Turbidimétrico, ASTM D516-16.
13. Toma de Muestra Simple: Variables medidas en campo: pH (SM 4500 H+ B), Temperatura (SM 2550 B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B), Sólidos Sedimentables (SM 2540 F), Caudal – Aforo Área/Velocidad (Guía para el monitoreo de aguas superficiales y subterráneas IDEAM).
14. Toma de Muestra Compuesta: Variables medidas en campo: pH (SM 4500 H+ B), Temperatura (SM 2550 B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B), Sólidos Sedimentables (SM 2540 F), Caudal – Aforo Volumétrico (Guía para el monitoreo de aguas superficiales y subterráneas IDEAM).
15. Toma de Muestra Integrada en Cuerpo lófico: Variables medidas en campo: pH (SM 4500 H+ B), Temperatura (SM 2550 B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B), Sólidos Sedimentables (SM 2540 F), Caudal – Aforo Área/Velocidad (Guía para el monitoreo de aguas superficiales y subterráneas IDEAM).
16. Toma de Muestra en Aguas Subterráneas: Variables Medidas en campo: pH (SM 4500 H+ B), Temperatura (SM 2550 B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B).
17. Determinación Directa en Campo en Cuerpo Lófico con Estación Automática Hidrológica de Medición Continua: pH: Electrométrico, SM 4500-H+ B, Conductividad Eléctrica: SM 2510, Oxígeno Disuelto: ASTM D-888-18 Método C.

Matriz Aire – Emisiones Fuentes Fijas:

1. Determinación de Puntos Transversos para realizar Toma de Muestras y Determinación de Velocidad en Fuentes Estacionarias: USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-1: Método 1.



Fecha de monitoreo: Mayo 2022



El ambiente
es de todos

Minambiente

0448

08 JUN 2020

Página 6 de 18

2. Determinación de Velocidad y Flujo Volumétrico de Gases en Fuentes Estacionarias empleando Tubo Pitot tipo S: USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-1: Método 2.
3. Análisis de Gases para la Determinación de Peso Molecular de Gases Secos: USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-2: Método 3.
4. Determinación de la Concentración de Oxígeno y Dióxido de Carbono en Emisiones de Fuentes Estacionarias (Procedimiento del Analizador Instrumental): US-EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-2. Método 3A
5. Determinación del Contenido de Humedad en Gases de Chimenea: U.S. EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-3. Método 4.
6. Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de las Emisiones de Material Particulado: USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-3: Método 5.
7. Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Dióxido de Azufre - SO₂: USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-4: Método 6
8. Toma de Muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de las Emisiones de Óxidos de Nitrógeno desde Fuentes Estacionarias: U.S. EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-4. Método 7.
9. Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de SO₂ y H₂SO₄ (incluyendo SO₃ y neblina de H₂SO₄): USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-4: Método 8
10. Determinación Directa en campo de las Emisiones de Monóxido de Carbono desde Fuentes Estacionarias (Procedimiento del Analizador Instrumental): US-EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-4. Método 10.
11. Toma de Muestra para la Determinación de las Emisiones de Fluoruro Total desde Fuentes Estacionarias (Método del Electrodo de Ion Selectivo): U.S. EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-5. Método 13B.
12. Toma de Muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de las Emisiones de Material Particulado desde Fuentes Estacionarias: U.S. EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-6. Método 17.
13. Toma de Muestras para la Determinación de Dibenzo-p-Dioxinas Policloradas y Dibenzofuranos Policlorados desde Fuentes Estacionarias: USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-7: Método 23.
14. Determinación Directa en Campo de la Concentración Orgánica Gaseosa Total usando un Analizador Infrarrojo No Dispersivo: US-EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-7. Método 25B
15. Toma de Muestras para la Determinación de Emisiones de Haluros de Hidrogeno y Halógenos desde Fuentes Estacionarias: USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-8: Método 26A. (Método isocnético).
16. Toma de Muestra para la Determinación de las Emisiones de Metales desde Fuentes Estacionarias: U.S. EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-8. Método 29.
17. Toma de Muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Material Particulado como PM₁₀ y PM_{2.5}: EPA e-CFR, Título 40, Parte 51. Método 201A. Apéndice M.

Matriz Aire - Calidad del Aire:

1. Toma de muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Partículas Suspendidas Totales en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice B: Alto Volumen.
2. Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM₁₀ en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM₁₀. Alto Volumen. Método de Referencia Manual: RFP5-0202-141. (Series: 2882, 3283, 3314, 3315, 3318, 3319, 0907, 0961, 1014, 1017, 1020, 1021, 1022, 1739, 1925, 1926, 2044, 2045, 2047, 2086, 2088, 2089, 2150, 2151, 2152, 2153, 2767, 2883, 2884, 2885, 2886, 3089, 3282, 3284, 3286, 3287, 3288, 3290, 3291, 3301, 3305, 3306, 3307, 3308, 3309, 3310, 3311, 3312, 3313, 3316, 3317, 3320, 3321, 3322, 3323, 3324, 3414, 3825, 0479, 2010, 2090, 2154, 2205, 2882, 3299, 3303, 3331, 3353, 3948, 4024, 4026, 4040, 4390).
3. Análisis de Laboratorio para la Determinación de Material Particulado como PM₁₀ en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM₁₀. Alto Volumen.



Bogotá D.C. Colombia - Sur América
Sede corporativa
Calle 25 Enero 95 B - 78 Bogotá D.C. Colombia 110411
P.O. Box 202146 San Santos 202101 - Bogotá D.C.
Línea Nacional 010000 1011 - Fijo local y Alburto 015 1521190
Sede Puerto Alegre: Calle 1116-428 - 44 Bogotá D.C. P.O. Box 158 610
+ www.ideam.gov.co



4. **Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera:** EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{10} , Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFP5-1298-125. (Series: 2613, 1831, 1828, 1822).
5. **Análisis de Laboratorio para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera:** EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{10} , Bajo Volumen
6. **Toma de Muestra para la Determinación Material Particulado como $PM_{2.5}$ en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: $PM_{2.5}$, Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFP5-0498-116. (Series: 2613, 1831, 1828, 1822).
7. **Toma de Muestra para la Determinación Material Particulado fino como $PM_{2.5}$ en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: $PM_{2.5}$, Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFP5-0498-117. (Serie: 200FA201629708).
8. **Análisis de Laboratorio para la Determinación Material Particulado como $PM_{2.5}$ en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: $PM_{2.5}$, Bajo Volumen.
9. **Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Dióxido de Azufre SO_2 en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A.2 Paramosanilina
10. **Toma de Muestras para la Determinación de Compuestos Orgánicos Volátiles (incluidos Hidrocarburos) en Aire Ambiente usando Muestreo Activo en Tubos Absorbentes:** Compendio de métodos para la determinación de Compuestos orgánicos tóxicos en aire ambiente, Método U.S. EPA-TO-17, Segunda Edición 1999.
11. **Determinación directa de Monóxido de Carbono (CO) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C: Fotometría Infrarroja No Dispersiva. Método de Referencia Automatizado: RFCA-1093-093. (Serie: 2012-00323).
12. **Determinación directa en Campo de Dióxido de Azufre (SO_2) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A-1: Método de Fluorescencia Ultravioleta. Método Equivalente Automatizado: EQ5A-0495-100. (Serie: 2012-00323).
13. **Determinación directa en Campo de Dióxido de Nitrógeno (NO_2) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice F: Quimioluminiscencia en Fase Gaseosa. Método de Referencia Automatizado: RFNA-1194-099. (Serie: 2012-00323).
14. **Determinación directa de Ozono (O_3) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice D: Método de Quimioluminiscencia. Método Equivalente Automatizado: EQQA-0992-087 (Serie: 2012-00323).

