

**MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO CESAR A LA ALTURA
DEL VERTIMIENTO DEL STAR EL SALGUERO MEDIANTE LA APLICACIÓN
DEL SOFTWARE QUAL2Kw.**



**IVÁN DAVID CABARCAS MAESTRE
DEYANIRA GARCÍA DAZA**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR, CESAR**

2020

**MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO CESAR A LA ALTURA
DEL VERTIMIENTO DEL STAR EL SALGUERO MEDIANTE LA APLICACIÓN
DEL SOFTWARE QUAL2Kw.**



**IVÁN DAVID CABARCAS MAESTRE
DEYANIRA GARCÍA DAZA**

Director:

Lorena Sierra

Asesor:

Humberto Camacho Bordeth

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR, CESAR**

2020

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	6
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	8
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	9
2. JUSTIFICACIÓN.....	10
3. OBJETIVOS	11
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	11
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4. MARCO REFERENCIAL.....	12
4.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	12
4.2 MARCO TEÓRICO	15
4.2.1 Modelación	15
4.2.2 Modelo de calidad QUAL2K.....	15
4.2.3 limitaciones del modelo QUAL2K	16
4.2.4 Datos de entrada y salida del modelo QUAL2K.....	17
4.2.5 Constantes hidráulicas	17
4.2.6 Constantes cinéticas	18
4.2.7 Información meteorológica.....	18
4.2.8 Calibración del modelo.....	19
4.2.9 Confirmación del modelo.....	19
4.2.10 Modelo de reaireación.....	19
4.3 MARCO CONTEXTUAL	20
4.4 MARCO CONCEPTUAL.....	21
4.5 MARCO LEGAL	23

5. METODOLOGÍA	26
5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	26
5.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	26
5.3 METODOLOGÍA A SEGUIR:.....	26
5.3.1 Etapa 1: Actividades de campo	27
5.3.2 Etapa 2: Actividades de laboratorio	29
5.3.3 Etapa 3: Tratamiento de datos.....	29
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	35
6.1. Caracterizar los parámetros DBO, OD, Nitrógeno y fosforo disuelto en el rio Cesar para el tramo seleccionado.....	35
6.2. Implementación, calibración y confirmación del programa QUAL2K para el tramo de estudio seleccionado.....	41
6.3. Resultados de la simulación para los parámetros DBO, OD, Nitrógeno y fosforo de acuerdo con el programa QUAL2K para el tramo de estudio seleccionado.	44
6.4. Formular medidas para el mejoramiento de la calidad del agua de acuerdo con la implementación de soluciones ambientales que prioricen la gestión del recurso hídrico.....	56
7. CONCLUSIONES.....	60
8. RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFIA.....	63

INTRODUCCIÓN

Diversas actividades humanas producen la degradación de la calidad en los recursos hídricos, por ejemplo, las descargas no controladas de las aguas residuales, municipales e industriales sin tratar o pobremente tratadas (García, 1999), y las actividades agrícolas aportan al agua sustancias producto de la fertilización agrícola y residuos fitosanitarios provenientes de los plaguicidas; lodos de desecho de establecimientos ganaderos o agroindustriales (Amaya, Arriola y Cerna, 2015).

A partir de estas actividades se produce una constante contaminación de recursos hídricos que son de vital importancia en el país, los cuales afectan al medio ambiente y por ende a las personas que habitan en su contexto, por dicha contaminación se pueden generar diversos problemas tanto medioambientales como de salud humana, es por ello por lo que la recuperación del recurso hídrico y el control y manejo de desechos por las industrias en estos, toma mucha importancia (Amaya. et,al 2015).

El problema del sistema de tratamiento de aguas residuales el SALGUERO es que no cumple con los porcentajes de remoción en cargas establecidos en la norma ambiental vigente, especialmente en los parámetros de DBO5, DQO y SST. Por tanto, la concentración de estos parámetros en el río Cesar, antes y después del vertimiento, muestran el grado de afectación ocasionado por el sistema de tratamiento de aguas residuales el SALGUERO. Esto evidencia que los cuerpos receptores han superado su capacidad de asimilación y la dilución de los vertimientos no son lo suficientemente eficiente para evitar que las variables fisicoquímicas sobrepasen los rangos permisibles o alcancen niveles de contaminación (Arias, 2014).

En este caso de estudio, se pretende realizar una modelación de la calidad del agua del río Cesar a la altura del vertimiento que realiza el STAR el salguero por ser uno de los puntos de mayor contaminación del río, para lo cual se realizará una serie de muestreos con el fin de conocer las concentraciones de DQO, OD, Nitrógeno y fosforo disuelto, dichas concentraciones serán introducidas en el software de

modelación especializado (QUAL2K) con el fin de determinar el estado ecológico del río Cesar y predecir la respuesta de estos sistemas frente a diferentes escenarios ambientales. Y, por último, se deberán formular estrategias sobre los diferentes aspectos que influyen en la calidad del agua del afluente.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En Colombia, cerca del 63 % de los vertimientos domésticos e industriales llegan sin tratamiento previo a los cuerpos de agua (Departamento Nacional de Planeación, 2015). Esto ha generado, a pesar de la alta capacidad de autopurificación de los ríos colombianos, contaminación en largos tramos debido a las elevadas cargas orgánicas, de patógenos y nutrientes (Camacho, Gelves, Gonzales, Rodríguez, Torres y Medina, 2007). Además de lo anterior mencionado, se debe añadir que gran parte de los sistemas actuales de tratamiento de aguas residuales presentan deficiencias en cuanto a su capacidad y no cumplen con el proceso completo de tratamiento (Camacho y Luis, 2006).

Valledupar no es la excepción a esta situación, su sistema de tratamiento es deficiente debido al poco mantenimiento del sistema. En consecuencia, se puede prever un aumento en los efectos ambientales ocasionados por el vertimiento; Por ejemplo, en diciembre del 2015 se implementó un plan de muestreo en el río Cesar, tomando muestras 50 metros aguas arriba y 50 metros aguas abajo del vertimiento del salguero. Se evidenció que la DBO5 aguas arriba fue de 16,7 mg/l y aguas abajo fue de 53,7 mg/l, así mismo, los parámetros de DQO, SST tuvieron cambios significativos después de recibir la descarga aportada por la PTAR el saguero (EMDUPAR, 2015). Esta situación demuestra el grave escenario de polución aportada por el STAR el salguero, lo cual atenta contra la salud pública de la comunidad del municipio de Valledupar y poblaciones ribereñas.

Frente a esta situación el caso de estudio del presente trabajo considera la situación del río Cesar, uno de los principales ríos del departamento, el cual ha tomado especial importancia debido a su problemática actual de contaminación. Se evidencia entonces la necesidad de implementar un modelo de simulación de la calidad del agua para apoyar el proceso de ordenamiento del río, que permita no solamente representar el estado actual del río Cesar y formular escenarios futuros de recuperación, sino también que establezca una línea base para futuras modelaciones de la corriente.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál será la calidad del agua del río Cesar que se puede predecir de la modelación con el software QUAL2K?

2. JUSTIFICACIÓN

Los modelos matemáticos hidrológicos, hidrodinámicos y de calidad del agua constituyen herramientas útiles para definir planes de ordenamiento del recurso hídrico. Modelos que representan, incluso en forma simplificada, los procesos de transporte y de transformación física, química y biológica, que ocurren en los cuerpos de agua, sirven para evaluar tanto la calidad del agua, como para apoyar la toma de decisiones en la implementación de sistemas o medidas de saneamiento para el manejo y control del recurso hídrico (Alean, 2009).

Desde el punto de vista legal, este proyecto de grado servirá para cumplir con el decreto 1594 de 1984, que en su artículo 23 establece, que las autoridades para el ordenamiento del recurso deberán considerar entre otros aspectos, la implementación de los modelos de simulación de calidad que permitan determinar la capacidad asimilativa de sustancias biodegradables o acumulativas y la capacidad de dilución de sustancias no biodegradables, y entre otros, considerar los criterios de calidad y normas de vertimiento (resolución 0631 del 2015) vigentes en el momento del ordenamiento.

Asimismo, desde la óptica social la aplicación de este proyecto en el río Cesar, para el sector en el que el STAR realiza descargas permitirá conocer el grado de contaminación del afluente; y con base en esta información se pueden fijar condiciones particulares de descarga, acciones encaminadas a la conservación del recurso, ayudando así a mantener la flora y fauna del río Cesar, el reúso del agua y promover la conservación del medio natural e impulsar a sectores en los cuales se necesita del recurso hídrico para poder desarrollarse.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Modelar la calidad del agua del río Cesar a la altura del vertimiento del STAR el Salguero mediante la aplicación del software QUAL2Kw.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar los parámetros DBO, OD, Nitrógeno y fosforo disuelto en el rio Cesar para el tramo seleccionado.
- Implementar el programa QUAL2Kw para el tramo de estudio seleccionado.
- Calibrar el programa QUAL2Kw para el tramo de estudio seleccionado.
- Confirmar el programa QUAL2Kw para el tramo de estudio seleccionado.
- Formular medidas para el mejoramiento de la calidad del agua de acuerdo con la implementación de soluciones ambientales que prioricen la gestión del recurso hídrico.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Bracho, Angulo y Díaz (2016) realizaron una tesis de grado titulada “Evaluación del software QUAL2Kw en fuentes receptoras de vertimientos de residuos líquidos en algunos puntos del río Cesar (Colombia) impactados por la actividad minera” para optar el título de ingeniero ambiental y sanitario de la Universidad Popular del Cesar. En este estudio se aplicó el software qual2k, teniendo en cuenta la dinámica individual de ríos afluentes del río Cesar: río Tocuy (en la jagua de Ibirico), río Maracas (en Becerril) y río Calenturitas (la Loma corregimiento del municipio de El Paso, Cesar); los aspectos de carga contaminante y las diferentes características fisicoquímicas de cada uno de estos, reconociendo procesos de contaminación que surgen en cada subcuenca, los cuales inciden en la calidad del agua del cuerpo receptor y finalmente la calidad del agua del río Cesar; para ello fue necesaria la realización de modelaciones de cada río de forma independiente. Una vez seleccionado el modelo se programaron campañas de muestreo para la calibración del mismo. En lo que se refiere al modelo de calidad del agua podemos decir que los resultados de la modelación son satisfactorios, ya que se aplicó correctamente la metodología requerida y se establecieron los análisis necesarios en cada zona de los ríos estudiados. El desempeño del modelo es aceptable puesto que la variación entre los parámetros medidos y los calculados se encuentran en un rango admisible, por lo que se puede decir que el modelo fue satisfactoriamente calibrado.

Rangel y Britto (2016) realizaron un trabajo titulado “Evaluación de la calidad de fuentes receptoras de vertimientos de residuos líquidos en algunos puntos del río Cesar mediante la aplicación del software WASP” Con la ejecución de este proyecto de investigación, se pudo identificar los principales problemas de la calidad del agua de algunos puntos del río Cesar, con base en estudios existentes y en la aplicación del modelo sistematizado WASP para calidad de agua, su aplicación permitió conocer el comportamiento de los diferentes contaminantes en las fuentes receptoras.

Cortés (2016) realizaron una investigación que tuvo como objetivo evaluar el comportamiento del oxígeno disuelto en el río Cesar entre los vertimientos de la paz y salguero y su relación con componentes microbiológicos e índice de calidad BMWP. Con esta investigación se buscó evaluar la asimilación de carga contaminante del río Cesar por los efluentes residuales de los municipios La Paz y Valledupar, para lo cual se determinaron las constantes de oxigenación y desoxigenación del río Cesar en la zona de estudio; de igual forma se identificaron los puntos críticos donde la tasa de desoxigenación es igual a la de re-aireación y a su vez se determinó teóricamente la distancia mínima para próximos vertimientos, mediante la aplicación del modelo matemático de Streeter and Phelps.

Adicionalmente se evaluó la calidad microbiológica del cuerpo de agua por la técnica de NMP y su correlación con las características fisicoquímicas según lo establecido por el decreto 3930 de 2010 y la Resolución 0631 de 2015 para agua de uso primario y secundario. Se estimó la calidad biológica del agua según el índice BMWP/Col para cada una de las estaciones obteniendo para las estaciones E1 y E2 macroinvertebrados indicadores de aguas limpias y bien oxigenadas y de aguas limpias y frías; en V1 indicadores de calidad del agua crítica y en V2 y E3 indicadores de Aguas contaminadas de calidad dudosa.

Castaño (2015) realizó una tesis de grado titulada “Modelación de la calidad del agua del río Tunjuelo en dos escenarios de implementación del plan de saneamiento de Bogotá” para optar el título de magister en ingeniería de recursos hidráulicos de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Este trabajo presenta la aplicación de un modelo integrado de calidad del agua en el río Tunjuelo (QUAL2Kw), el cual fue implementado a partir de información secundaria recopilada de diferentes entidades locales y regionales. La información de mediciones de parámetros de calidad fue tomada en su mayoría del convenio 069 de 2007 desarrollado entre la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA y la Universidad de los Andes. La implementación de este modelo tuvo como propósito evaluar el comportamiento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y el Oxígeno Disuelto (OD) en el río. Para la calibración del modelo se adoptó información de los puntos de medición de la Red

de Calidad del Recurso Hídrico de la SDA. Se consideraron dos escenarios: el primero, que el sistema de drenaje sanitario que actualmente vierte al río persista, con un aumento de caudal de acuerdo con el crecimiento poblacional de la cuenca; el segundo, corresponde al saneamiento de dichos vertimientos, a través de los interceptores que conducirán el agua residual a la futura Planta de tratamiento Canoas.

Adicionalmente, se evaluó el comportamiento del río con relación a la descarga de los lixiviados del relleno sanitario Doña Juana a este cuerpo receptor (Con y sin tratamiento previo). Al final de este ejercicio se ha podido establecer que el programa de saneamiento propuesto para el río Tunjuelo, no garantiza el cumplimiento de los objetivos de calidad propuestos por la autoridad ambiental para este afluente del río Bogotá.

4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 Modelación

Un modelo de simulación es la herramienta adecuada para la predicción del comportamiento de la calidad del agua en un río u otro cuerpo de agua, correspondiendo a un conjunto de expresiones matemáticas definir los procesos físicos, biológicos y químicos que tienen lugar en este medio. Estas ecuaciones están basadas fundamentalmente en la conservación de la masa y/o energía, de tal forma que existen fenómenos como:

- a) ingreso de contaminantes al cuerpo de agua desde el exterior del sistema
- b) transporte y las reacciones en el cuerpo de agua (Campillo, Betancur, y García, 2011). El transporte puede ser por advección y/o dispersión, dependerá de las características hidrológicas e hidrodinámicas del cuerpo de agua. (Bedoya, 2007).

4.2.2 Modelo de calidad QUAL2K.

El modelo de calidad del agua QUAL2K fue desarrollado para la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos por Chapra y Pelletier en el año 2003, posteriormente fue mejorado en el año 2008 y recibió por nombre QUAL2Kw. La nueva versión del modelo tiene la capacidad de simular una corriente principal y tres corrientes secundarias, las cuales pueden ser manejadas de manera independiente o integrarse a la corriente principal dependiendo de las necesidades del usuario. Algunas de las características más representativas del modelo se describen a continuación (Chapra y Pelletier, 2008):

- **Parámetros modelados:** Conductividad, sólidos suspendidos inorgánicos, oxígeno disuelto, DBO rápida, DBO lenta, nitrógeno orgánico disuelto, nitrógeno amoniacal, nitratos, fósforo orgánico disuelto, fósforo inorgánico, fitoplancton,

detritus, patógenos, alcalinidad, carbono orgánico total, algas de fondo, temperatura y caudal.