Matriz Aire – Ruido:

1. **Ruido:** Determinación de los Niveles de Ruido Ambiental, ISO 1996-2:2017, Julio 2017, 3ra edición.
2. **Emisión de Ruido:** Método establecido en el Anexo 3, Capítulo I de la Resolución 0627 de abril 7 de 2006 emitida por el ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
3. **Ruido Ambiental:** Método establecido en el Anexo 3, Capítulo II de la Resolución 0627 de abril 7 de 2006 emitida por el ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Variables de Extensión:

Matriz Aguas Continentales:

1. **Fenoles:** Limpieza, Fotométrico Directo, SM 5530 B, D.
2. **DBO₅:** Ensayo DBO a 5 días – Método de Sonda - Óptica, SM 5210B, SM 4500 O, H.
3. **Surfactantes:** Surfactantes Aniónicos como SAAM, SM 5540 C.
4. **Toma de Muestra Simple:** Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C).
5. **Toma de Muestra Compuesta:** Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C).
6. **Toma de Muestra Integrada en Cuerpo lóxico:** Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C).





7. Toma de Muestra en Aguas Subterráneas: Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C).
8. Determinación Directa en Campo en Cuerpo Lótico con Estación Automática Hidrológica de Medición Continua: Turbiedad: SM 2130 B.

Matriz Biota:

1. Perifiton: Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10300 B.
2. Fitoplancton: Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10200 B.
3. Zooplancton: Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10200 B.
4. Macrofitas Acuáticas: Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10400 B, D.
5. Peces: Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10600 B.
6. Macroinvertebrados Bentónicos y asociados a Macrofitas: Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10500 B, D.

Matriz Suelos:

1. Toma de Muestra en Suelos para Determinar Contaminación: NTC 3656 GESTIÓN AMBIENTAL. SUELO. TOMA DE MUESTRA DE SUELO PARA DETERMINAR CONTAMINACIÓN, 1994-11-23.
2. Muestreo en Sedimentos de Fondo: NTC-ISO 5667-12 CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. PARTE 12 GUÍA PARA EL MUESTREO DE SEDIMENTOS DE FONDO, 1998-11-26.

Matriz Aire – Emisiones Fuentes Fijas:

1. Determinación de Puntos Transversos para Muestreo y Velocidad en Fuentes Estacionarias con Chimeneas o Ductos Pequeños: U.S. EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-1. Método 1A.
2. Determinación de la Velocidad de Gas y Tasa de Flujo Volumétrica en Chimeneas o Ductos Pequeños (Tubo Pitot Estándar): U.S. EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-1. Método 2C.

Matriz Aire – Calidad del Aire:

1. Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{10} , Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPs-0714-216. (Series: 0270, 0265, 0223, 0222, 0228, 0227, 0262, 0132, 0221, 0267, 0225, 0130, 0131, 0237, 0238, 0257, 0261, 0269, 0266, 0224, 0260, 0268, 0263).
2. Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera: EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{10} , Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPs-1298-126. (Serie: 200FA201629708).
3. Determinación Directa en Campo de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera: Método Equivalente Automatizado: EQPM-0404-151. (Series: 6615, 6642, 8228).
4. Toma de muestra para la Determinación Material Particulado fino como $PM_{2.5}$ en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: $PM_{2.5}$, Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPs-1014-219. (Series: 0265, 0270, 0223, 0222, 0228, 0227, 0262, 0132, 0221, 0267, 0225, 0130, 0131, 0237, 0238, 0257, 0261, 0269, 0266, 0224, 0260, 0268, 0263).
5. Toma de muestra para la Determinación Material Particulado fino como $PM_{2.5}$ en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: $PM_{2.5}$, Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPs-0498-117. (Serie: 200FA201629708).
6. Determinación directa en Campo de Material Particulado fino como $PM_{2.5}$ en la atmósfera: Método Equivalente Automatizado: EQPM-1013-211. (Series: 6615, 6642, 8228).
7. Determinación directa en Campo de Dióxido de Azufre (SO_2) en la atmósfera: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A-1: Método de Fluorescencia Ultravioleta. Método Equivalente Automatizado: EQSA-0802-149. (Serie: 492).

Fecha de monitoreo: Mayo 2022



El ambiente
es de todos

Minambiente

0448

08 JUN 2020

Página 9 de 18

8. **Determinación directa en Campo de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice F: Quimioluminiscencia en Fase Gaseosa. Método de Referencia Automatizado: RFNA-0118-249. (Serie: 287).
9. **Determinación directa de Ozono (O₃) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice D: Método de Quimioluminiscencia. Método Equivalente Automatizado: EQQA-0206-148. (Serie: 1544).
10. **Determinación directa de Monóxido de Carbono (CO) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C: Fotometría Infrarroja No Dispersiva. Método de Referencia Automatizado: RFCA-0915-228. (Serie: 132).

Las variables para las cuales no hay conformidad con respecto al cierre satisfactorio de acciones correctivas son:

Variables de Seguimiento:

Matriz Aire – Emisiones Fuentes Fijas:

1. **Toma de Muestras para la Determinación de Compuestos Orgánicos Gaseosos:** USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-6: Método 18. (Bolsa).

Matriz Aire - Calidad del Aire:

1. **Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de NO₂ en la atmósfera:** Jacobs - Hocheiser Modificado por D.A. Levaggi, W. Siu y M. Feldstein; Journal of the Air Pollution Control Association 2012, 23:1, 30-33. Trietanolamina
2. **Toma de Muestra para la Determinación de BTX, Amoniaco, SO₂, CO, NO₂, O₃ y H₂S:** Captadores Difusivos para la determinación de las concentraciones de gases y vapores. Norma UNE-EN13528-2, abril 2003.

Variables de Extensión:

Matriz Aire - Calidad del Aire:

1. **Determinación directa de Monóxido de Carbono (CO) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C: Fotometría Infrarroja No Dispersiva. Método de Referencia Automatizado: RFCA-0206-147. (Serie: 1612).

Que finalmente y según la información remitida, la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., cumplió con todas las etapas y requisitos establecidos en la Resolución No. 0268 del 06 de marzo de 2015, proferida por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM para la acreditación solicitada.

Que los documentos de la solicitud y desarrollo del proceso de acreditación de la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., reposan en la dependencia del Grupo de Acreditación de la Subdirección de Estudios Ambientales del IDEAM, en el expediente No. 201660100100400040E.

FUNDAMENTOS LEGALES.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 17 de la Ley 99 del 22 de diciembre de 1993, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, es el establecimiento público encargado del levantamiento y manejo de la información científica y técnica sobre los ecosistemas que forman parte del patrimonio ambiental del país, así como de establecer las bases técnicas para clasificar y zonificar el uso del territorio nacional para los fines de planificación y ordenamiento del territorio. Corresponde a este Instituto efectuar el seguimiento de los recursos biofísicos de la Nación, especialmente en lo referente a su contaminación y degradación, necesarios para la toma de decisiones de las autoridades ambientales.



Bogotá D.C. Colombia - Sur América
Sede correspondencia
Calle 25 Enero 95 B - 70 Bogotá D.C. Correo postal 136411
Rég. 0011 2021108 Bas. Serv: 2075011 - 207100 0912
Línea Nacional 018000 10012 - Procelco y Alcatel 016 2027100
Sede Frente Amado: Calle 119B-42B - 44 Bogotá D.C. P.BX.3388 010
www.ideam.gov.co

Fecha de monitoreo: Mayo 2022



El ambiente
es de todos

Minambiente

0448

08 JUN 2020

Página 10 de 18

Por lo que, con fundamento en este mandato, y en su condición de Entidad Estatal, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, debe dar plena aplicación, en el desarrollo de sus funciones, al derecho fundamental del debido proceso.

A través del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 el Gobierno Nacional expidió el Decreto Único Reglamentado del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, cuyo objeto es cumplir la normatividad expedida por el Gobierno Nacional en ejercicio de las facultades reglamentarias contenidas por el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política, para la cumplida ejecución de las leyes del sector Ambiente en el Artículo 2.2.8.9.1.5, estableció que el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, es la Entidad competente para establecer los sistemas de referencia para la acreditación e inter calibración analítica de los laboratorios cuya actividad esté relacionada con la producción de datos e información de carácter físico, químico y biótico de la calidad del medio ambiente de la República de Colombia.

Así, de conformidad con el parágrafo 2 del Artículo 2.2.8.9.1.5 del Decreto amba mencionado, los laboratorios que produzcan información cuantitativa, física y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las Autoridades Ambientales competentes, y los demás que produzcan información de carácter oficial relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, deberán poseer certificado de acreditación correspondiente otorgado mediante acto administrativo expedido por el IDEAM.

De conformidad con el numeral 13 del Artículo Décimo Quinto del Decreto 291 del 29 de enero de 2004, corresponde al IDEAM a través de la Subdirección de Estudios Ambientales, acreditar los laboratorios ambientales del sector público y privado que produzcan información física, química y biótica para los estudios o análisis ambientales, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

Que es así, como en desarrollo de esta competencia el Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales – IDEAM, expidió la Resolución N°0268 del 06 de marzo de 2015, "Por la cual se modifica la Resoluciones N.° 176 de 2003 y 1754 de 2008, y se establecen los requisitos y el procedimiento de acreditación de organismos de evaluación de la conformidad en matrices ambientales, bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 en Colombia".

Que en mérito de lo expuesto,

RESUELVE:

ARTÍCULO 1. Extender el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, a la sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, con NIT 804.007.055-3, con domicilio en la Calle 34 No. 36 - 22, Barrio Álvarez, en la ciudad de Bucaramanga, Departamento de Santander, para las siguientes variables bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005:

Matriz Aguas Continentales:

1. Fenoles: Limpieza, Fotométrico Directo, SM 5530 B, D.
2. DBO: Ensayo DBO a 5 días – Método de Sonda - Óptica, SM 5210B, SM 4500 O, H.
3. Surfactantes: Surfactantes Aniónicos como SAAM, SM 5540 C.
4. Toma de Muestra Simple: Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C).
5. Toma de Muestra Compuesta: Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C).
6. Toma de Muestra Integrada en Cuerpo lóatico: Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C).
7. Toma de Muestra en Aguas Subterráneas: Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (ASTM D-888-18 Método C).



Bogotá D.C. Colombia - Sur América
Sede correspondencia
Calle 25 Enero 80 B - 78 Bogotá D.C. Colombia 110013
PBR 0110 2021100 Fax Serv: 0115421 - 01154100 Decz
Línea Nacional 0110002 01111 - Bogotá y Medellín 0110 1521100
Sede Frente Avanda, Calle 111 No. 428 - 44 Bogotá D.C. PBR 0110 010
www.ideam.gov.co



8. **Determinación Directa en Campo en Cuerpo Lótico con Estación Automática Hidrológica de Medición Continua: Turbiedad: SM 2130 B.**

Matriz Biota:

1. **Perifiton:** Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10300 B.
2. **Fitoplancton:** Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10200 B.
3. **Zooplancton:** Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10200 B.
4. **Macrófitas Acuáticas:** Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10400 B, D.
5. **Peces:** Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10600 B.
6. **Macroinvertebrados Bentonicos y asociados a Macrófitas:** Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10500 B, D.

Matriz Suelos:

1. **Toma de Muestra en Suelos para Determinar Contaminación:** NTC 3656 GESTIÓN AMBIENTAL. SUELO. TOMA DE MUESTRA DE SUELO PARA DETERMINAR CONTAMINACIÓN, 1994-11-23.
2. **Muestreo en Sedimentos de Fondo:** NTC-ISO 5667-12 CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. PARTE 12 GUÍA PARA EL MUESTREO DE SEDIMENTOS DE FONDO, 1998-11-26.

Matriz Aire – Emisiones Fuentes Fijas:

1. **Determinación de Puntos Transversos para Muestreo y Velocidad en Fuentes Estacionarias con Chimeneas o Ductos Pequeños:** U.S. EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-1. Método 1A.
2. **Determinación de la Velocidad de Gas y Tasa de Flujo Volumétrica en Chimeneas o Ductos Pequeños (Tubo Pitot Estándar):** U.S. EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-1. Método 2C.

Matriz Aire – Calidad del Aire:

1. **Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM₁₀ en la atmósfera:** EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM₁₀, Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPS-0714-216. (Serie: 0270, 0265, 0223, 0222, 0228, 0227, 0262, 0132, 0221, 0267, 0225, 0130, 0131, 0237, 0238, 0257, 0261, 0269, 0266, 0224, 0260, 0268, 0263).
2. **Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM_{2.5} en la atmósfera:** EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{2.5}, Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPS-1298-126. (Serie: 200FA201629708).
3. **Determinación Directa en Campo de Material Particulado como PM₁₀ en la atmósfera:** Método Equivalente Automatizado: EQPM-0404-151. (Serie: 6615, 6642, 8228).
4. **Toma de muestra para la Determinación Material Particulado fino como PM_{2.5} en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: PM_{2.5}, Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPS-1014-219. (Serie: 0265, 0270, 0223, 0222, 0228, 0227, 0262, 0132, 0221, 0267, 0225, 0130, 0131, 0237, 0238, 0257, 0261, 0269, 0266, 0224, 0260, 0268, 0263).
5. **Toma de muestra para la Determinación Material Particulado fino como PM_{2.5} en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: PM_{2.5}, Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPS-0498-117. (Serie: 200FA201629708).
6. **Determinación directa en Campo de Material Particulado fino como PM_{2.5} en la atmósfera:** Método Equivalente Automatizado: EQPM-1013-211. (Serie: 6615, 6642, 8228).
7. **Determinación directa en Campo de Dióxido de Azufre (SO₂) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A-1: Método de Fluorescencia Ultravioleta. Método Equivalente Automatizado: EQSA-0802-149. (Serie: 492).
8. **Determinación directa en Campo de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice F: Quimioluminiscencia en Fase Gaseosa. Método de Referencia Automatizado: RFNA-0118-249. (Serie: 287).



Fecha de monitoreo: Mayo 2022



El ambiente
es de todos

Minambiente

0448

08 JUN 2020

Página 12 de 18

9. **Determinación directa de Ozono (O₃) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice D: Método de Quimioluminiscencia. Método Equivalente Automatizado: EQQA-0206-148. (Serie: 1544).
10. **Determinación directa de Monóxido de Carbono (CO) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C: Fotometría Infrarroja No Dispersiva. Método de Referencia Automatizado: RFCA-0915-228. (Serie: 132).

PARÁGRAFO: Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWA - WEF, 23rd edición 2017 y el Código de Regulaciones Federales de los Estados Unidos de América U.S. EPA (Environmental Protection Agency), salvo en los casos en que se especifique directamente otra referencia bibliográfica.

ARTÍCULO 2. No extender el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, a la sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, con NIT 804.007.055-3, con domicilio en la Calle 34 No. 36 - 22, Barrio Álvarez, en la ciudad de Bucaramanga, Departamento de Santander, para las siguientes variables bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005:

Matriz Aire - Calidad del Aire:

1. **Determinación directa de Monóxido de Carbono (CO) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C: Fotometría Infrarroja No Dispersiva. Método de Referencia Automatizado: RFCA-0206-147. (Serie: 1612).

PARÁGRAFO: La sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, de continuar interesada en la inclusión en el alcance de las variables/métodos para la matriz Aire – Calidad del Aire indicadas en el Artículo 2 del presente acto administrativo, deberá iniciar un nuevo trámite de extensión de la acreditación ante el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, de acuerdo con el procedimiento establecido en la Resolución 0268 de 2015 y demás normas concordantes.

ARTÍCULO 3: Suspender el alcance de la acreditación otorgada mediante Resoluciones No. 1695 del 04 de agosto de 2016 y No. 1313 del 16 de junio de 2017, para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis requeridos por las autoridades ambientales competentes e información de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables a la sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, con NIT 804.007.055-3, con domicilio en la Calle 34 No. 36 - 22, Barrio Álvarez, en la ciudad de Bucaramanga, Departamento de Santander, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración" versión 2005, para las siguientes variables / métodos, teniendo en cuenta lo expuesto en la parte considerativa del presente acto administrativo:

Variables de Seguimiento:

Matriz Aire – Emisiones Fuentes Fijas:

1. **Análisis de Laboratorio para la Determinación de las Emisiones de Material Particulado desde Fuentes Estacionarias:** U.S. EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-6. Método 17.
2. **Toma de Muestras para la Determinación de Compuestos Orgánicos Gaseosos:** USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-6: Método 18. (Bolsa).



Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
Bogotá D.C. Colombia - Sur América
Sede central/competencia
Calle 25 Enero 95 B-79 Bogotá D.C. Colombia (110011)
P.BX 0011 2021100 Sur Sur: 2021001 - 2021001 Sur
Línea Nacional 018000 10011 - Bogotá y Alrededores 01800 10011
Sede Puerto Aranda: Calle 1116-428 - 44 Bogotá D.C. PBX 3188 670
www.ideam.gov.co



Matriz Aire - Calidad del Aire:

1. **Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de NO₂ en la atmósfera:** Jacobs - Hocheiser Modificado por D.A Levaggi, W. Siu y M. Feldstein; Journal of the Air Pollution Control Association 2012, 23:1, 30-33. Trietanolamina
2. **Toma de Muestra para la Determinación de BTX, Amoniaco, SO₂, CO, NO₂, O₃ y H₂S:** Captadores Difusivos para la determinación de las concentraciones de gases y vapores. Norma UNE-EN13528-2, abril 2003.

PARÁGRAFO 1: La sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., de seguir interesada en la acreditación de las variables/métodos listadas en el numeral 1 de la Matriz Aire – Emisiones Fuentes Fijas, que fueron suspendidas en el Artículo 3 del presente acto administrativo, una vez obtenga los resultados satisfactorios de la prueba de evaluación de desempeño, podrá solicitar al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, que sean incluidas en el alcance de la acreditación y para ello deberá allegar ante este Instituto, los resultados correspondientes de la prueba de evaluación de desempeño vigente y aprobada conforme a la Resolución 0268 del 6 de marzo de 2015

PARÁGRAFO 2: La sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., de continuar interesada en la inclusión en el alcance de las variables/métodos para la matriz Aire – Calidad del Aire y numeral 2 de la Matriz Aire – Emisiones Fuentes Fijas, indicadas en el Artículo 3 del presente acto administrativo, deberá iniciar un nuevo trámite de extensión de la acreditación ante el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, de acuerdo con el procedimiento establecido en la Resolución 0268 de 2015 y demás normas concordantes

ARTÍCULO 4. Modificar la Resolución No. 1695 del 04 de agosto de 2016, en el sentido de retirar las siguientes variables del alcance de la acreditación, teniendo en cuenta lo expuesto en la parte considerativa del presente acto administrativo:

Variables de Seguimiento:

Matriz Aguas Continentales:

1. **Demanda Bioquímica de Oxígeno:** Ensayo DBO a 5 días – Respirométrico, SM 5210B, SM 5210 D.
2. **Fenoles:** Limpieza – Extracción con Cloroformo, SM 5530 B, C. Ed. 23rd
3. **Sólidos Sedimentables:** Cono Imhoff, SM 2540 F.
4. **Surfactantes:** Surfactantes Aniónicos como SAAM, SM 5540 C Ed. 23rd Modificado
5. **Toma de Muestra Simple:** Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (SM 4500- O, G).
6. **Toma de Muestra Compuesta:** Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (SM 4500- O, G).
7. **Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Iótico:** Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (SM 4500- O, G).
8. **Toma de Muestra en Aguas Subterráneas:** Variables medidas en campo: Oxígeno Disuelto (SM 4500- O, G).

Matriz Aire – Calidad del Aire:

1. **Determinación directa en Campo de Material Particulado como PM_{2.5} en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: PM2.5. Método Equivalente Automatizado: EQPM-0311-195.
2. **Determinación directa en Campo de Material Particulado como PM₁₀:** European Union Regulation. Método Automatizado Conforme a EN 12341:2014.

PARÁGRAFO: Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWA - WEF, 23rd edition 2017 y el Código de Regulaciones Federales de los Estados Unidos de América U.S. EPA (Environmental Protection Agency), salvo en los casos en que se especifique directamente otra referencia bibliográfica.





ARTÍCULO 5. Establecer que a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo las variables acreditadas, para producir información cuantitativa, física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes e información de carácter oficial, relacionada con la calidad del Medio Ambiente y de los recursos naturales renovables a la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., con NIT 804.007.055-3, con domicilio en la Calle 34 No. 36 - 22, Barrio Álvarez, en la ciudad de Bucaramanga, Departamento de Santander, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISOMET 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005, son las siguientes:

Matriz Aguas Continentales:

1. Alcalinidad Total: Volumétrico, SM 2320 B.
2. Cloruro: Argentométrico, SM 4500-Cl- B.
3. DBO₅: Ensayo DBO a 5 días – Método de Sonda - Óptica, SM 5210B, SM 4500 O, H.
4. Demanda Química de Oxígeno: Reflujo Cerrado - Colorimétrico, SM 5220 D.
5. Dureza Total: Volumétrico – EDTA, SM 2340 C.
6. Fosforo Reactivo Disuelto (Leído como Ortofosfato): Cloruro Estañoso, SM 4500 P, D.
7. Fenoles: Limpieza, Fotométrico Directo, SM 5530 B, D.
8. Grasas y Aceites: Extracción Líquido-Líquido, Partición – Gravimétrico, SM 5520 B.
9. Nitratos: Salicilato de Sodio. Análisis de Aguas. J. Rodier. 9ª edición, 2011.
10. Nitritos: Colorimétrico, SM 4500-NO2- B.
11. Sólidos Suspendidos Totales: Secado a 103-105°C, SM 2540 D.
12. Sólidos Disueltos Totales: Secado a 180°C, SM 2540 C.
13. Sólidos Totales: Secado a 103-105°C, SM 2540 B.
14. Sulfato: Turbidimétrico, ASTM D516-16.
15. Surfactantes: Surfactantes Aniónicos como SAAM, SM 5540 C.
16. Toma de Muestra Simple: Variables medidas en campo: pH (SM 4500 H+ B), Temperatura (SM 2550 B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B), Oxígeno Disuelto: ASTM D-888-18 Método C, Sólidos Sedimentables (SM 2540 F), Caudal – Aforo Área/Velocidad (Guía para el monitoreo de aguas superficiales y subterráneas IDEAM).
17. Toma de Muestra Compuesta: Variables medidas en campo: pH (SM 4500 H+ B), Temperatura (SM 2550 B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B), Oxígeno Disuelto: ASTM D-888-18 Método C, Sólidos Sedimentables (SM 2540 F), Caudal – Aforo Volumétrico (Guía para el monitoreo de aguas superficiales y subterráneas IDEAM).
18. Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Lótico: Variables medidas en campo: pH (SM 4500 H+ B), Temperatura (SM 2550 B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B), Oxígeno Disuelto: ASTM D-888-18 Método C, Sólidos Sedimentables (SM 2540 F), Caudal – Aforo Área/Velocidad (Guía para el monitoreo de aguas superficiales y subterráneas IDEAM).
19. Toma de Muestra en Aguas Subterráneas: Variables Medidas en campo: pH (SM 4500 H+ B), Temperatura (SM 2550 B), Conductividad Eléctrica (SM 2510 B), Oxígeno Disuelto: ASTM D-888-18 Método C.
20. Determinación Directa en Campo en Cuerpo Lótico con Estación Automática Hidrológica de Medición Continua: pH: Electrométrico, SM 4500-H+ B, Conductividad Eléctrica: SM 2510, Oxígeno Disuelto: ASTM D-888-18 Método C, Turbiedad: SM 2130 B.

Matriz Biota:

1. Perifiton: Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10300 B.
2. Fitoplancton: Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10200 B.
3. Zooplancton: Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10200 B.
4. Macrofitas Acuáticas: Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10400 B, D.
5. Peces: Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10600 B.