- **Especies de DBO carbonácea:** El modelo QUAL2Kw usa dos formas de DBO carbonácea para representar el carbono orgánico. Estas formas son: la DBO de rápida oxidación (DBO fast) y la DBO de lenta oxidación (DBO slow). Adicionalmente, se simula la materia orgánica particulada (Detritus), este material de detritus está compuesto por partículas de carbón, nitrógeno y fósforo en una estequiometría fija.
- **Tipo de software e interface gráfica:** El modelo se ejecuta en ambiente Windows mediante el lenguaje Visual Basic. La interface gráfica funciona bajo el software Excel, lo que hace el modelo muy amigable y de fácil uso.
- **Segmentación del modelo:** El modelo no presenta limitaciones en la especificación del número y longitud de tramos que se pueden modelar, por lo cual se pueden incluir múltiples fuentes puntuales o dispersas en cualquier tramo.
- **Dimensionalidad:** El QUAL2Kw es un modelo unidimensional en la dirección del flujo, esto es debido a que en la mayoría de los ríos las dimensiones de la longitud son mucho mayores a las profundidades y anchos. Adicionalmente se asume que el río o canal se encuentra bien mezclado tanto vertical como horizontalmente.

4.2.3 limitaciones del modelo QUAL2K

- El modelo no es muy flexible y por tanto se encuentra algo limitado en cuanto a los parámetros y procesos que pueden ser simulados. Por ejemplo, no se incluye la degradación de hidrocarburos. Los vertidos de derivados del petróleo no pueden modelarse.
- El modelo es unidimensional y por tanto asume que el río tiene una mezcla perfecta lateral y vertical. Esta es una asunción razonable para la mayoría de los ríos, excepto cuando los ríos son particularmente anchos, profundos o tienen un movimiento lento. En estos casos debería considerarse un modelo bidimensional.

4.2.4 Datos de entrada y salida del modelo QUAL2K

El modelo QUAL2Kw se ejecuta en ambiente Windows mediante el lenguaje Visual Basic. La interface gráfica funciona bajo el software Excel, lo que hace el modelo muy amigable y de fácil uso. El libro de Excel contiene varias hojas de trabajo en las cuales se ingresan los diferentes datos de entrada del modelo y desde donde éste es ejecutado.

Cada hoja de trabajo tiene un nombre que identifica el tipo de información que contiene y que puede resumirse de la siguiente forma: parámetros fisicoquímicos y microbiológicos tomados en campo en las campañas de monitoreo, descripción de los tramos del río, constantes hidráulicas, los valores de las constantes cinéticas de calibración del modelo, condiciones meteorológicas (temperatura del aire, temperatura del punto de rocío, velocidad del viento, nubosidad y sombra), y la información fisicoquímica correspondiente a fuentes puntuales y difusas como tributarios, captaciones y vertimientos (Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC, 2012; Chapra et.al., 2008)

En el modelo se usan colores en las celdas para identificar si la información debe ser ingresada por el usuario o si corresponden a resultados del programa:

- Celdas azules: corresponden a las variables de diseño y los valores de los parámetros que deben ser ingresados por el usuario.
- Celdas amarillas: son los datos medidos en campo que deben ser ingresados por el usuario. Estos datos posteriormente se muestran en las gráficas generadas por el modelo.
- Celdas verdes: corresponden a los resultados del modelo.
- Celdas oscurecidas: se usan para títulos y nomenclatura y no deben cambiarse.

4.2.5 Constantes hidráulicas

El QUAL2Kw tiene dos opciones para definir las constantes hidráulicas como se muestra a continuación, el primer método se conoce como Rating Curves y el segundo utiliza la fórmula de Manning. La elección de cualquiera de estos métodos depende de la información con la que se cuente y la confiabilidad de la misma.

Rating Curves:

$$U = k * Q^m$$

$$H = c * Q^f$$

$$W = a * Q^b$$

$$c * k * a = 1$$

$$f + b + m = 1$$

Donde Q: caudal; U: velocidad; H: profundidad; W: ancho; k,c, a: constantes; f,b,m: coeficientes.

Manning Formula:

$$Q = \frac{S_o^{1/2} A c^{5/3}}{n P^{2/3}}$$

Donde

Q: caudal;

S_o: pendiente del fondo;

A_c: área transversal;

P: perímetro mojado;

n: coeficiente de Manning.

4.2.6 Constantes cinéticas

El QUAL2Kw permite definir una gran cantidad de variables cinéticas para describir todas las reacciones que tienen lugar en la dispersión y la dilución de los contaminantes en una corriente de agua, sin embargo, aunque todas las variables se tienen en cuenta en la aplicación del modelo, es elección del usuario cuáles de estas variables desea calibrar.

4.2.7 Información meteorológica

La información meteorológica necesaria para la implementación del modelo consiste en datos de temperatura, temperatura de punto de rocío, velocidad del viento, nubosidad, sombra en el río producida por la topografía o vegetación y radiación solar (Chapra et.al., 2008). Estos datos y la temperatura del agua del río

permiten realizar el balance de energía térmica para el cálculo de la temperatura del agua como se mencionó anteriormente.

4.2.8 Calibración del modelo

La calibración es un proceso iterativo encaminado a llevar a un margen de error mínimo la diferencia entre los datos simulados por el modelo y los valores medidos en campo para el mismo. En un modelo de calidad del agua se deben especificar las tasas de reacción o transformación de los determinantes de calidad del agua y tasas de transferencia de masa hacia o desde la superficie del agua y el fondo del canal. Las cinéticas de las reacciones son particulares para cada tipo de río en las condiciones específicas que se presentan en el sistema físico modelado y las tasas de transferencia dependen en gran parte de la turbulencia de la corriente (Camacho y Díaz, 2003).

4.2.9 Confirmación del modelo

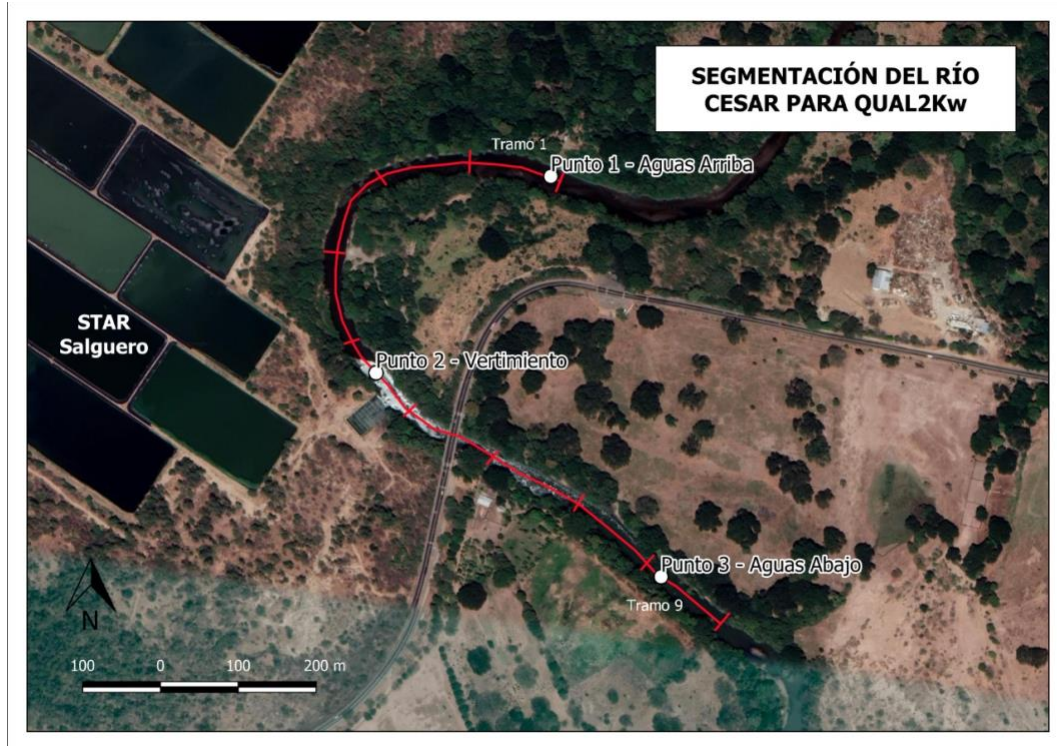
En un modelo de calidad del agua es necesario evaluar la capacidad predictiva del modelo en condiciones hidrológicas y ambientales diferentes a las observadas en la calibración. Por este motivo, terminado el proceso 36 de calibración del QUAL2Kw y establecidos los valores de las constantes cinéticas que mejor representan las características de la corriente modelada, es necesario corroborar el ajuste manteniendo las constantes fijas y alimentando el modelo con nueva información en los puntos usados para calibración, de esta forma bajo rangos de error o ajustes estadísticos se acepta o no la confirmación del modelo (Vera, 2007).

4.2.10 Modelo de reaireación

Las ecuaciones que permiten predecir el proceso de reaireación en los ríos están enfocadas a determinar la tasa de reaireación, también llamada coeficiente de reaireación (K_a), la cual mide la velocidad a la que el oxígeno presente en la atmósfera es transferido a los cuerpos de agua (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, 2007).

4.3 MARCO CONTEXTUAL

La cuenca del río Cesar está conformada por territorios de dos departamentos que son La Guajira y el Cesar. El área de drenaje en la cuenca abarca unos 22 931 km², que desemboca en la ciénaga de Zapatosa, y de ahí al río Magdalena (Universidad del Atlántico, 2011). En La Guajira la cuenca comprende los municipios de San Juan del Cesar, El Molino, Villanueva, Urumita y La Jagua del Pilar, los cuales hacen parte de la zona conocida como la provincia de La Guajira. Por su parte, en el departamento del Cesar el valle de este río ocupa parte de Agustín Codazzi, Astrea, Becerril, Bosconia, Chimichagua, Chiriguaná, Curumaní, Tamalameque, El Copey, El Paso, La Jagua de Ibirico, La Paz, Pailitas, San Diego y Valledupar (IGAC, 2015)



*Figura 1. Ubicación de la PTAR el SALGUERO
Fuente: Tomada a partir Google Maps, 2020*

4.4 MARCO CONCEPTUAL

Adsorción: Fenómeno por el cual un sólido o un líquido atraen y retiene en su superficie gases, vapores, líquidos o cuerpos disueltos.

Antropogénico: Se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas. Normalmente se usa para describir contaminaciones ambientales en forma de desechos químicos o biológicos como consecuencia de las actividades económicas, tales como la producción de dióxido de carbono por consumo de combustibles fósiles.

Calibración: Es el proceso de comparar los valores obtenidos por un instrumento de medición con la medida correspondiente de un patrón de referencia (o estándar).

Coliformes totales: son microorganismos eliminados a través de la materia fecal y son utilizados como indicadores de contaminación bacteriana.

Concentración: Denominase concentración de una sustancia, elemento o compuesto en un líquido, la relación existente entre su peso y el volumen del líquido que lo contiene.

Demanda bioquímica de oxígeno: parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltos en una muestra líquida. (mide grado de contaminación).

Demanda química de oxígeno: parámetro que mide la cantidad de oxígeno consumido al degradar la materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión.

Depuración: consiste en la eliminación de suciedad, impurezas o sustancias nocivas de una cosa en este caso del agua.

Efluente: Término empleado para nombrar a las aguas servidas con desechos sólidos, líquidos o gaseosos que son emitidos por viviendas y/o industrias, generalmente a los cursos de agua; o que se incorporan a estas por el escurrimiento de terrenos causado por las lluvias.

Planta de tratamiento de aguas residuales: es un conjunto de pasos u operaciones unitarias que tiene como objetivo mejorar las características del agua residual, se toman como base ciertos parámetros normalizados que permiten determinar la reducción de los contaminantes.

Software de modelación: Es una herramienta que se emplea para la creación de un modelo que permite crear un "simulacro" del sistema, generalmente a bajo costo y riesgo mínimo. Los softwares de modelaciones, permiten concentrarse en ciertas características importantes del sistema, prestando menos atención a otras.

Subcuenca: Es un área considerada como una subdivisión de la cuenca hidrológica que presenta características particulares de escurrimiento y extensión.

4.5 MARCO LEGAL

Constitución política de Colombia:

Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

Tabla 1. Marco legal

NORMATIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Ley 99 de 1993: Ley del Medio Ambiente.	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. “Establecer los límites máximos permisibles de emisión, descarga, transporte o depósito de sustancias, productos, compuestos o cualquier otra materia que pueda afectar el medio ambiente o los recursos naturales renovables; del

mismo modo, prohibir, restringir o regular la fabricación, distribución, uso, disposición o vertimiento de sustancias causantes de degradación ambiental.

Actualiza el decreto 1594 de 1984 (vigente desde hace 30 años) respondiendo a la nueva realidad urbana, industrial y ambiental del país. Permitirá el control de las sustancias contaminantes que llegan a los cuerpos de agua vertidas por 73 actividades productivas presentes en ocho sectores económicos del país.

Decreto 3930 de 2010:

Artículo 7°. De los modelos simulación de la calidad del recurso hídrico. Para efectos del Ordenamiento del Recurso Hídrico, previsto en el artículo anterior y para la aplicación de modelos de simulación de la calidad del recurso, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial expedirá dentro de los ocho (8) meses, contados a partir de la fecha de publicación de este decreto, la Guía Nacional de Modelación del Recurso Hídrico, con base en los insumos que aporte el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Resolución 0631 del 17 marzo de 2015:

Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los

vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y dictan otras disposiciones.

Los parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de Aguas Residuales Domésticas, (ARD) y de las Aguas Residuales no Domésticas (ARND), de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales (Artículo 8).

Artículo 6: se realizará el análisis y reporte de los valores de la concentración en número más probable (NMP/100ml) de los coliformes termotolerantes presentes en los vertimientos puntuales de aguas residuales (ARD Y ARND) mediante las cuales se gestionan excretas humanas y/o de animales a cuerpos de aguas superficiales, cuando la carga masiva en las aguas residuales antes del sistema de tratamiento es mayor a 125.00 Kg/día de DBO5.

Fuente: Autores, 2020

5. METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se determina como investigación descriptiva ya que busca que los autores de este proyecto describan situaciones y eventos. En ella se destacan las características o rasgos de la situación, fenómeno u objeto de estudio (Sierra, 2012). Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis, miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar (Ibarra, 2011).

5.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población corresponde al afluente del río cesar; se ha establecido como punto de muestreo el río Cesar para los parámetros DBO, OD, Nitrógeno y fosforo disuelto.

5.3 METODOLOGÍA A SEGUIR:

Para la realización de la investigación se implementará unas fases las cuales constan de las actividades de campo, actividades de laboratorio y tratamiento de datos.