Fecha de monitoreo: Mayo 2022



El ambiente
es de todos

Minambiente

0448

08 JUN 2020

Página 15 de 18

6. Macroinvertebrados Bentónicos y asociados a Macrofitas: Toma de muestras en cuerpo Lótico y Léntico. SM 10500 B, D.

Matriz Suelos:

1. Toma de Muestra en Suelos para Determinar Contaminación: NTC 3656 GESTIÓN AMBIENTAL. SUELO. TOMA DE MUESTRA DE SUELO PARA DETERMINAR CONTAMINACIÓN, 1994-11-23.
2. Muestreo en Sedimentos de Fondo: NTC-ISO 5667-12 CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. PARTE 12 GUÍA PARA EL MUESTREO DE SEDIMENTOS DE FONDO, 1998-11-26.

Matriz Aire – Emisiones Fuentes Fijas:

1. Determinación de Puntos Transversos para realizar Toma de Muestras y Determinación de Velocidad en Fuentes Estacionarias: USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-1: Método 1.
2. Determinación de Puntos Transversos para Muestreo y Velocidad en Fuentes Estacionarias con Chimeneas o Ductos Pequeños: U.S. EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-1. Método 1A.
3. Determinación de Velocidad y Flujo Volumétrico de Gases en Fuentes Estacionarias empleando Tubo Pitot tipo S: USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-1: Método 2.
4. Determinación de la Velocidad de Gas y Tasa de Flujo Volumétrica en Chimeneas o Ductos Pequeños (Tubo Pitot Estándar): U.S. EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-1. Método 2C.
5. Análisis de Gases para la Determinación de Peso Molecular de Gases Secos: USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-2: Método 3.
6. Determinación de la Concentración de Oxígeno y Dióxido de Carbono en Emisiones de Fuentes Estacionarias (Procedimiento del Analizador Instrumental): US-EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-2. Método 3A.
7. Determinación del Contenido de Humedad en Gases de Chimenea: U.S. EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-3. Método 4.
8. Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de las Emisiones de Material Particulado: USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-3: Método 5.
9. Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Dióxido de Azufre - SO₂: USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-4: Método 6.
10. Toma de Muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de las Emisiones de Óxidos de Nitrógeno desde Fuentes Estacionarias: U.S. EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-4. Método 7.
11. Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de SO₂ y H₂SO₄ (incluyendo SO_x y neblina de H₂SO₄): USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-4: Método 8.
12. Determinación Directa en campo de las Emisiones de Monóxido de Carbono desde Fuentes Estacionarias (Procedimiento del Analizador Instrumental): US-EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-4. Método 10.
13. Toma de Muestra para la Determinación de las Emisiones de Fluoruro Total desde Fuentes Estacionarias (Método del Electrodo de Ion Selectivo): U.S. EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-5. Método 13B.
14. Toma de Muestra para la Determinación de las Emisiones de Material Particulado desde Fuentes Estacionarias: U.S. EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-6. Método 17.
15. Toma de Muestras para la Determinación de Dibenzo-p-Dioxinas Policloradas y Dibenzofuranos Policlorados desde Fuentes Estacionarias: USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-7: Método 23.
16. Determinación Directa en Campo de la Concentración Orgánica Gaseosa Total usando un Analizador Infrarrojo No Dispersivo: US-EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-7. Método 25B.
17. Toma de Muestras para la Determinación de Emisiones de Haluros de Hidrogeno y Halógenos desde Fuentes Estacionarias: USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-8: Método 26A. (Método isocinético).
18. Toma de Muestra para la Determinación de las Emisiones de Metales desde Fuentes Estacionarias: U.S. EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-8. Método 29.



Bogotá D.C. Colombia - Sur América
Teléfono: 01 (57) 310 4911
Calle 25 F 180 95 8 - 78 Bogotá D.C. Código postal: 110013
P.O. Box 101201-1001 Río Saván: 01154511 - 1022100 Bogotá
Línea Nacional 0180000 10011 - Bogotá D.C. y Medellín: 0115 1022100
Sede Puerto Ayacucho: Calle 1116-428 - 44 Bogotá D.C. TEL: 3101810
www.ideam.gov.co

Fecha de monitoreo: Mayo 2022



El ambiente
es de todos

Minambiente

0448

08 JUN 2020

Página 16 de 18

19. Toma de Muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} y $PM_{2.5}$: EPA e-CFR, Título 40, Parte 51. Método 201A. Apéndice M.

Matriz Aire - Calidad del Aire:

1. **Toma de muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Partículas Suspensas Totales en la atmósfera:** EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice B. Alto Volumen.
2. **Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera:** EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{10} . Alto Volumen. Método de Referencia Manual: RFPs-0202-141. (Series: 2882, 3283, 3314, 3315, 3318, 3319, 0907, 0961, 1014, 1017, 1020, 1021, 1022, 1739, 1925, 1926, 2044, 2046, 2047, 2086, 2088, 2089, 2150, 2151, 2152, 2153, 2767, 2883, 2884, 2885, 2886, 3089, 3282, 3284, 3286, 3287, 3288, 3290, 3291, 3301, 3305, 3306, 3307, 3308, 3309, 3310, 3311, 3312, 3313, 3316, 3317, 3320, 3321, 3322, 3323, 3324, 3414, 3825, 0479, 2010, 2090, 2154, 2205, 2882, 3299, 3303, 3331, 3353, 3948, 4024, 4026, 4040, 4390).
3. **Análisis de Laboratorio para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera:** EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{10} . Alto Volumen.
4. **Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera:** EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{10} . Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPs-1298-125. (Series: 2613, 1831, 1828, 1822).
5. **Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera:** EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{10} . Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPs-0714-216. (Series: 0270, 0265, 0223, 0222, 0228, 0227, 0262, 0132, 0221, 0267, 0225, 0130, 0131, 0237, 0238, 0257, 0261, 0269, 0266, 0224, 0260, 0268, 0263).
6. **Toma de muestra para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera:** EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{10} . Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPs-1298-126. (Serie: 200FA201629708).
7. **Análisis de Laboratorio para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera:** EPA e-CFR, Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{10} . Bajo Volumen.
8. **Determinación Directa en Campo de Material Particulado como PM_{10} en la atmósfera:** Método Equivalente Automatizado: EQPM-0404-151. (Series: 6615, 6642, 8228).
9. **Toma de Muestra para la Determinación de Material Particulado como $PM_{2.5}$ en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: $PM_{2.5}$. Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPs-0498-116. (Series: 2613, 1831, 1828, 1822).
10. **Toma de Muestra para la Determinación de Material Particulado fino como $PM_{2.5}$ en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: $PM_{2.5}$. Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPs-0498-117. (Serie: 200FA201629708).
11. **Toma de Muestra para la Determinación de Material Particulado fino como $PM_{2.5}$ en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: $PM_{2.5}$. Bajo Volumen. Método de Referencia Manual: RFPs-1014-219. (Series: 0265, 0270, 0223, 0222, 0228, 0227, 0262, 0132, 0221, 0267, 0225, 0130, 0131, 0237, 0238, 0257, 0261, 0269, 0266, 0224, 0260, 0268, 0263).
12. **Análisis de Laboratorio para la Determinación de Material Particulado como $PM_{2.5}$ en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: $PM_{2.5}$. Bajo Volumen.
13. **Determinación directa en Campo de Material Particulado fino como $PM_{2.5}$ en la atmósfera:** Método Equivalente Automatizado: EQPM-1013-211. (Series: 6615, 6642, 8228).
14. **Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Dióxido de Azufre SO_2 en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A2 Paramonilina.
15. **Toma de Muestras para la Determinación de Compuestos Orgánicos Volátiles (incluidos Hidrocarburos) en Aire Ambiente usando Muestreo Activo en Tubos Absorbentes:** Compendio de métodos para la determinación de Compuestos orgánicos tóxicos en aire ambiente, Método U.S. EPA-TO-17, Segunda Edición 1999.
16. **Determinación directa de Monóxido de Carbono (CO) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C: Fotometría Intrarrojo No Dispersiva. Método de Referencia Automatizado: RFCA-1093-093. (Serie: 2012-00323).