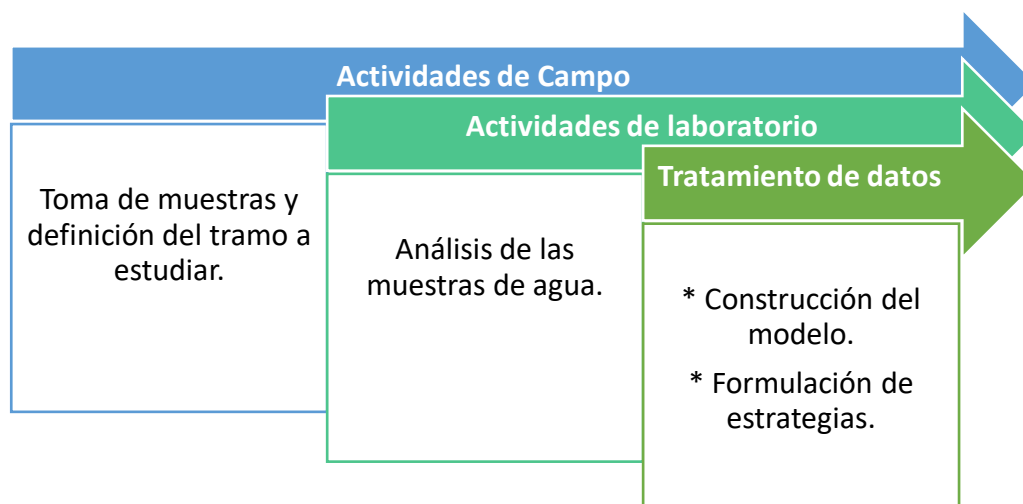


Figura 2. Desarrollo metodológico del proyecto
Fuente: Autores, 2020

5.3.1 Etapa 1: Actividades de campo

- **Definición y descripción del tramo de estudio**

Después de conocer el área con base en la investigación bibliográfica se realizó un recorrido de la corriente para actualizar la información obtenida, también se inspeccionó el sistema de tratamiento de aguas residuales el salguero que es la descarga más representativa sobre la corriente. El tramo de interés en el cual se realizó la modelación inicia 500 metros antes del vertimiento que realiza el STAR el salguero y termina 500 metros después, para una longitud total de 1 kilómetro (Figura 1).

Nota aclaratoria 2: El software empleado no sugiere la longitud del tramo de estudio, por otra parte, en los estudios consultados utilizan longitudes de modelación muy variadas, por lo cual teniendo en cuenta que este es un proyecto con fines académicos decidimos con el avalar de la directora de este proyecto modelar un tramo de 1 km.

- **Determinación del caudal del tramo de estudio**

Para la medición del caudal se adoptó la metodología de área-velocidad recomendada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2000), por lo que se dividió el ancho de la sección transversal del río en 13 segmentos de dos metros. En cada vertical se midió la profundidad con una varilla graduada y la velocidad por medio con un micromolinetes hidrométrico tipo hélice, lo que permitió calcular el caudal correspondiente en cada segmento de la sección transversal; la suma de los caudales de estos segmentos dio como resultado el caudal total del río Cesar en la época de verano e invierno. Cabe aclarar que solo se llevó a cabo una sola medición por temporada realizada el mismo día de la toma de muestras de agua.

- **Recolección de muestras**

La toma de muestra se realizó en dos temporadas del año, en invierno y en verano para los tres puntos de muestreo descritos en la Figura 1; el punto aguas arriba y aguas abajo se tomaron sobre el río Cesar, mientras que el muestreo en el punto

de vertimiento se efectuó sobre el canal que lleva las ARD del STAR El Salguero (Figuras 3 y 4). Se tomaron muestras compuestas, es decir, cuatro (4) litros de agua de una muestra puntual cada hora del día empezando desde las 7 a.m. hasta las 5 p.m. con el objetivo de que al termino de 10 horas de muestreo se tuvieran 40 litros de agua recolectada. Todo esto se realizó dos veces por semana (dos días), durante cuatro semanas. Se tuvieron en cuenta las técnicas generales de muestreo y preservación de muestras descritas en la norma técnica colombiana NTC-ISO 5667 por lo que las muestras fueron almacenadas y debidamente refrigeradas hasta su llegada al laboratorio. Los muestreos de la época de invierno se realizaron los días 1, 2, 8, 9, 15, 16, 22 y 23 para época de verano se efectuaron los días 6, 7, 13, 14, 21, 22, 27 y 28 de julio de 2020.



Figura 3. Toma de muestras. (izq. Río Cesar, der. STAR El Salguero)
Fuente: Autores, 2020.



Figura 4. Muestras de agua tomadas
Fuente: Autores, 2020

5.3.2 Etapa 2: Actividades de laboratorio

Dado que las instalaciones de la Universidad Popular del Cesar no están acondicionadas para realizar el análisis de los parámetros de agua que requiere esta investigación; se contrataron los servicios del laboratorio Bioindelamb ubicado en Valledupar, A continuación (tabla 2) se relacionan los métodos por los cuales se analizó cada parámetro.

Tabla 2. Técnicas y parámetros utilizados para el análisis de agua

Parámetro	Método	Equipo utilizado
OD	Yodométrico modificación de azida	Botellas de incubación para DBO, de 250 a 300 Ml de capacidad, con boca angosta de reborde ancho y tapa de vidrio esmerilado terminada en punta. Solución de sulfato manganoso. Ácido sulfúrico, H ₂ SO ₄ , concentrado Reactivo álcali-yoduro-azida Solución de almidón.
DBO	Método de dilución	Botella de vidrio de 300ml, botella para lavado de 500ml, tijera grande, pipeta serológica, llenador de pipeta.
Nitrógeno disuelto	KJELDAHL	Pastilla de ebullición, carburo de silicio, probeta, pipeta, Aparato de digestión Digesdahl.
Fosforo disuelto	PhosVer 3	Reactor de DQO de 115/230, adaptador de DQO, microembudo, pipeta y su soporte,

Fuente: Fuente: Laboratorio DINAMA, 1996

5.3.3 Etapa 3: Tratamiento de datos

- **Construcción del Modelo**

Datos de entrada del modelo.

Para implementar el modelo de calidad del agua QUAL2Kw en el río Cesar se partió de la revisión detallada de las hojas de trabajo del QUAL2Kw para identificar los datos de entrada del modelo.

Hoja de trabajo del modelo	Descripción
QUAL2K	Información general de la corriente
Headwater	Caudal y caracterización de la cabecera del río
Reach	Segmentación de la corriente, georreferenciación, y constantes hidráulicas
Air Temperature, Dew Point Temperature, Wind Speed, Cloud Cover, Shade, Solar	Variables meteorológicas
Point Sources	Información de ubicación, caudal y calidad de las fuentes puntuales
Diffuse Sources	Información de ubicación, caudal y calidad de las fuentes difusas
Rates	Valores de los parámetros cinéticos y las velocidades de asentamiento de los diferentes constituyentes simulados por el modelo.
Hydraulic Data, Temperatura Data, WQ Data	Información de ubicación, caudal y calidad medida en los puntos de monitoreo sobre la corriente

Tabla 3. Hoja de trabajo del modelo Qualk 2.

Identificación de fuentes puntuales o difusas

En la inspección realizada en campo se identificó que en el tramo de estudio solo se encontraba el vertimiento realizado por el sistema de tratamiento de aguas residuales El Salguero de la ciudad de Valledupar, para la cual se realizó una caracterización de las variables hidráulicas, como el caudal (a través del método volumétrico) y de calidad del agua, en función de los parámetros fisicoquímicos mostrados en la tabla 2, con el objetivo de alimentar el modelo implementado con dicha información. Es decir, que para la implementación del modelo sólo se tuvo en cuenta el vertimiento realizado por dicho sistema, y las variables fueron medidas en el punto de salida hacia el río.

Definición de constantes hidráulicas

Las constantes hidráulicas que se ingresaron al modelo de calidad QUAL2Kw se muestran a continuación:

Tabla 4. Definición de constantes hidráulicas

Tramo	Área	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Caudal (m ³ /s)	Coefficiente de Manning	Ancho (m)
-------	------	---------------	-----------------	----------------------------	-------------------------	-----------

Fuente: Autores, 2020.

Definición de constantes cinéticas a calibrar

En la Tabla 5 se presentan las constantes cinéticas que permitieron calibrar el QUAL2Kw, la descripción de cada una de ellas y el rango de valores de calibración encontrados en la bibliografía a través de múltiples ensayos para cada constante. Los valores iniciales de las constantes cinéticas a calibrar se definieron de acuerdo con experiencias en la región o lo puede asignar arbitrariamente siempre y cuando estén entre los rangos establecidos.

Tabla 5. Valores de las constantes cinéticas

Constante cinética	Abreviación	Unidades
Velocidad de sedimentación de la materia orgánica particulada (Detritus (POM))	Vel. Sedimentación POM	1/d
Velocidad de sedimentación de sólidos suspendidos inorgánico	VS - SSI	m/d
Tasa de hidrólisis de la materia orgánica de lenta descomposición	Tasa hidrólisis DBO slow	1/d
Tasa de oxidación de la materia orgánica de lenta descomposición	Tasa oxidación DBO- DBO slow	1/d
Tasa de oxidación de la materia orgánica de rápida degradación	T. Oxidación DBO fast	1/d
Hidrólisis de nitrógeno orgánico	Hidrólisis NO	1/d
Velocidad de sedimentación de nitrógeno orgánico	VS-NO	m/d
Tasa de nitrificación de amonio	Tasa Nitrificación	1/d
Tasa de desnitrificación de nitratos (importante cuando existen condiciones anaeróbicas)	Tasa Desnitrificación	1/d
Coefficiente de transferencia por desnitrificación de sedimentos	CT- Desnitrificación Sed.	m/d
Hidrólisis del Fósforo Orgánico	Hidrólisis PO	m/d
Velocidad de sedimentación del Fósforo Orgánico	VS - PO	1/d
Velocidad de sedimentación del Fósforo Inorgánico	VS - PI	m/d
Hidrólisis de la materia orgánica particulada (Detritus (POM))	Hidrólisis POM	m/d

Fuente : (Chapra, 1997 ; Kannel et.al., 2007 ; Pelletier et.al., 2003).

Cabe recordar también que los valores iniciales de las constantes cinéticas son los que trae como referentes el programa, los valores de coeficientes utilizados para la calibración se encontraron en los rangos establecidos en la literatura (Tabla 6).

Tabla 6. Constantes cinéticas para calibración.

Parámetro de calibración	Abreviación	Unidades	Rango de calibración
Velocidad de sedimentación de sólidos suspendidos inorgánico	VS - SSI	m/d	0 – 2
Tasa de reaireación, descrita por la ecuación de reaireación	Ka	1/d	Auto- selección
Tasa de hidrólisis de la materia orgánica de lenta descomposición	Tasa hidrólisis DBO slow	1/d	0 – 4.2
Tasa de oxidación de la materia orgánica de lenta descomposición	Tasa oxidación DBO- DBO slow	1/d	0 – 4.2
Tasa de oxidación de la materia orgánica de rápida degradación	T. Oxidación DBO fast	1/d	0 – 5
Hidrólisis de nitrógeno orgánico	Hidrólisis NO	1/d	0 – 5
Velocidad de sedimentación de nitrógeno orgánico	VS-NO	m/d	0.001 – 0.1
Tasa de nitrificación de amonio	Tasa Nitrificación	1/d	0 – 10
Tasa de desnitrificación de nitratos (importante cuando existen condiciones anaeróbicas)	Tasa Desnitrificación	1/d	0 – 2
Coefficiente de transferencia por desnitrificación de sedimentos	CT- Desnitrificación Sed.	m/d	0 – 1
Hidrólisis del Fósforo Orgánico	Hidrólisis PO	m/d	0.001 – 0.7
Velocidad de sedimentación del Fósforo Orgánico	VS - PO	1/d	0 – 2
Velocidad de sedimentación del Fósforo Inorgánico	VS - PI	m/d	0 – 2
Hidrólisis de la materia orgánica particulada (Detritus (POM))	Hidrólisis POM	m/d	0 – 5
Velocidad de sedimentación de la materia orgánica particulada (Detritus (POM))	Vel. Sedimentación POM	1/d	0 – 5
Tasa de decaimiento de los patógenos	Tasa Decaimiento Patógenos	1/d	0 – 2
Velocidad de sedimentación de los patógenos	VS - Patógenos	m/d	0 – 2
constante α para mortalidad de los patógenos por luz solar	Constante α Mortalidad - Patógenos	1/d per y/hr	0 – 1

Fuente : (Chapra, 1997 ; Kannel et.al., 2007 ; Pelletier et.al., 2003).

Definición de variables meteorológicas

Se utilizaron los datos meteorológicos de la estación Aeropuerto Alfonso López [0028025502] de la ciudad de Valledupar correspondientes al período de simulación para la alimentación del modelo Qual2k, las variables tenidas en cuenta fueron la precipitación horaria, la temperatura del aire, el brillo solar, la humedad relativa, la nubosidad y la velocidad del viento.

Definición del modelo de reaireación

Se debe definió el modelo de reaireación teniendo en cuenta las características hidráulicas de la corriente, ensayando con todos los modelos descritos en la Tabla 7 se encontró que el modelo que más se ajustó al tramo del río Cesar fue el de O'Connor y Dobbins (1958).

Tabla 7. Modelos de aireación

Ecuación	Ka (d^{-1} a 20 °C)	Unidades
O'Connor y Dobbins (1958)	$Ka = 3.93 \frac{U^{0.5}}{H^{1.5}}$ $0.305 \text{ m} \leq H \leq 9.14 \text{ m}$ $0.15 \text{ m/s} \leq U \leq 0.49 \text{ m/s}$ $0.05 \text{ d}^{-1} \leq Ka \leq 12.2 \text{ d}^{-1}$	$U = \text{m/s}$ $H = \text{m}$
Churchill et al. (1962)	$Ka = 5.026 \frac{U^{0.969}}{H^{1.673}}$ $0.61 \text{ m} \leq H \leq 3.35 \text{ m}$ $0.55 \text{ m/s} \leq U \leq 1.5 \text{ m/s}$ $0.000126 \text{ m/m} \leq S \leq 0.002351 \text{ m/m}$ $0.225 \text{ d}^{-1} \leq Ka \leq 5.56 \text{ d}^{-1}$	$U = \text{m/s}$ $H = \text{m}$ $S = \text{m/m}$
Owens et al. (1964)	$Ka = 5.34 \frac{U^{0.67}}{H^{1.85}}$ $0.122 \text{ m} \leq H \leq 3.35 \text{ m}$ $0.0305 \text{ m/s} \leq U \leq 1.52 \text{ m/s}$ $0.000156 \text{ m/m} \leq S \leq 0.0106 \text{ m/m}$ $0.31 \text{ d}^{-1} \leq Ka \leq 49.17 \text{ d}^{-1}$	$U = \text{m/s}$ $H = \text{m}$ $S = \text{m/m}$
	$Ka = 6.935 \frac{U^{0.73}}{H^{1.75}}$ $0.122 \text{ m} \leq H \leq 0.7315 \text{ m}$ $0.0305 \text{ m/s} \leq U \leq 0.549 \text{ m/s}$	
Tsivoglou y Neal (1976)	$Ka = 0.3609 \frac{\Delta H}{t}$ <p>para $0.028 \text{ m}^3/\text{s} \leq Q \leq 0.28 \text{ m}^3/\text{s}$</p> $Ka = 0.1772 \frac{\Delta H}{t}$ <p>para $0.708 \text{ m}^3/\text{s} \leq Q \leq 85 \text{ m}^3/\text{s}$</p> $Ka = 13566 \frac{US}{H}$	$\Delta H = \text{m}$ $t = \text{d}$ $U = \text{m/s}$ $S = \text{m/m}$
Thackston y Dawson (2001)	$Ka = 0.000025 \left(1 + 9F^{\frac{1}{4}}\right) \frac{U}{H}$	$H = \text{m}$ $U = \text{m/s}$
USGS (pool-riffle)	$Ka = 517(US)^{0.524} * Q^{-0.242}$ <p>para $Q < 0.556 \text{ m}^3/\text{s}$</p> $Ka = 596(US)^{0.528} * Q^{-0.136}$ <p>para $Q > 0.556 \text{ m}^3/\text{s}$</p>	$U = \text{m/s}$ $Q = \text{m}^3/\text{s}$
USGS (Channel-control)	$Ka = 88(US)^{0.313} * D^{-0.353}$ <p>para $Q < 0.556 \text{ m}^3/\text{s}$</p> $Ka = 142(US)^{0.333} * D^{-0.66} * W^{-0.243}$ <p>para $Q > 0.556 \text{ m}^3/\text{s}$</p>	$U = \text{m/s}$ $Q = \text{m}^3/\text{s}$ $D = \text{m}$ $W = \text{m}$

Fuente: (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, 2007)

Margen de error

Teniendo en cuenta que el QUAL2Kw realiza la calibración automática de las constantes cinéticas mediante algoritmos genéticos para obtener un margen de error mínimo entre los datos medidos en campo y los datos simulados por el modelo, se seleccionó la función objetivo-recomendada por Kannel et. Al y Pelletier et al. Que se presenta a continuación.

$$f(x) = \left[\sum_{i=1}^q w_i \right] \left[\sum_{i=1}^q \frac{1}{w_i} \left[\frac{\frac{\sum_{j=1}^m O_{i,j}}{m}}{\left[\frac{\sum_{j=1}^m (P_{i,j} - O_{i,j})^2}{m} \right]^{1/2}} \right] \right]$$

Ecuación 1. Ecuación del margen de error.

Donde: $O_{i,j}$ es el valor observado, $P_{i,j}$ es el valor predicho por el modelo, m es el número de pares de valores observados y predichos, w_i es el factor de peso y q es el número de variables de estado. El peso asignado a cada variable se definió de acuerdo con la importancia del parámetro en la modelación y a la confiabilidad del dato.

Calibración del modelo

La calibración del modelo se realizó modificando las tasas y coeficientes que determinan el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos en la columna de agua, para ello se realizó el debido cambio y se confirmaba el comportamiento de la variable según los datos reales analizados para cada período de muestreo. La metodología para la calibración consistió en hacer uso del algoritmo genético denominado PIKAIA, el cual es una herramienta de optimización matemática que viene involucrada en el modelo Qual2kw exactamente en la hoja de cálculo *rates*. Este algoritmo genérico requiere de una serie de parámetros que son definidos por el usuario. Estos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 8. Algoritmo genético para calibración

Parámetro	Valor	Unidades
Random number seed	123456	seed
Model runs in a population (<=512)	10	np
Generations in the evolution	50	ngen
Digits to encode genotype (<=6)	5	nd
Crossover mode (1, 2, 3, 4, 5, 6, or 7)	3	icross
Crossover probability (0-1):	0.85	pcross
Mutation mode (1, 2, 3, 4, 5, or 6)	2	imut
Initial mutation rate (0-1):	0.005	pmut
Minimum mutation rate (0-1):	0.0005	pmutmn
Maximum mutation rate (0-1):	0.25	pmutmx
Relative fitness differential (0-1):	1	fdif
Reproduction plan (1, 2, or 3):	1	irep
Elitism (0 or 1):	1	ielite
Restart from previous evolution (0 or 1):	0	irestart

Fuente: (Chapra & Pelletier, 2003).

Para evaluar los resultados de la calibración se determinaron los porcentajes de error entre los datos simulados por el modelo y los datos de campo en las estaciones de monitoreo.

- **Medidas de manejo**

Se formularon medidas con las cuales se buscan contrarrestar la contaminación que presenta el río Cesar, y poder mejorar la calidad de su agua.

Estas medidas también serán formuladas conforme a los parámetros de las fuentes puntuales o difusas que no cumplan con los lineamientos legales.

Tabla 9. Medidas de manejo

Medida de manejo
Fecha:
Tipo de medida
Descripción de la medida
Objetivos y metas
Recursos
Responsables

Fuente: Autores, 2018

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1. Caracterizar los parámetros DBO, OD, Nitrógeno y fosforo disuelto en el rio Cesar para el tramo seleccionado.

- **Punto de muestreo**

Teniendo en cuenta la metodología, a continuación, se presentan los puntos con las coordenadas en las cuales se realizó el muestreo, para tal fin fue necesario utilizar la aplicación Avenza Maps debido a que no se contaba con un GPS. De acuerdo con la figura 3, el punto aguas arriba se encuentra ubicado sobre los 10.231347 N, y 73.1352678 W; El punto en el canal que conduce las aguas residuales del STAR El Salguero se localiza sobre las coordenadas 10.38484 N y 73.23389 W, y el punto aguas abajo del vertimiento se ubica sobre 10.2256,653 N y 73.1348892 W.



Figura 5. Coordenadas de los puntos para toma de muestras. Fuente: Autores, 2020.

- **Resultados de las muestras de agua del río y el punto de vertimiento del STAR salguero.**

Como se mencionó en la metodología el análisis del agua estuvo a cargo del laboratorio Bioindelamb ubicado en Valledupar, los certificados aportados por el mismo se encuentran en los anexos de este documento.

- **Resultados de la época de invierno**

Primera semana de muestreo

Tabla 10. Resultados de la semana 1 de la época de invierno.

Primero (1) de junio del 2020				
Parámetros	Aguas arriba	Vertimiento STAR El Salguero	Aguas abajo	Resolución 0631 del 2015
DBO	3,2	98	90	90
OD	4,2	4,35	6,68	-
Nitrato	< 0,200	< 0.500	< 0,200	0,001
Nitritos	0,162	0,16	0,135	0,001

Nitrógeno Amoniacal	< 0.500	0,51	0,53	0,001
Fosforo total	0,66	0,69	0,695	0,001
Segundo (2) de junio del 2020				
DBO	3,7	90	95	90
OD	3,5	5	6	-
Nitrato	< 0,200	< 0.500	< 0,200	0,001
Nitritos	0,169	0,18	0,125	0,001
Nitrógeno Amoniacal	< 0.500	0,55	0,6	0,001
Fosforo total	0,70	0,80	0,66	0,001

Fuente: Autores a partir de información aportada por Bioindelamb, 2020.

De acuerdo con la tabla 10, al momento de comparar las concentraciones de los parámetros en el punto de vertimiento con el referente establecido en la Resolución 0631 del 2015, se encontró que los valores de DBO, nitritos, nitrógeno amoniacal y fósforo total incumplen con la norma.

Segunda semana de muestreo

Tabla 11. Resultados de la segunda semana época de invierno

Parámetros	Ocho (8) de junio del 2020			Resolución 0631 del 2015
	Aguas arriba	Vertimiento STAR El Salguero	Aguas abajo	
DBO	3,5	105	88	90
OD	3,65	4,2	6,8	-
Nitrato	< 0,200	< 0.500	< 0,200	0,001
Nitritos	0,16	0,14	0,15	0,001
Nitrógeno Amoniacal	< 0.500	0,56	0,51	0,001
Fosforo total	0,67	0,68	0,725	0,001
Nueve (9) de junio del 2020				
DBO	4	110	95	90
OD	4.40	5	5,5	-
Nitrato	< 0,200	< 0.500	< 0,200	0,001
Nitritos	0,18	0,15	0,12	0,001
Nitrógeno Amoniacal	< 0.500	0,60	0,54	0,001
Fosforo total	0,60	0,72	0,75	0,001

Fuente: Autores a partir de información aportada por Bioindelamb, 2020.

De acuerdo con la tabla 11, al igual que para el muestreo anterior, se puede evidenciar que todos los parámetros sobrepasan en límite máximo permisible para vertimientos que establece la Resolución 0631 del 2015.

Tercera semana de muestreo

Tabla 12. Resultados de la tercera semana de muestreo en época de invierno

15 de junio del 2020				
Parámetros	Aguas arriba	Vertimiento STAR El Salguero	Aguas abajo	Resolución 0631 del 2015
DBO	3,4	102	92,1	90
OD	6	4,6	6	
Nitrato	< 0,200	< 0.500	< 0,200	0,001
Nitritos	0,162	0,182	0,2	0,001
Nitrógeno Amoniacal	< 0.500	0,52	0,525	0,001
Fosforo total	0,65	0,66	0,69	0,001
16 de junio del 2020				
DBO	3,5	104	90	90
OD	3,2	4,5	4	
Nitrato	< 0,200	< 0.500	< 0,200	0,001
Nitritos	0,155	0,16	0,17	0,001
Nitrógeno Amoniacal	< 0.500	0,54	0,52	0,001
Fosforo total	0,62	0,75	0,7	0,001

Fuente: Autores a partir de información aportada por Bioindelamb, 2020.

Cuarta semana de muestreo

Tabla 13. Resultados de la cuarta semana de muestre época de invierno

22 de junio del 2020				
Parámetros	Aguas arriba	Vertimiento STAR El Salguero	Aguas abajo	Resolución 0631 del 2015
DBO	3,9	101	91	90
OD	6,2	4,65	7,2	-
Nitrato	< 0,200	< 0.500	< 0,200	0,001
Nitritos	0,17	0,17	0,156	0,001
Nitrógeno Amoniacal	< 0.500	0,55	0,5	0,001
Fosforo total	0,7	0,71	0,665	0,001
23 de junio del 2020				
DBO	3,7	99	95	90
OD	5	4,1	6	-

Nitrato	< 0,200	< 0.500	< 0,200	0,001
Nitritos	0,161	0,161	0,14	0,001
Nitrógeno Amoniacal	< 0.500	0,54	0,51	0,001
Fosforo total	0,70	0,72	0,73	0,001

Fuente: Autores a partir de información aportada por Bioindelamb, 2020.

Al igual que para la primera y segunda semana de muestreo, los valores de los parámetros fisicoquímicos mostrados en las tablas 12 y 13 evidencian excedencia en cuanto al referente establecido por la normatividad colombiana, de manera general no es posible afirmar que el valor de nitratos lo exceda ya que los resultados lo muestran como un rango y no el valor real de la concentración de este parámetro.

Los resultados en época de verano se muestran a continuación:

- **Resultados de la época de verano**

Primera semana de muestreo

Tabla 14. Resultado de la primera semana de muestreo época de verano

6 de julio del 2020				
Parámetros	Aguas arriba	Vertimiento STAR El Salguero	Aguas abajo	Resolución 0631 del 2015
DBO	4	61	58,7	90
OD	7,2	2,65	5,6	-
Nitrato	< 0,200	< 0,200	< 0,200	0,001
Nitritos	0,04	0,025	0,037	0,001
Nitrógeno Amoniacal	20,2	22,8	22,4	0,001
Fosforo total	1,78	5,3	8,79	0,001
7 de julio del 2020				
DBO	4,1	62	53	90
OD	7	3	5	-
Nitrato	< 0,200	< 0,200	< 0,200	0,001
Nitritos	0,038	0,023	0,035	0,001
Nitrógeno Amoniacal	20,3	21	22	0,001
Fosforo total	1,80	4,7	8,6	0,001

Fuente: Autores a partir de información aportada por Bioindelamb, 2020.

Segunda semana de muestreo

Tabla 15. Resultado de la segunda semana de muestreo época de verano

13 de julio del 2020				
Parámetros	Aguas arriba	Vertimiento STAR El Salguero	Aguas abajo	Resolución 0631 del 2015
DBO	4,5	61,1	60,1	90
OD	6,5	2,2	5,6	-
Nitrato	< 0,200	< 0,200	< 0,200	0,001
Nitritos	0,031	0,035	0,048	0,001
Nitrógeno Amoniacal	20,1	22,4	22,4	0,001
Fosforo total	1,73	4,1	8,81	0,001
14 de julio del 2020				
DBO	4,1	62	64	90
OD	6,8	2,78	6,2	-
Nitrato	< 0,200	< 0,200	< 0,200	0,001
Nitritos	0,037	0,035	0,040	0,001
Nitrógeno Amoniacal	19,5	20,2	21	0,001
Fosforo total	1,90	5,1	8,75	0,001

Fuente: Autores a partir de información aportada por Bioindelamb, 2020

Tercera semana de muestreo

Tabla 16. Resultado de la tercera semana de muestreo época de verano

21 de julio del 2020				
Parámetros	Aguas arriba	Vertimiento STAR El Salguero	Aguas abajo	Resolución 0631 del 2015
DBO	4,3	63,1	54,3	90
OD	7,5	2,7	5,6	
Nitrato	< 0,200	< 0,200	< 0,200	0,001
Nitritos	0,042	0,043	0,022	0,001
Nitrógeno Amoniacal	21,3	20,8	22,4	0,001
Fosforo total	1,73	4,6	8,74	0,001
22 de julio del 2020				
DBO	4,1	64	52,1	90
OD	7,35	2,1	5,1	
Nitrato	< 0,200	< 0,200	< 0,200	0,001
Nitritos	0,039	0,041	0,021	0,001
Nitrógeno Amoniacal	21,2	20,9	23	0,001
Fosforo total	1,65	4,4	8,72	0,001

Fuente: Autores a partir de información aportada por Bioindelamb, 2020

Cuarta semana de muestreo

Tabla 17. Resultado cuarta semana de muestreo época de verano

Parámetros	26 de julio del 2020			
	Aguas arriba	Vertimiento STAR El Salguero	Aguas abajo	Resolución 0631 del 2015
DBO	4	59	63,7	90
OD	6,8	2	5,6	
Nitrato	< 0,200	< 0,200	< 0,200	0,001
Nitritos	0,031	0,041	0,039	0,001
Nitrógeno Amoniacal	19,2	23	22,4	0,001
Fosforo total	1,64	4,8	8,75	0,001
27 de julio del 2020				
DBO	3,9	58	63	90
OD	6,7	2,1	5,7	
Nitrato	< 0,200	< 0,200	< 0,200	0,001
Nitritos	0,029	0,040	0,041	0,001
Nitrógeno Amoniacal	20	21	23,5	0,001
Fosforo total	1,8	4,2	8,73	0,001

Fuente: Autores a partir de información aportada por Bioindelamb, 2020

A diferencia de lo obtenido en época de invierno, los valores de DBO del vertimiento en época de verano mostrados en las anteriores tablas no exceden el límite máximo permisible establecido por la Resolución 0631 de 2015. Sin embargo, esto no ocurre con el resto de parámetros, ya que sus valores se encuentran muy por encima del referente establecido por dicha normativa.

6.2. Implementación, calibración y confirmación del programa QUAL2K para el tramo de estudio seleccionado

Los resultados que a continuación se presentan fueron tomados de las hojas de cálculo que se pueden observar en el anexo 2 y 3 de este documento.

Definición de constantes hidráulicas

Tabla 18. Resultados de la medición del caudal.