Bogotá D.C. Colombia - Sur América
Sede correspondencia
Calle 25 Norte 40 B. - Bogotá D.C. Código postal: 110611
Tel: 011 0021100 Fax: 0021100 Correo: 0021100@ideam.gov.co
Línea Nacional gratuita 00211 - Bogotá y Alto Valle: 0021100
Sede Puerto Ayuda: Calle 13 No. 42B - 44 Bogotá D.C. RUC: 31081870
www.ideam.gov.co



17. **Determinación directa de Monóxido de Carbono (CO) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C: Fotometría Intrarroja No Dispersiva. Método de Referencia Automatizado: RFCA-0915-228. (Serie: 132).
18. **Determinación directa en Campo de Dióxido de Azufre (SO₂) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A-1: Método de Fluorescencia Ultravioleta. Método Equivalente Automatizado: EQSA-0495-100. (Serie: 2012-00323).
19. **Determinación directa en Campo de Dióxido de Azufre (SO₂) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A-1: Método de Fluorescencia Ultravioleta. Método Equivalente Automatizado: EQSA-0802-149. (Serie: 492).
20. **Determinación directa en Campo de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice F: Quimioluminiscencia en Fase Gaseosa. Método de Referencia Automatizado: RFNA-0118-249. (Serie: 287).
21. **Determinación directa en Campo de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice F: Quimioluminiscencia en Fase Gaseosa. Método de Referencia Automatizado: RFNA-1194-099. (Serie: 2012-00323).
22. **Determinación directa de Ozono (O₃) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice D: Método de Quimioluminiscencia. Método Equivalente Automatizado: EQQA-0992-087(Serie: 2012-00323).
23. **Determinación directa de Ozono (O₃) en la atmósfera:** EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice D: Método de Quimioluminiscencia. Método Equivalente Automatizado: EQQA-0206-148. (Serie: 1544).

Matriz Aire – Ruido:

1. **Ruido:** Determinación de los Niveles de Ruido Ambiental, ISO 1996-2:2017, Julio 2017, 3ra edición.
2. **Emisión de Ruido:** Método establecido en el Anexo 3, Capítulo I de la Resolución 0627 de abril 7 de 2006 emitida por el ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
3. **Ruido Ambiental:** Método establecido en el Anexo 3, Capítulo II de la Resolución 0627 de abril 7 de 2006 emitida por el ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

PARÁGRAFO: Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWA - WEF, 23rd edición 2017 y el Código de Regulaciones Federales de los Estados Unidos de América U.S. EPA (Environmental Protection Agency), salvo en los casos en que se especifique directamente otra referencia bibliográfica.

ARTÍCULO 6. La acreditación que se otorga a través del presente acto administrativo no ampara ningún tipo de actividad diferente a las descritas en el informe y en la presente Resolución, para lo cual la sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, deberá cumplir y mantener las condiciones bajo las cuales obtuvo la acreditación.

ARTÍCULO 7. La sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, para mantener la acreditación otorgada mediante la presente Resolución, deberá participar y aprobar anualmente las pruebas de evaluación y desempeño para los parámetros considerados en el alcance de la acreditación, de acuerdo a lo establecido en el ordenamiento jurídico.

ARTÍCULO 8. En caso de que la sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, no cumpla con los términos y condiciones que se relacionan en la presente Resolución el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, dará por terminada mediante acto administrativo la acreditación otorgada.

ARTÍCULO 9. La sociedad **K2 INGENIERÍA S.A.S.**, beneficiario de la presente Resolución de continuar interesado como laboratorio acreditado deberá solicitar a esta Entidad con nueve (9) meses de anticipación al vencimiento del acto administrativo que le otorga la acreditación, para lo cual se someterá a una nueva auditoría, de acuerdo a lo establecido en la Resolución No. 0268 del 06 de marzo de 2015.



Fecha de monitoreo: Mayo 2022



El ambiente
es de todos

Minambiente

0448

08 JUN 2020

Página 18 de 18

ARTÍCULO 10. En caso de suspensión, retiro o vencimiento de la acreditación, la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S. deberá inmediatamente cesar el uso de la acreditación, así como la publicidad o logotipo de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, de acuerdo con el ordenamiento jurídico.

ARTÍCULO 11. De acuerdo con lo establecido en la Resolución No. 0268 del 06 de marzo de 2015, y demás normas regulatorias, la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S. deberá dar cumplimiento a cada uno de los compromisos establecidos en el procedimiento del trámite de acreditación.

ARTÍCULO 12. Por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, notificar personalmente o por aviso, cuando a ello hubiere lugar, el contenido del presente acto administrativo al representante legal, apoderado debidamente constituido y/o a la persona debidamente autorizada de la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., con NIT 804.007.055-3, con domicilio en la Calle 34 No. 36 - 22, Barrio Álvarez, en la ciudad de Bucaramanga, Departamento de Santander, de conformidad con los artículos 67 y 69 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

ARTÍCULO 13. En contra del presente acto administrativo procede el recurso de reposición, el cual se podrá interponer por su representante o apoderado debidamente constituido, por escrito ante el Director del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales en la diligencia de notificación personal, o dentro de los diez (10) días siguientes a ella, o a la notificación por aviso, o al vencimiento del término de publicación, según el caso, de conformidad con lo establecido en los artículos 76 y 77 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.






ARTÍCULO 14. La vigencia del presente acto administrativo terminará en la misma fecha establecida para la vigencia de la acreditación otorgada a la sociedad K2 INGENIERÍA S.A.S., mediante la Resolución 1695 del 04 de agosto de 2016, es decir hasta el 31 de agosto de 2020.

NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE

Dado en Bogotá D. C., a los **08 JUN 2020**

Yolanda González H.

YOLANDA GONZÁLEZ HERNÁNDEZ
Directora General

	Nombre	Cargo	Firma
Proyectó	Johane Crólio Alvarado	Contratista - Grupo Acreditación	
Revisó	Germán Eduardo Arvizaga Chávez	Contratista - Grupo de Acreditación	
Revisó	Leonardo Alfredo Pineda Pardo	Coordinador Grupo de Acreditación	
Revisó	Jairo Mauricio Beltrán Bellín	Abogado Grupo de Acreditación.	
Aprobó	Gilberto Antonio Ramos Suarez	Jefe Oficina Asesora Jurídica	
Expediente	201600100100400049E		
Los arriba firmantes declaramos que hemos revisado el presente documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales y/o técnicas vigentes y por lo tanto bajo nuestra responsabilidad lo presentamos para la firma de la Directora General.			

Radicado N° 2019610024811.






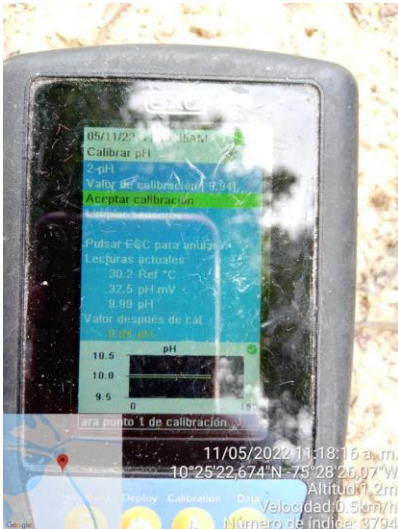
Bogotá D.C. Colombia - Sur América
Sede correspondencia
Calle 25 Edificio 36 B - 78 Bogotá D.C. Código postal: 110011
Tel: 011 (0057) 496 5000 Fax: 011 (0057) 496 5001 - 0057 496 5002
Línea Nacional 0180000 10012 - Bogotá y Aéreo 011 0180 190
Sede Fuente Acaes - Calle 11 No. 42B - 44 Bogotá D.C. P.O. Box 676
www.ideam.gov.co



ANEXO 2.