Época	Caudal (m ³ /s)
Invierno	90.6
Verano	67.8

Fuente: Autores, 2020

Tabla 19. Definición de constantes hidráulicas

Tramo	Área (m ²)	Pendiente m/m	Velocidad (m/s)	Coefficiente de Manning	Ancho (m)
1	3567,30	0,0050	0,7170	0,035	32,43
2	3058,88	0,0050	0,7133	0,035	27,808
3	3228,50	0,0050	0,7412	0,035	29,35
4	3008,28	0,0050	0,7634	0,035	27,348
5	2800,60	0,0050	0,7358	0,035	25,46
6	3196,60	0,0050	0,7184	0,035	29,06
7	2944,70	0,0050	0,7197	0,035	26,77
8	2469,50	0,0050	1,1734	0,035	22,45
9	2528,90	0,0050	1,2643	0,035	22,99

Fuente: Autores, 2020

Definición de las constantes cinéticas en invierno

Tabla 20. Definición de las constantes cinéticas en invierno

INVIERNO		
Fast CBOD:		
Oxidation rate	1,5	/d
Temp correction	1,047	
Organic N:		
Hydrolysis	0,8365	/d
Temp correction	1,07	
Settling velocity	0,24964	m/d
Ammonium:		
Nitrification	3,8	/d
Temp correction	1,07	
Nitrate:		
Denitrification	0,7	/d
Temp correction	1,07	
Sed denitrification transfer coeff	0,882	m/d
Temp correction	1,07	
Organic P:		
Hydrolysis	2,32	/d
Temp correction	1,07	
Settling velocity	1,668	m/d
Inorganic P:		
Settling velocity	1,236	m/d
Sed P oxygen attenuation half sat constant	1,844	mgO ₂ /L

Fuente: Autores, 2020.

Definición de las constantes cinéticas en verano

Tabla 21. Definición de las constantes cinéticas en verano

VERANO		
Fast CBOD:		
Oxidation rate	1,2	/d
Temp correction	1,047	
Organic N:		
Hydrolysis	0,8365	/d
Temp correction	1,07	
Settling velocity	0,24964	m/d
Ammonium:		
Nitrification	4,02	/d
Temp correction	1,07	
Nitrate:		
Denitrification	0,584	/d
Temp correction	1,07	
Sed denitrification transfer coeff	0,882	m/d
Temp correction	1,07	
Organic P:		
Hydrolysis	0,1	/d
Temp correction	1,07	
Settling velocity	1,668	m/d
Inorganic P:		
Settling velocity	0,56	m/d
Sed P oxygen attenuation half sat constant	1,844	mgO ₂ /L

Fuente: Autores, 2020.

NOTA: La presentación de las tablas anteriores no es la que sugiere la guía metodología para presentación de anteproyectos y proyectos del programa de ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar, sin embargo, se dejaron de esta manera para un mejor entendimiento de las variables descritas en las mismas.

Definición de variables meteorológicas

La siguiente información fue solicitada al IDEAM mediante su página web. Observar tabla 22.

Tabla 22. Información meteorológica

Variables	Campaña 1 invierno	Campaña 2 verano
Precipitación (mm)	1264	1204
Temperatura del aire (°C)	26	34,84
Humedad relativa (%)	66	78
Velocidad del viento (m/s)	4,5	3,23
Brillo solar W/m ²	167	644

Autores, 2020.

6.3. Resultados de la simulación para los parámetros DBO, OD, Nitrógeno y fosforo de acuerdo con el programa QUAL2K para el tramo de estudio seleccionado.

Oxígeno Disuelto (OD)

Este parámetro es de suma importancia para evaluar la calidad de cualquier cuerpo de agua, es un indicador de la vida que se desarrolla en el ecosistema, debido a que, cuando las concentraciones son bajas no se desarrollan las especies acuáticas, es por esto que contenidos en oxígeno por debajo de 1 mg/L indican una muy fuerte contaminación, valores comprendidos entre 1 y 9 mg/L indican fuerte y moderada contaminación, y superiores a 9 mg/L señalan aguas no contaminadas (Chalarca-Rodríguez et al., 2007).

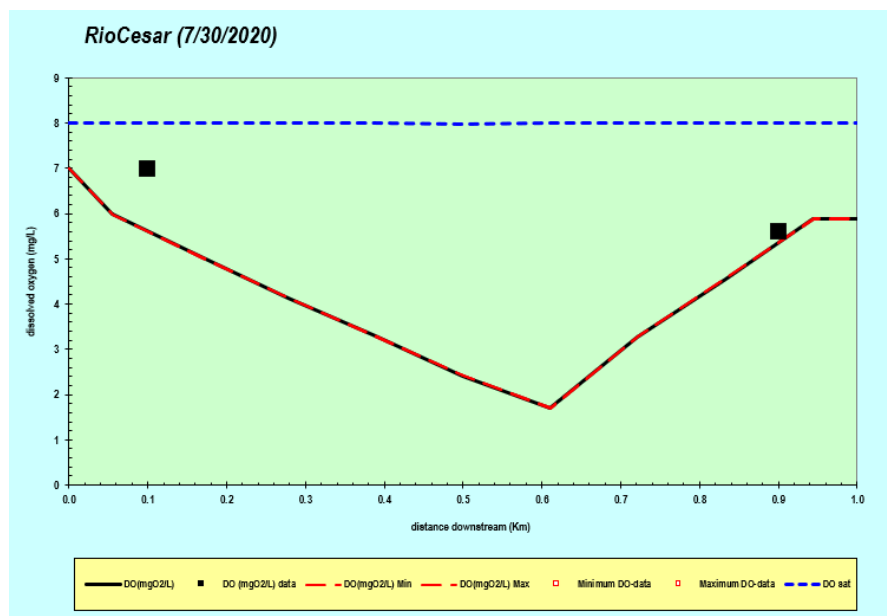


Figura 6. Oxígeno Disuelto simulado - Época de Verano.
Fuente: Autores, 2020

Para el río Cesar, en época de verano (ver figura 6), el valor modelado de oxígeno disuelto disminuye mucho más, alcanzando valores en el orden de hasta 1 mg/L, lo que indica la influencia en la zona de los vertimientos de aguas residuales domésticas que se realizan por la STAR El Salguero, conjugado con las condiciones hidrológicas e hidráulicas del río para esta época debido a que, al haber caudales más bajos, se disminuye la capacidad de reaireación del sistema y con ello la capacidad de asimilación, haciéndolo más vulnerable a eventos de contaminación.

Por su parte, para la época de invierno, las concentraciones se mantuvieron en el orden, de 4 a 7 mg/L de oxígeno disuelto, sin embargo, se puede notar el abrupto cambio que le ocurre a este parámetro a la altura del vertimiento del STAR El Salguero; esto es explicado por la gran carga de materia orgánica que es depositada en este punto y el oxígeno que se requiere para su descomposición. (Observar figura 7).

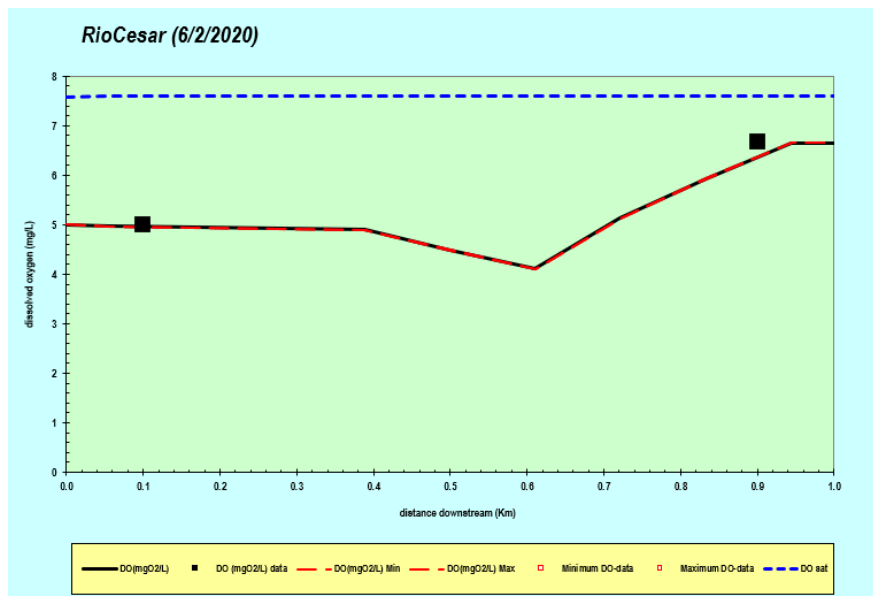


Figura 7. Oxígeno Disuelto simulado - Época de Invierno.
Fuente: Autores, 2020

En las gráficas de oxígeno se puede observar que, aguas arriba del vertimiento se tenía una concentración superior a los 5 mg/L de oxígeno la cual se disminuye hasta los 4 mg/L (en época de invierno) y 1 mg/L (en época de verano) en el punto de vertimiento El Salguero, lo que se traduce en un estado crítico para el ecosistema

en el que el contenido de oxígeno es tan bajo que seguramente afecta el normal desarrollo de las especies de peces que se encuentran en la zona. Sin embargo, se puede apreciar, aguas abajo del vertimiento, como gracias a la capacidad de dilución y el poder de asimilación del cuerpo de agua, la concentración de oxígeno logra aumentar hasta los 5 y 6 mg/L, aunque resulta positivo para este cuerpo de agua, no es suficiente ya que no se recuperan los niveles contenidos inicialmente antes del vertimiento, lo que pone en riesgo no solo al ecosistema sino también la capacidad de brindar servicios de provisión a las comunidades que se encuentran aguas abajo.

Se puede apreciar también que las concentraciones de oxígeno fueron un poco mayores en la época de verano, incluso cuando en esta época los caudales y por lo tanto los procesos de reaireación son menores; esto se da debido a que los vertimientos dados tanto por fuentes puntuales como difusas son menores y hacen que los niveles de oxígeno se mantengan más altos. Cosa que no ocurre en la época de lluvias, donde los vertimientos puntuales aumentan sus cargas y se aumentan significativamente las descargas difusas, lo que hace que lleguen más contaminantes al agua, especialmente materia orgánica, haciendo que los niveles de oxígeno disminuyan.

Demanda Bioquímica de Oxígeno:

Este parámetro indica la cantidad de oxígeno que demandan procesos como la oxidación microbiana o mineralización de la materia orgánica que ocurren en los cuerpos naturales de agua (Vera, 2007). La DBO es el parámetro que más dificultades presenta para ser simulado, posiblemente por tratarse de un bioensayo donde son muchos los factores que afectan la medición, como por ejemplo la relación de la materia orgánica soluble a la suspendida, los sólidos sedimentables y los flotables, la presencia de hierro en su forma oxidada o reducida, la presencia de compuestos azufrados entre otros (Corporación Autónoma Regional del Cauca CAR, 2012).

En este caso, como los valores de DBO dependen directamente de la oxidación de la materia orgánica (pérdida de DBO) y de la descarga de materia orgánica vertidos

al río Cesar, constituyen la fuente más notoria de contaminación en el tramo de estudio, como se aprecia en las siguientes gráficas, en el punto de vertimiento del STAR El Salguero, es donde se presenta el pico de concentración de DBO, alcanzando, en época seca, valores de hasta 60 mg/L y en época de lluvias superando los 100 mg/L, como se aprecia en las figuras 8 y 9:

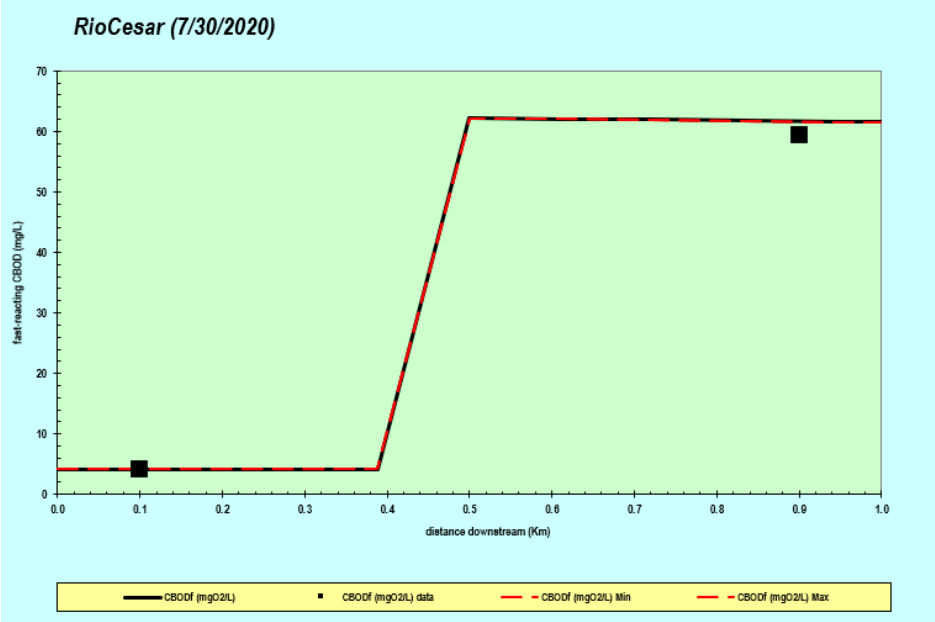


Figura 8. DBO simulada - Época de Verano.
Fuente: Autores, 2020

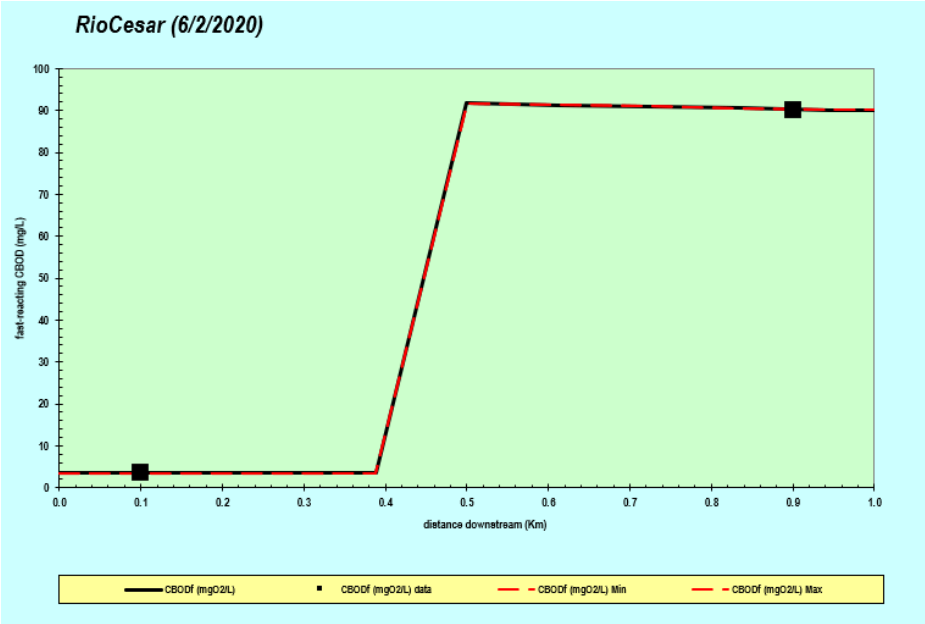


Figura 9. DBO simulada - Época de Invierno.
Fuente: Autores, 2020.

Este pico en el punto de vertimiento se genera gracias a la gran cantidad de materia orgánica disuelta y particulada que contienen las aguas residuales. Esta situación permite clasificar el río como una fuente de muy deficiente calidad para el abastecimiento según los rangos planteados por el RAS 2000.

Nitrógeno Orgánico:

Las principales fuentes del nitrógeno orgánico son la materia orgánica que son vertidos a los cuerpos de agua, este, corresponde al nitrógeno contenido en la materia orgánica y que es la base para la formación de compuestos como el nitrógeno amoniacal, nitratos y nitritos, que en altas concentraciones pueden contaminar los cuerpos de agua y generar afectaciones a los ecosistemas y a la salud humana cuando son consumidos (Boutell & Toribio, 2006). Es decir, aunque no tiene un efecto químico característico, como materia orgánica está sujeta al consumo por parte de microorganismos, los cuales eventualmente procesarán y transformarán el nitrógeno presente en amoniaco. En el río Cesar, para ambas épocas se puede evidenciar la tendencia a la disminución que posee este compuesto en el agua, y, a diferencia de los anteriores, este continúa disminuyendo incluso después del punto aguas abajo del vertimiento, como se aprecia en las figuras 10 y 11.

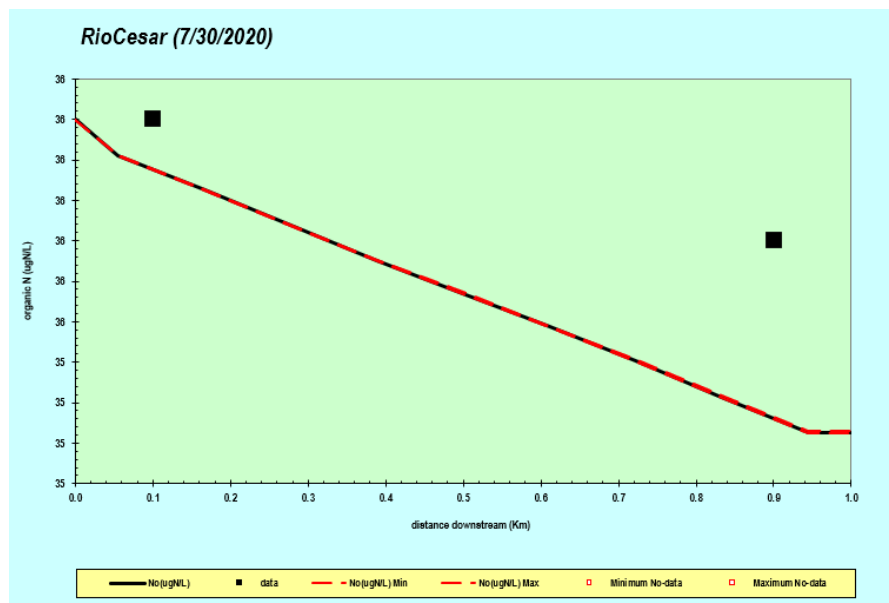


Figura 10. Nitrógeno Orgánico - Época de verano.
Fuente: Autores, 2020

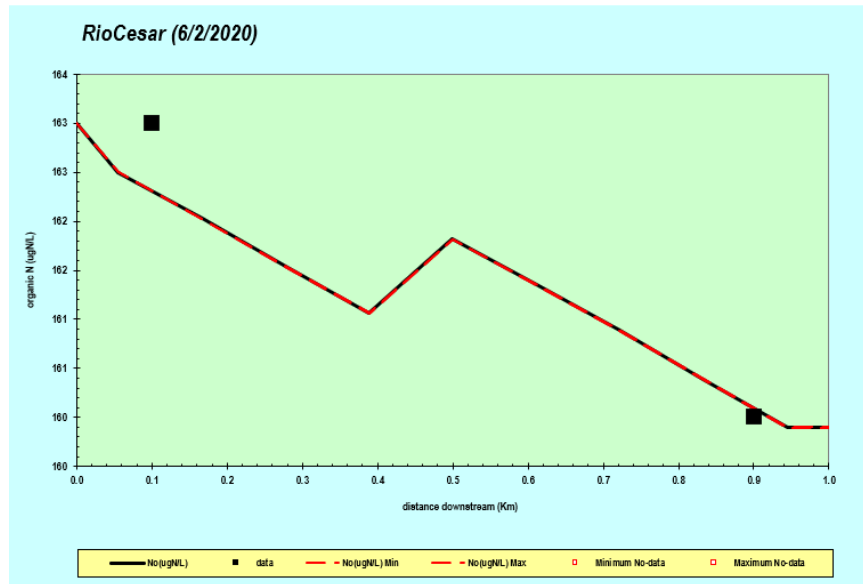


Figura 11. Nitrógeno Orgánico - Época de Invierno.
Fuente: Autores, 2020

Nitrógeno Amoniacal

El nitrógeno amoniacal, producto de la mineralización del nitrógeno orgánico, sin embargo, las aguas superficiales no deben contener normalmente amoníaco, en general, la presencia de amoníaco libre o ion amonio es considerado como una prueba química de contaminación reciente y peligrosa, si el medio es aerobio, el nitrógeno amoniacal se transforma en nitritos (Navas et al., 2003). Como se aprecia en las siguientes figuras, para ambas épocas, el nitrógeno amoniacal presenta su pico en el punto de vertimiento, obteniendo concentraciones más elevadas en época seca.

Los principales efectos de este contaminante sobre el agua son, entre muchos otros, sabor desagradable, dificultad en la cloración en los sistemas de tratamiento, alteración del cobre de las conducciones por formación de complejos solubles y coloración extraña del agua por formación de complejos (Alfaro et al., 2017), por lo que, concentraciones de nitrógeno amoniacal como las encontradas en el río Cesar por efecto del vertimiento en el STAR El Salguero, en ambas épocas del año, traerán diversas consecuencias sobre los usos que se le pretenda dar al recurso en el resto de municipios que se abastezcan de esta fuente y que se encuentren aguas

abajo de dicho vertimiento. En las siguientes figuras se puede apreciar el aumento de este parámetro en el tramo de estudio debido a dicho vertimiento:

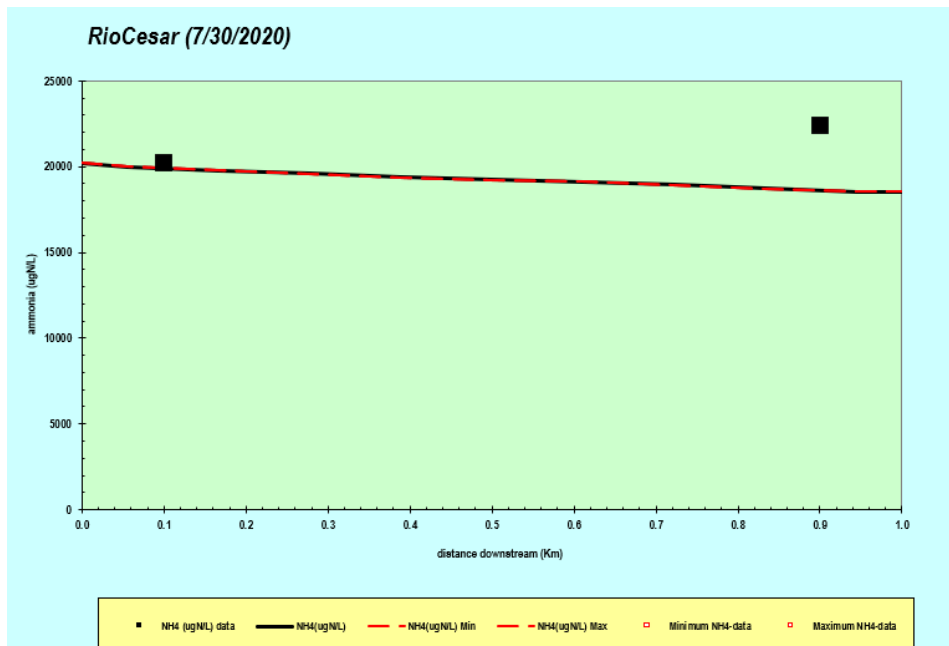


Figura 12. Nitrógeno Amoniaco simulado - Época de verano.
Fuente: Autores, 2020

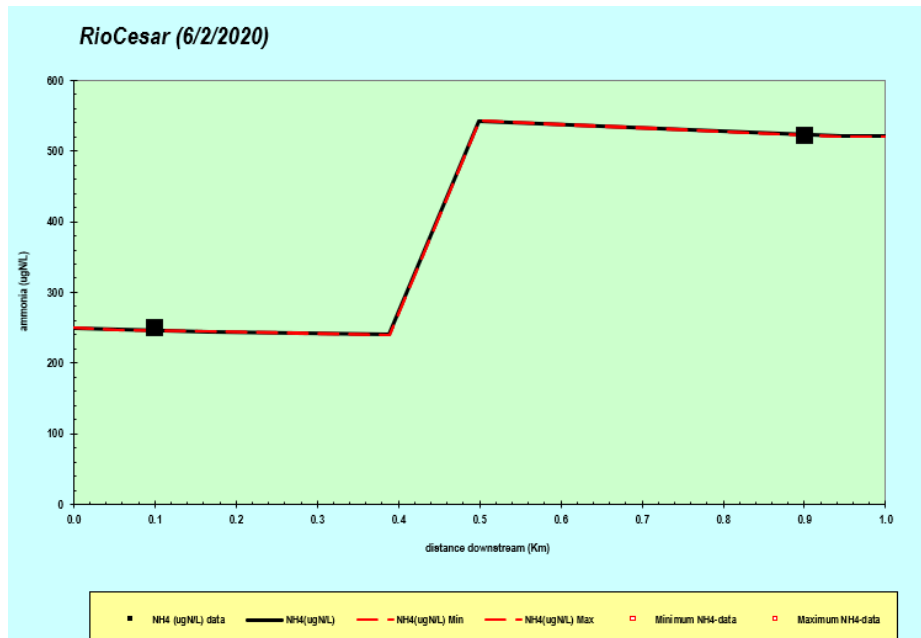


Figura 13. Nitrógeno Amoniaco simulado - Época de Invierno.
Fuente: Autores, 2020.

Estos elevados valores de nitrógeno amoniacal repercuten sobre los procesos de nitrificación que se dan sobre el cuerpo de agua, productos de la mineralización del nitrógeno orgánico, el amoniaco se nitrifica para formar los nitritos y luego nitratos, una mayor concentración de amonio en el agua hará que se produzcan mucho más estos compuestos, cuya simulación se muestra a continuación:

Nitratos y Nitritos

Los nitratos y nitritos son iones que existen de manera natural y que forman parte del ciclo del nitrógeno, por esto, los niveles naturales de nitratos en aguas superficiales y subterráneas son generalmente de unos pocos miligramos por litro, sin embargo, estos al provenir de la nitrificación del amoniaco pueden elevar su concentración y generar efectos adversos al ecosistema y a la salud humana si es ingerido, por ejemplo, el nitrato es muy nocivo en los humanos y relativamente inofensivo para los peces y otros organismos acuáticos cultivados, debido principalmente a su limitada absorción a través de las branquias (RAPAL Uruguay, 2010).

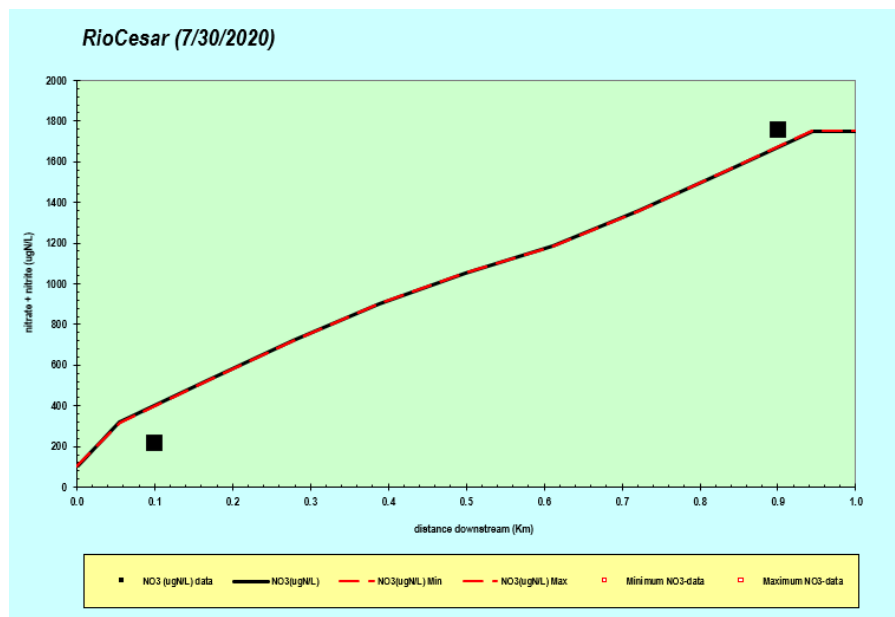


Figura 14. Nitratos y nitritos simulados - Época de Verano.
Fuente: Autores, 2020.

La concentración de nitratos y nitritos aguas abajo se ve aumentada por el vertimiento que se presenta en la STAR El Salguero, como se muestra en las siguientes gráficas, y aunque en época de invierno las concentraciones alcanzan valores muy bajos en comparación con la época de verano, se ha comprobado que estas concentraciones en el agua potable en bebés menores de cuatro meses, pueden llegar a contraer la enfermedad denominada metahemoglobinemia, manifestando los síntomas típicos de cianosis, taquicardia, convulsiones, asfixia, y otros (Cárdenas & Sánchez, 2013).

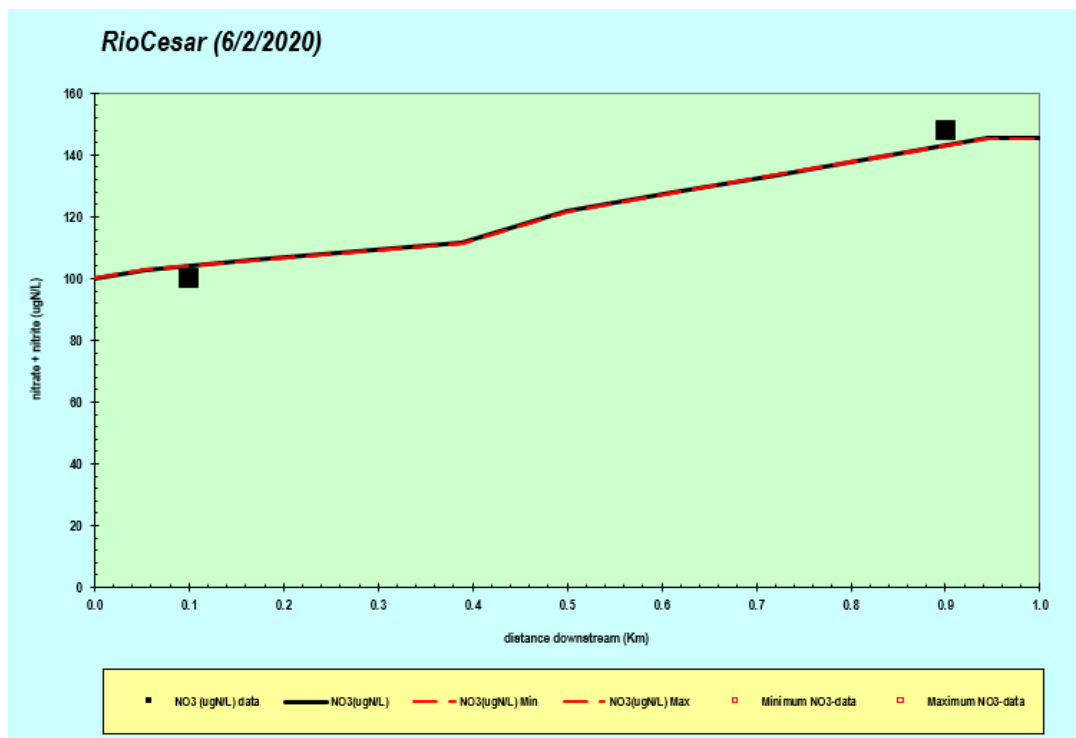


Figura 15. Nitratos y Nitritos simulados - Época de Invierno.
Fuente: Autores, 2020.