REGISTROS Y FORMATOS DE CALIBRACIÓN

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

CAR-AG1 Ciénaga de la Virgen (Descarga)			
COORDENADAS:	Norte	Oeste	Altitud (msnm)
	10°25'22.81"	75°28'26.71"	1
 <p>11/05/2022 12:03:51 p. m. 10°25'22,734 N - 75°28'26,034 W Via sin nombre Provincia de Cartagena Bolívar Altitud:0,9m Velocidad:0,7km/h Número de índice: 3820</p>	 <p>11/05/2022 11:49:10 a. m. 10°25'22,626 N - 75°28'26,04 W Via sin nombre Provincia de Cartagena Bolívar Altitud:1,2m Velocidad:0,5km/h Número de índice: 3814</p>		
FOTO 1		FOTO 2	
 <p>11/05/2022 11:34:55 a. m. 10°25'22,62 N - 75°28'25,956 W Via sin nombre Provincia de Cartagena Bolívar Altitud:1,1m Velocidad:0,0km/h Número de índice: 3805</p>	 <p>11/05/2022 11:18:16 a. m. 10°25'22,674 N - 75°28'26,07 W Via sin nombre Provincia de Cartagena Bolívar Altitud:1,2m Velocidad:0,5km/h Número de índice: 3794</p>		
FOTO 3		FOTO 4	



Fecha de monitoreo: Mayo 2022


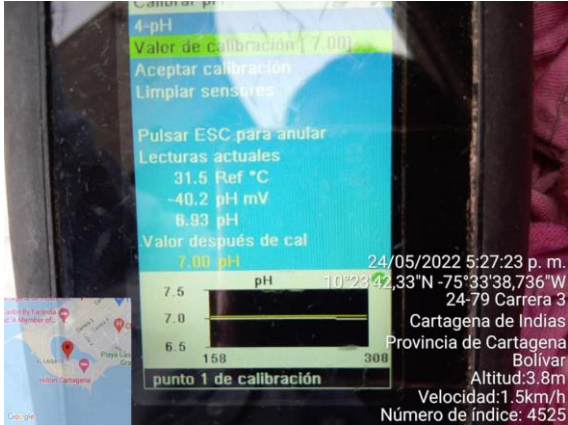


CAR-AG2 Juan Gómez			
COORDENADAS:	Norte	Oeste	Altitud (msnm)
	10° 5'31.01"	75°24'38.52"	0
FOTO 1		FOTO 2	
FOTO 3		FOTO 4	




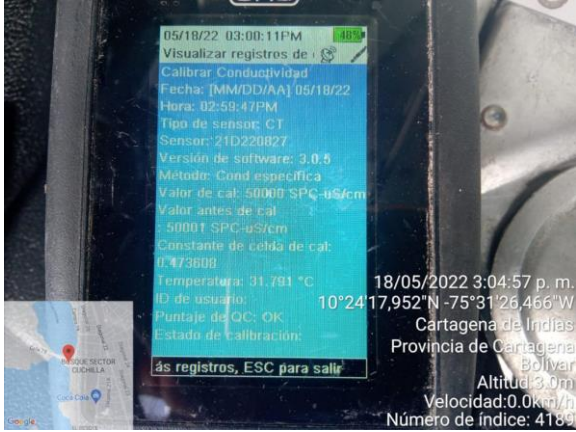


Fecha de monitoreo: Mayo 2022

CAR-AG3-Boca Grande			
COORDENADAS:	COORDENADAS:	COORDENADAS:	COORDENADAS:
	10° 5'31.01"	75°24'38.52"	0
FOTO 1		FOTO 2	
FOTO 3		FOTO 4	

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

CAR-AG4-El Laguito			
COORDENADAS:	COORDENADAS:	COORDENADAS:	COORDENADAS:
	10° 5'31.01"	75°24'38.52"	0
 <p>24/05/2022 5:35:12 p. m. 10°23'42.108" N -75°33'38.664" W 34-76 Carrera 3 Cartagena de Indias Provincia de Cartagena Bolívar Altitud:2.2m Velocidad:0.8km/h Número de índice: 4532</p>	 <p>24/05/2022 5:27:23 p. m. 10°23'42.33"N -75°33'38.736"W 24-79 Carrera 3 Cartagena de Indias Provincia de Cartagena Bolívar Altitud:3.8m Velocidad:1.5km/h Número de índice: 4525</p>		
FOTO 1	FOTO 2		
 <p>24/05/2022 5:24:27 p. m. 10°23'42.318" N -75°33'38.916" W 1-25 Diagonal 1 Cartagena de Indias Provincia de Cartagena Bolívar Altitud:2.7m Velocidad:2.7km/h Número de índice: 4522</p>	 <p>24/05/2022 5:38:35 p. m. 10°23'42.312"N -75°33'38.784"W 24-79 Carrera 3 Cartagena de Indias Provincia de Cartagena Bolívar Altitud:2.2m Velocidad:0.0km/h Número de índice: 4535</p>		
FOTO 3	FOTO 4		

Fecha de monitoreo: Mayo 2022

CAR-AG5-Puente Bazurto			
COORDENADAS:	COORDENADAS:	COORDENADAS:	COORDENADAS:
	10° 5'31.01"	75°24'38.52"	0
 <p>18/05/2022 2:56:19 p. m. 10°24'17,856" N - 75°31'26,478" W Cartagena de Indias Provincia de Cartagena Bolívar Altitud: 3,8m Velocidad: 0.0km/h Número de índice: 4180</p>	 <p>05/18/22 03:00:11PM Visualizar registros de i Calibrar Conductividad Fecha: [MM/DD/AA] 05/18/22 Hora: 02:59:47PM Tipo de sensor: CT Sensor: 21D220827 Versión de software: 3.0.5 Método: Cond específica Valor de cal: 50000 SPC-µS/cm Valor antes de cal: 50000 SPC-µS/cm Constante de celda de cal: 0.173608 Temperatura: 31.791 °C ID de usuario: 10°24'17,952" N - 75°31'26,466" W Puntaje de QC: OK Estado de calibración: Ver los registros, ESC para salir</p> <p>18/05/2022 3:04:57 p. m. 10°24'17,952" N - 75°31'26,466" W Cartagena de Indias Provincia de Cartagena Bolívar Altitud: 3,9m Velocidad: 0.0km/h Número de índice: 4189</p>		
<p>FOTO 1 FOTO 2</p>			
 <p>05/18/22 02:59:27PM Calibrar cond. espec. 3-Conductividad Valor de calibración (50000) Aceptar calibración Limpiar sensores Pulsar ESC para avanzar Lecturas actuales 31.791 °C 48987 SPC-µS/cm Valor antes de cal: 50000 SPC-µS/cm 51000.0 SPC-µS/cm 48987 48996.9 0 150 Listo para punto</p> <p>18/05/2022 3:04:13 p. m. 10°24'17,898" N - 75°31'26,486" W Cartagena de Indias Provincia de Cartagena Bolívar Altitud: 1,7m Velocidad: 0.3km/h Número de índice: 4183</p>	 <p>18/05/2022 3:35:19 p. m. 10°24'19,042" N - 75°31'26,418" W Cartagena de Indias Provincia de Cartagena Bolívar Altitud: 2,5m Velocidad: 0.9km/h Número de índice: 4192</p>		
<p>FOTO 3 FOTO 4</p>			



Fecha de monitoreo: Mayo 2022

CAR-AG6-Juan Angola			
COORDENADAS:	COORDENADAS:	COORDENADAS:	COORDENADAS:
		10° 5'31.01"	75°24'38.52"
FOTO 1		FOTO 2	
FOTO 3		FOTO 4	



ANEXO 3.
FIRMA CONSULTORA

FIRMA CONSULTORA

DATOS BÁSICOS

▪ **Razón social**

K-2 INGENIERÍA S.A.S.

▪ **Dirección de la empresa**

Carrera 36 # 36-26 Barrio El Prado - Bucaramanga

▪ **Teléfono**

(57) 7 6352870

▪ **Correo Electrónico**

info@k2ingenieria.com

▪ **Actividad económica**

K2 Ingeniería es una empresa colombiana, constituida en 1998 en Bucaramanga, que integra la experiencia en las áreas de la ingeniería ambiental, civil y mecánica para ofrecer un amplio portafolio de servicios, consultoría y suministros.