Fósforo Orgánico

El fósforo constituye en muchos sistemas acuáticos el nutriente limitante de la producción primaria, siendo determinante del estado trófico de los mismos. El aumento de este elemento en el medio acuático está relacionado con diversas actividades humanas, principalmente con el uso de fertilizantes y detergentes provenientes de vertidos domésticos, agrícolas e industriales. La mineralización de este compuesto, que lo hace convertirse en su forma inorgánica o fosfatos,

requiere de elevadas concentraciones de oxígeno disuelto, por lo que en grandes cantidades se considera como contaminante del agua (Maroneze et al., 2014).

Para el río Cesar, se puede observar que posee comportamientos distintos en época seca y de lluvias (ver figuras 16 y 17); por ejemplo, en época de verano se puede apreciar que el vertimiento posee un efecto significativo sobre el comportamiento de estos compuestos en el agua, haciendo que aumenten considerablemente a lo largo del tramo de estudio.

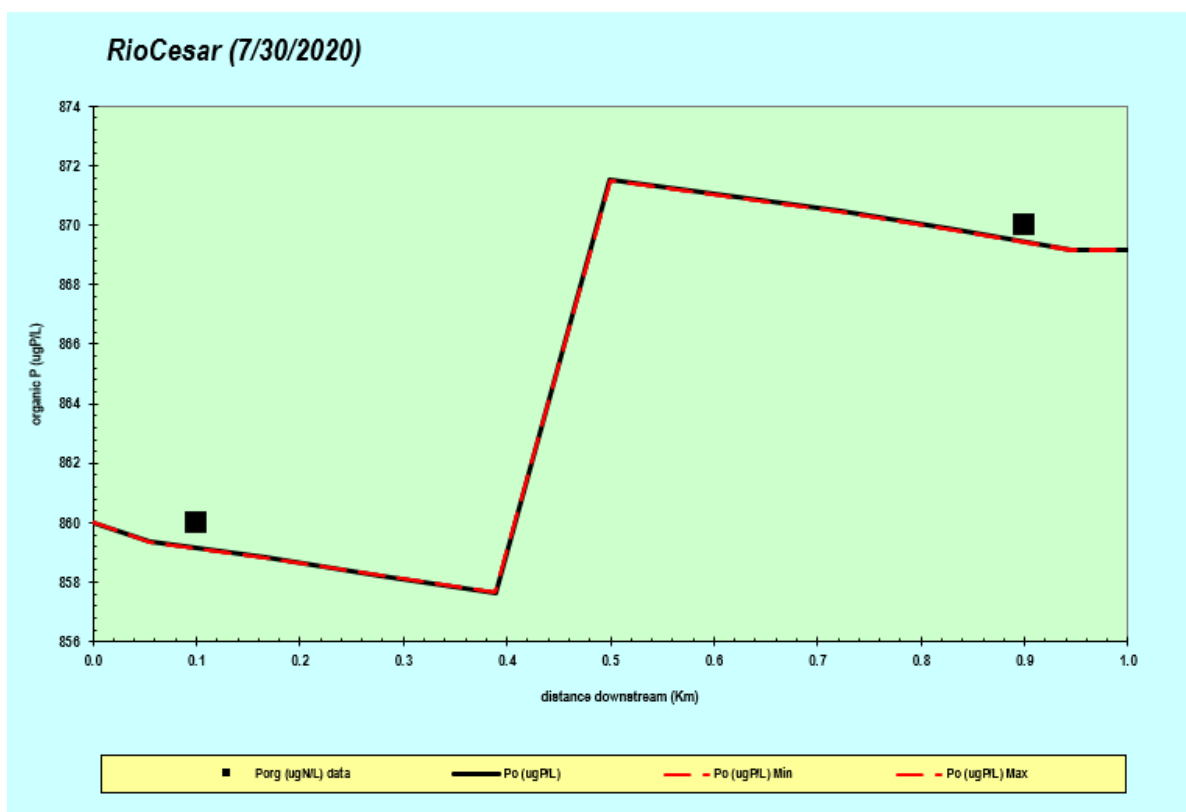


Figura 16. Fósforo Orgánico - Época de Verano.
Fuente: Autores, 2020

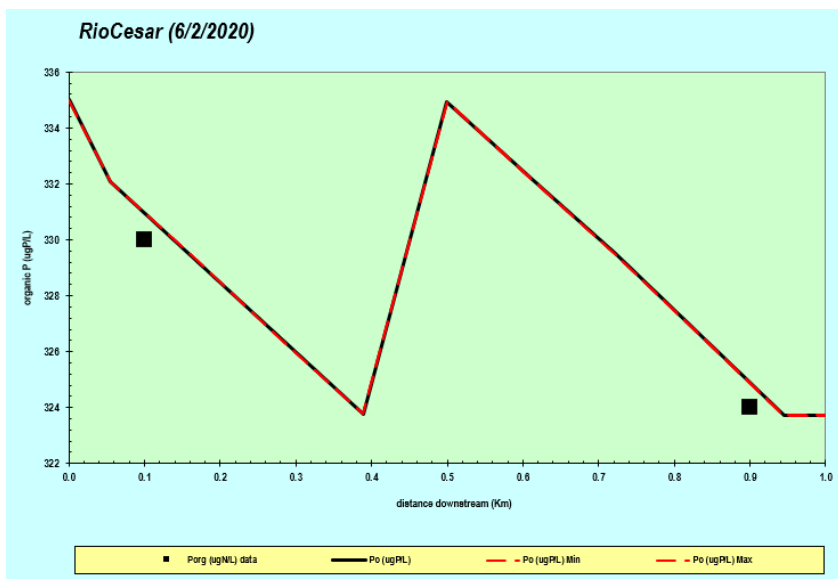


Figura 17. Fósforo Orgánico - Época de Invierno.
Fuente: Autores, 2020

Por su parte en época de invierno se evidencia que gracias a que las cargas de aguas residuales domésticas son mucho mayores, se da un aumento en la concentración de estos parámetros, en el punto de vertimiento, y luego, aguas abajo, disminuye significativamente, cosa que no ocurre en época de verano. Este fenómeno puede presentarse debido a la rápida descomposición o mineralización que se da del fósforo orgánico aguas abajo hasta convertirse en fosfatos, como se aprecia a continuación:

Fosfatos

Resultantes de la mineralización del fósforo orgánico, estos compuestos representan un indicador fundamental en el estado trófico de cuerpos de agua superficiales, ya que, dependiendo de la concentración de fosfato existente en el agua, puede producirse la eutrofización, tan solo 1 g de fosfato-fósforo provoca el crecimiento de hasta 100 g de algas, cuando estas algas mueren, los procesos de descomposición dan como resultado grandes demandas de oxígeno disuelto (Pütz, 2008).

Entre el origen de estos compuestos, se destacan algunos tratamientos de aguas, o como caso más habitual es en forma de aditivo a detergentes para el lavado de la ropa o limpieza en general, por lo que su concentración en el río Cesar gracias al

vertimiento del STAR El Salguero es relativamente alta, y continúa aumentando incluso aguas abajo del vertimiento; esto indica la fuerte influencia que se presenta sobre la calidad del agua del río Cesar en este tramo, además de las concurrencias que se pueden presentar sobre la salud de los pobladores aguas abajo del vertimiento. En las siguientes gráficas se aprecia que en época de verano la concentración aguas abajo tiende a permanecer constante, pero en época de invierno aumenta considerablemente, esto puede ser explicado gracias a la abrupta disminución que se da el fósforo orgánico en esta misma zona, es decir, que se dan intensos procesos de mineralización, perdiéndose fósforo orgánico y ganándose fosfatos.

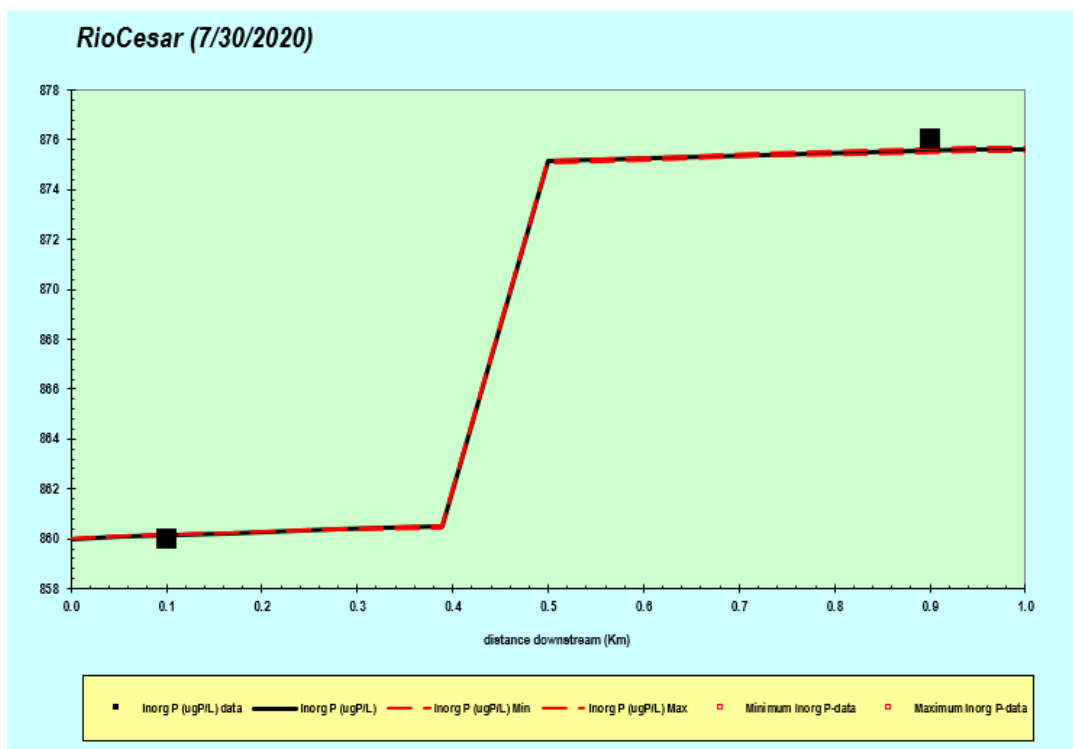


Figura 18. Fosfatos - Época de Verano.
Fuente: Autores, 2020.

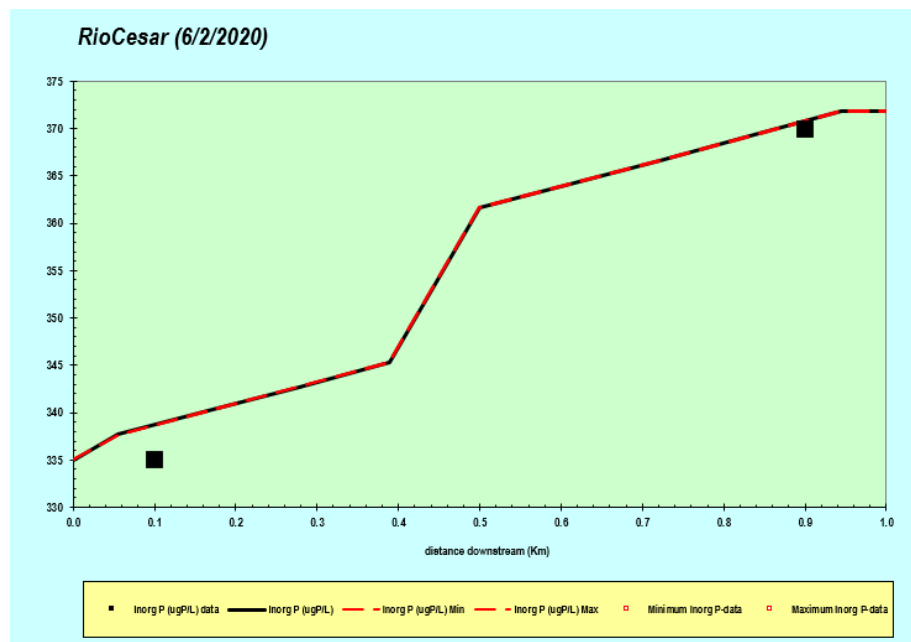


Figura 19. Fosfatos - Época de Invierno.
Fuente: Autores, 2020.

Así como el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales El Salguero de la ciudad de Valledupar, muchos de estos sistemas han dejado en un segundo plano los procesos de disminución o eliminación de los compuestos nitrogenados y fosforados que muchas veces son vertidos a las fuentes de agua con escaso o nulo tratamiento, generando grandes impactos no solo en la vida acuática y los ecosistemas, sino también en la seguridad y salud de las poblaciones que se encuentran aguas abajo y que se abastecen de la misma fuente donde se realiza el vertimiento (Bolaños, et al., 2017).

6.4. Formular medidas para el mejoramiento de la calidad del agua de acuerdo con la implementación de soluciones ambientales que prioricen la gestión del recurso hídrico.

Teniendo en cuenta el número significativo de investigaciones que se han realizado en la UPC, se sugiere revisar en conjunto con la empresa de servicios públicos de Valledupar la aplicación de una de estas tecnologías no convencionales, como los humedales, no sin antes realizar un estudio de prefactibilidad técnica, económica y ambiental que determine si es funcional el proyecto, teniendo como base los

estudios presentados por los estudiantes de la UPC que demuestran eficiencias muy altas.

Tabla 23. Medida de manejo para el mejoramiento de la calidad del agua.

Medida de manejo	
Tipo de medida:	Estructural
Descripción de la medida:	Optimización del STAR por medio de la implementación de Humedales artificiales.
Objetivos y metas:	Reducción de las cargas contaminantes especialmente la DBO, DQO que son los parámetros con mayores concentraciones.
Recursos	Se requieren recursos técnicos, mano de obra y económicos que deben definirse por medio del estudio de prefactibilidad.
Responsables	Empresa de servicio público de Valledupar

Fuente: Autores, 2020.

Si bien es cierto, de acuerdo con lo investigado, el problema de eficiencia en la STAR el salguero es un tema antiguo que sigue sin solución, de manera que se deberá realizar un diagnóstico que permita conocer el estado de las diferentes unidades de tratamiento, y sobre todo controlar que el caudal de tratamiento que esta ingresando a la planta sea el indicado de acuerdo con el diseño de este sistema.