▪ **Mercado Actual**

K2 Ingeniería es una empresa especializada en Servicios de Ingeniería, Integración de Tecnologías y Monitoreos Ambientales para los sectores Estatal, CARS, Hidrocarburos, Minero, Industrial, Empresas de Servicios Públicos, Agrícola y Náutico, con cobertura geográfica histórica en Colombia, Ecuador, Perú y Panamá y potencial en Brasil.

UNIDADES ESTRATÉGICAS DE NEGOCIO CONSULTORÍA

Gerenciamiento Ambiental

- Administración y gestión especializada de proyectos ambientales.
- Operación de sistemas de monitoreo ambiental.

Consultoría en Calidad del aire

- Diseño e instalación de redes urbanas e industriales de monitoreo y seguimiento de calidad del aire.
- Modelos de dispersión.
- Inventarios de emisiones.
- Manuales y protocolos técnicos.
- Interventoría de redes y sistemas de vigilancia.

Consultoría en Ruido

- Mapas digitales de ruido ambiental.
- Mapas estratégicos de ruido.
- Diseño de redes para medición de ruido en aeropuertos.
- Diseño, instalación y operación de redes para medición de emisión de ruido en la industria y zonas urbanas

Consultoría en Hidrología y Calidad del agua

- Análisis hidrológico e hidrogeológico de cuencas.
- Diseño e instalación de sistemas automáticos de información.
- Hidrometeorológica – SAIH (Sistemas de alertas tempranas).
- Diseño e instalación de redes automáticas para monitoreo de calidad y cantidad del recurso hídrico.
- Diseño e instalación de sistemas automáticos de información Hidrometeorológica – SAIH

- Asesorías e interventorías en construcción de redes de calidad del agua y sistemas de alertas tempranas (**SAT**).

Consultoría en Residuos

- Residuos peligrosos.
- Montajes de sistemas de tratamiento.

PTAR

- Diseño, suministro y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Forestales y Afines

- Proyectos de aprovechamiento forestal.
- Planes de salvamento y reubicación de especies.
- Inventarios forestales.
- Inventarios de fauna.
- Programas de revegetación.

TECNOLOGÍAS

Sector Ambiental

Proyectos Hidrometeorológicos

- Suministro, instalación y puesta en marcha de redes para medición de variables meteorológicas e hidrométricas (Caudal y Nivel), transmisión de datos en tiempo real y visualización a través de aplicativos web, para Sistema de Alertas Tempranas (**SAT**).
- Redes pluviométricas automáticas para sistemas de acueducto.

Proyectos de Calidad del agua

- Suministro, instalación y puesta en marcha de redes para medición de variables de calidad y cantidad del recurso hídrico.

Proyectos Aire

- Redes de calidad del aire automáticas para medición de gases y partículas **PST, PM10, PM2.5 y PM1**.
- Redes de calidad del aire con muestreadores autónomos, manuales y pasivos.

Proyectos Ruido

- Redes de estaciones automáticas para la medición de ruido ambiental y vibraciones.
 - **Sector Agrícola**
 - Redes agro-meteorológicas autónomas de precisión
 - **Sector Minero, Petróleo y Gas**
 - Soluciones integrales para proyectos mineros e hidrocarburos
 - **Sector Náutico**
 - Soluciones de comunicación náutica para aplicación civil y militar

MONITOREOS

Calidad del aire

- Toma de muestra para Calidad del aire de los parámetros **PST, PM10, PM2.5, NO2, SO2, O3 y CO, H2S, NH3, Hidrocarburos**.
- Diseño de redes de Vigilancia de Calidad del Aire (**SVA**).
- Modelación de línea base y escenarios futuros.
- Monitoreo automático de TRS

Fuentes Fijas

- Determinación de material particulado como **PM10** y **PM2.5** en fuentes **EPA** mediante Método **E.P.A. 201A**.
- Inventario parcial de Fuentes Fijas.
- Análisis de información histórica sobre fuentes Fijas.
- Inventario de Emisiones.

Calidad del Agua

Toma de Muestras y Análisis de Calidad del Agua:

- Doméstico.
- Residual.
- Superficial.
- Subterráneas

Ruido

- Diagnóstico de Ruido y Establecimiento de Mapas y Redes de Ruido.
- Medición de Ruido Ambiental y Emisión de Ruido (horario diurno y nocturno en día ordinario y dominical).
- Modelación de Ruido (Actividad Industrial, comercial, transporte terrestre, aéreo y ferroviario).
- Asesoría y Diagnostico.
- Aforos Vehiculares.
- Planes de descontaminación.

Modelación de contaminantes

- Modelos de dispersión de contaminantes de calidad del aire.
- Modelos dispersión de ruido residencial, industrial, aeroportuario, entre otros.

INGENIERIA DEL AGUA

Estudios y Diseños

A partir de una ingeniería conceptual en constante evolución y desarrollo, se realiza el dimensionamiento de los procesos y la ingeniería de detalle para hacer posible la ejecución de los proyectos, aportando confiabilidad a las inversiones planificadas de nuestros clientes y aplicando las mejores tecnologías disponibles para el reto singular que constituye cada proyecto.

Interventorías

Ejecutamos interventorías integrales en proyectos de gran escala, controlando los componentes legales, administrativos, técnicos, financieros y ambientales, mediante sistemas integrados de gestión y herramientas tecnológicas apropiadas, que nos permiten garantizar el cumplimiento de las obligaciones contractuales establecidas y coadyuvar a la ejecución exitosa de los proyectos.

Gerencia de Proyectos

Partiendo en algunos casos de la formulación y durante cada una de las fases del proyecto, aportamos el valor dado por la experiencia de nuestro equipo de nivel directivo y gerencial, en el establecimiento de programas, lineamientos, procesos y condiciones requeridas, que redunden en la consecución de los objetivos concertados con el cliente.

Modelos de Gestión

Desarrollamos e implementamos modelos de gestión para las empresas prestadoras de servicios en todo el ciclo del agua, enfocados en incrementar la productividad y la rentabilidad en cada línea de negocio, mediante herramientas tecnológicas de control y planificación, ajustadas al tamaño de la compañía y la cobertura de los servicios ofrecidos.

▪ MISIÓN

K2 Ingeniería brinda a la sociedad servicios de calidad superior en el área de la ingeniería, con una rentabilidad coherente que permita a la empresa crecer, y de esta forma facilitar a nuestros empleados y accionistas la oportunidad de realizar sus objetivos y metas.

▪ MEGA 2020

En el año 2020 K2 Ingeniería entre las 10 empresas de Ingeniería Ambiental más importantes del país con presencia permanente en los mercados internacionales.

▪ PRINCIPIOS

- Buscamos superioridad en todo lo que emprendemos y vamos más allá de las expectativas.
- Trabajamos con pasión, sacrificio y abnegación.
- Nos esmeramos porque nuestra imagen y productos tengan una presentación impecable.
- Generamos e inspiramos confianza.
- Brindamos oportunidades individuales y recompensas basadas en el mérito.
- Estandarizamos nuestros procesos e innovamos de manera permanente.

 DIVISIÓN Consultoría Ingeniería y Ciencia de datos	 DIVISIÓN Ingeniería del Agua Gerencia y sostenibilidad	 DIVISIÓN Tecnologías Integración y Desarrollo	 DIVISIÓN Monitoreos Experiencia y Cumplimiento
 INGENIERÍA  ADMIN. REDES DE MONITOREO AMBIENTAL	 DISEÑOS  GERENCIA DE PROYECTOS  INTERVENTORIAS	 REDES HIDROMETEOROLÓGICAS  REDES CALIDAD DE AGUA  REDES CALIDAD DE AIRE  REDES DE MONITOREO DE RUIDO	 MONITOREO IN SITU  LABORATORIO AMBIENTAL