Tabla 24. Medida de manejo para el mejoramiento de la calidad del agua.

Medida de manejo	
Tipo de medida:	De campo

Descripción de la medida:	Diagnostico a las unidades de tratamiento
Objetivos y metas:	Reconocer y solucionar los problemas encontrados en el diagnóstico. Mejorar la eficiencia del STAR Cumplimiento de las concentraciones exigidas en la resolución 0631 del 2015
Recursos	Los recursos deben ser aportados por EMDUPAR.
Responsables	Empresa de servicio público de Valledupar

Fuente: Autores, 2020.

Asimismo, se recomienda que se actualice el manual de operación del STAR el salguero y que se revise detenidamente el perfil profesional del personal que labora en la misma, esto con el fin de conocer si el personal cuenta con las competencias y experiencias que requiere operar en el STAR.

Tabla 25. Medida de manejo para el mejoramiento de la calidad del agua

Medida de manejo	
Tipo de medida:	De campo
Descripción de la medida:	Actualización del manual de operación del STAR y verificar el perfil profesional de los operarios.
Objetivos y metas:	Estandarizar las funciones para el correcto funcionamiento del STAR. Contar con personal altamente calificado en cuanto a experiencia y competencia.

Recursos	Se requieren recursos técnicos, mano de obra y económicos.
Responsables	Empresa de servicio público de Valledupar

Fuente: Autores, 2020.

7. CONCLUSIONES

A continuación, se presentan las conclusiones obtenidas del desarrollo de esta investigación.

En primer lugar, el STAR vierte altas concentraciones de DBO al río Cesar, sobre todo en la época de invierno llegando a sobrepasar el valor permitido por la resolución 0631 del 2015, sin embargo, en época de verano este parámetro en específico sí cumple con la norma en mención. El nitrato es el único parámetro que cumple con la resolución en las dos temporadas estudiadas. Mientras que los nitritos, nitrógeno amoniacal y fosforo presentan concentraciones, aunque bajas en algunas semanas del estudio, incumplen con la norma.

Con las dos campañas de monitoreo realizadas en el río Cesar y la información meteorológica, se pudo contar con los datos necesarios para implementar el modelo de calidad del agua QUAL2K y realizar su calibración. Además, como resultado de la aplicación del modelo se pudo evidenciar que el oxígeno disuelto en época de verano disminuye considerablemente, incluso puede alcanzar valores en el orden de 1 mg/L, lo que indica procesos de fuerte contaminación en la zona debidos al vertimiento de aguas residuales domésticas que se realiza en el lugar, además, del bajo caudal que caracteriza la época de verano. Por su parte, para la época de invierno, las concentraciones se mantuvieron en el orden, de 4 a 7 mg/L de oxígeno disuelto, sin embargo, el STAR hace que se presente un abrupto cambio en su concentración; esto es explicado por la gran carga de materia orgánica que es depositada en este punto y el oxígeno que se requiere para su descomposición.

En cuanto a la DBO, en el punto de vertimiento se presentan valores muy altos, lo cual permite clasificar el río como una fuente de muy deficiente calidad para el abastecimiento según los rangos planteados por el RAS 2000. El nitrógeno orgánico, para ambas épocas presenta una tendencia de disminución, incluso continúa disminuyendo incluso después del punto aguas abajo del vertimiento. Para el nitrógeno amoniacal en ambas épocas, presenta su pico en el punto de vertimiento, obteniendo concentraciones más elevadas en época seca. Los nitratos

y nitritos siguen aumentando incluso aguas abajo del vertimiento, lo que representa un gran problema para la calidad del agua de consumo en las poblaciones que se abastecen aguas abajo del vertimiento. El fosforo orgánico para el río Cesar posee comportamientos distintos en época seca y de lluvias, por ejemplo, en época de verano se puede apreciar que el vertimiento posee efectos directos sobre el aumento de estos compuestos en el agua, y que incluso después de este sigue incrementando, por su parte en época de invierno se evidenció que, aunque la concentración aumenta en el punto de vertimiento, aguas abajo disminuye considerablemente gracias a la capacidad autodepuradora del río. Los fosfatos se encuentran en concentraciones altas gracias al vertimiento del STAR El Salguero y continúan aumentando aguas abajo, lo que se traduce en un gran problema para la calidad y dinámica ecosistémica del río.

Se establecieron tres medidas que permitan mejorar la calidad del vertimiento del STAR El Salguero dentro de las cuales se menciona, diagnóstico del sistema, optimización del sistema por medio de la implementación de humedales artificiales u otra tecnología no convencional y actualización del manual de operación.

8. RECOMENDACIONES

- Sí es posible realizar esta simulación teniendo en cuenta una longitud más amplia del tramo de estudio en la cual se involucren otros puntos de vertimientos.
- Se recomienda estudiar y simular otros parámetros con el fin de reconocer su comportamiento.
- Se recomienda simular escenarios de simulación en donde varíen los caudales del río con el fin de conocer el comportamiento que tendrían los parámetros.
- Se recomienda a la Universidad Popular del Cesar que dote sus laboratorios con el fin de poder caracteriza las muestras de agua.
- Se recomienda realizar una simulación con otro software que permita conocer sus resultados y ser comparados con los de este estudio en aras de ver la variabilidad entre uno y otro.
- Se recomienda implementar el modelo de calidad de agua es decir la simulación ampliando con más campañas de muestreo para ser consolidado como una herramienta confiable y eficaz para la autoridad ambiental, que contribuya a la planificación del recurso hídrico y el mejoramiento del STAR.
- Se recomienda que las campañas de monitoreo realizadas para la implementación de modelos de calidad del agua incluyan dentro de su planificación la revisión detallada de los datos de entrada del modelo de calidad, de tal forma que se realice el monitoreo de los parámetros necesarios y no se tenga que recurrir a suposiciones que puedan influenciar los resultados del modelo

BIBLIOGRAFIA

Amaya, L. Arriola, D. Cerna, Z. (2015). Modelación de la calidad fisicoquímica de las aguas del río Suquiapa. (tesis de pregrado). Recuperado de: <http://ri.ues.edu.sv/8502/1/Modelación%20de%20la%20calidad%20fisicoquímica%20de%20las%20aguas%20del%20río%20Suquiapa.pdf>

Arias, J. (2014). Resolución No. 021.

Alen, L. (2009). Modelación de la capacidad máxima de asimilación de vertimientos de carga orgánica en la ciénaga de Mesolandia en el departamento del atlántico. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/8792/1/292374.2009.pdf>

Bedoya, J. F. (2007). Modelo de simulación de metales pesados en la cuenca del río Tunjuelo (Tesis de grado). Universidad de La Salle, Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Bogotá D.C.

Bolaños-Alfaro, J; Cordero-Castro, G; Segura-Araya, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). Tecnología en Marcha. Vol. 30-4. Octubre-Diciembre 2017. Pág 15-27. DOI: 10.18845/tm.v30i4.3408

Cárdenas & Sánchez. (2013). Nitrógeno en aguas residuales: orígenes, efectos y mecanismos de remoción para preservar el ambiente y la salud pública. Universidad y Salud, 15(1), 72-88. Retrieved September 15, 2020, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-71072013000100007&lng=en&tlng=es.

Castaño, J. (2015). Modelación de la calidad del agua del río Tunjuelo en dos escenarios de implementación del plan de saneamiento de Bogotá. (tesis de maestría) recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/52643/1/1088000081.2015.pdf>

Campillo, A. K., Betancur, T., & García, V. (julio - diciembre de 2011). Una metodología para la formulación de planes de ordenamiento del recurso hídrico. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 10(19), 67-78.

Chapra, S. C. (1997). *Surface Water Quality Modeling*. New York: Waveland Press, Inc.

Chapra, S. Pelletier, G. (2008). *A modeling framework for simulating river and stream water quality*. Washington: Washington State Department of Ecology.

Camacho, L. Díaz-Granados, M. (2003). Metodología para la obtención de un modelo predictivo de transporte de solutos y de calidad del agua en ríos - caso río Bogotá. Seminario Internacional La Hidroinformática en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, 82.

Camacho, L. A., Gelvez, R., González, R., Rodríguez, E. A., Torres, J., & Medina, M. (2007). Metodología para la Caracterización de la Capacidad de Autopurificación de Ríos de Montaña. I Congreso Internacional del Agua y el Ambiente, 15.

Camacho, Luis A. (2006). Calibración y Comparación de Modelos de Transporte de Solutos en Ríos Colombianos. XXI Congreso Latinoamericano de Hidráulica.

Castro, M. (2015). Aplicación del qual2kw en la modelación de la calidad del agua del río Guacaica, departamento de caldas, Colombia. (tesis de posgrado). Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/51032/1/1053781847.2015.pdf>

Cortés. (2016). Aplicación de modelos matemáticos para evaluar el comportamiento del oxígeno disuelto en el río Cesar entre los vertimientos de la paz y salguero y su relación con componentes microbiológicos e índice de calidad BMWP. (tesis de grado). Universidad Popular del Cesar. Valledupar, Cesar.

Departamento Nacional de Planeación. (2015). Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. II Congreso Internacional de acueductos rurales (pág. 13). Medellín: Departamento Nacional de Planeación.

García. (199). Evaluación y modelación de la calidad del agua del río Zahuapan. (tesis para maestría). Recuperado de: <http://eprints.uanl.mx/6394/1/1080098300.PDF>

Pütz, P. (2008). Eliminación y determinación de fosfato. Informe práctico - Analítica de laboratorio y sistema de control de proceso. Nutrientes – Fosfato.

Rangel, Z. Britto, W. (2016). Evaluación de la calidad de fuentes receptoras de vertimientos de residuos líquidos en algunos puntos del río Cesar mediante la aplicación del software WASP. (tesis de pregrado). Universidad Popular del Cesar. Valledupar, Cesar.

Vera Puerto, I. L. (2007). Aplicación de Técnicas de Optimización Mediante Algoritmos Genéticos para Calibración de Modelo QUAL2K Como una Aproximación a la Modelación de la Calidad del Agua de los Principales Ríos de la Zona Urbana de Bogotá D. C. (Tesis de Maestría. Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana.

ANEXO 1. EVIDENCIA DE LAS VISITAS AL RÍO Y TOMA DE MUESTRAS



ANEXO 3. HOJAS DE CÁLCULO DEL SOFTWARE QUAL2K EN TEMPORADA DE INVIERNO

QUAL2Kw (version 5.1)
Stream Water Quality Model
Greg Pelletier, Steve Chapra, and Hua Tao
Department of Ecology and Tufts University

Open File
Run VBA
Run Fortran

System ID:	
River name	RioCesar
Saved file name	RioInv
Directory where the input/output files are saved	C:\Users\Home\Documents\RioCesar
Month	6
Day	2
Year	2020
Local standard time zone relative to UTC	-5 hours
Daylight savings time	Yes
Simulation and output options:	
Calculation step	0 minutes
Number of days	5 days
Solution method (integration)	Euler
Solution method (pH)	Newton-Raphson
Simulate hyporheic exchange and pore water quality	No
Display dynamic diel output	No
State variables for simulation	All
Simulate sediment diagenesis	No
Simulate alkalinity change due to nutrient change	No
Write dynamic output of water quality	No
Program determined calc step	0,17578125 minutes
Time elapsed during last model run	0,70 minutes
Time of sunrise	6:30 AM
Time of solar noon	12:51 PM
Time of sunset	7:12 PM
Photoperiod	12,70 hours

QUAL2Kw
Stream Water Quality Model
RioCesar (6/2/2020)

Open File
Run VBA
Run Fortran

Headwater and Downstream Boundary Data:

Headwater Time	99.000	m3/s																					
Proceeded downstream boundary?	No																						
Headwater Water Quality	Date	TEMP	COND	SS	CHL	NO3	NO2	NH4	SRP	PO4	POD	PHOS	PHOS	PHOS	PHOS	PHOS	PHOS	PHOS	PHOS	PHOS	PHOS	PHOS	
Temperature	0	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Conductivity	0	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00
Inorganic Solids	ma01L																						
Dissolved Oxygen	ma01L	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
CBODfive	ma02ZL																						
CBODfour	ma02ZL	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
Organic Nitrogen	wa01L	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00
NH4-Nitrogen	wa01L	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00
NO3-Nitrogen	wa01L	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00
Organic Phosphorus	wa01L	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00
Inorganic Phosphorus (SRP)	wa01L	335.00	335.00	335.00	335.00	335.00	335.00	335.00	335.00	335.00	335.00	335.00	335.00	335.00	335.00	335.00	335.00	335.00	335.00	335.00	335.00	335.00	335.00
Phytoplankton	wa01L																						
Diatoms (POM)	ma01L																						
Pathogen	cfu100 mL																						
Specific conductance	maC003L	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	
Alkalinity	maC003L	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	
pH	lea																						

QUAL2Kw

Stream Water Quality Model

RioCesar (6/2/2020)

Open Old File

Run VBA

Run Fortran

Reach Data:

Reach for diel plot:															
←----- change diel plots to this reach															
Reach Label	Downstream end of reach label	Reach Number	Reach length (km)	Downstream		Downstream location (km)	Elevation		Downstream						
				Latitude	Longitude		Upstream (m)	Downstream (m)	Latitude			Longitude			
				Degrees	Minutes	Seconds	Degrees	Minutes	Seconds	Degrees	Minutes	Seconds	Degrees	Minutes	Seconds
2,000	AguaArriba	0		10,39	73,23	0,000		113,000		10,00	23	13	73,00	13	53
3,000		1	0,11	10,39	73,23	0,111	113,000	112,560	10,00	23	14	73,00	13	56	
4,000		2	0,11	10,39	73,23	0,222	112,560	112,410	10,00	23	14	73,00	13	60	
5,000		3	0,11	10,39	73,23	0,333	112,410	111,730	10,00	23	11	73,00	14	3	
6,000		4	0,11	10,39	73,23	0,444	111,730	111,580	10,00	23	8	73,00	14	3	
Vertimiento		5	0,11	10,38	73,23	0,555	111,580	111,200	10,00	23	5	73,00	14	1	
7,000		6	0,11	10,38	73,23	0,666	111,200	110,830	10,00	23	3	73,00	13	58	
8,000		7	0,11	10,38	73,23	0,777	110,830	110,060	10,00	23	1	73,00	13	54	
9,000		8	0,11	10,38	73,23	0,889	110,060	108,000	10,00	22	59	73,00	13	51	
10,000	AguaAbajo	9	0,11	10,38	73,23	1,000	108,000	107,900	10,00	22	57	73,00	13	49	

Hydraulic Model (Weir Overrides Rating Curves; Rating Curves Override Manning Formula)																
Weir		Rating Curves				Manning Formula					Prescribed Dispersion	Bottom Algae Coverage	Bottom SOD Coverage	Prescribed SOD	Prescribed CH4 flux	Prescribed NH4 flux
Height (m)	Width (m)	Coefficient	Exponent	Coefficient	Exponent	Channel Slope	Manning n	Bot Width m	Side Slope	Side Slope	m2/s					
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	29,02	0,00	0,00						
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	31,18	0,00	0,00		60%	60%			
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	24,91	0,00	0,00		60%	60%			
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	27,88	0,00	0,00		60%	60%			
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	27,00	0,00	0,00		60%	60%			
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	26,04	0,00	0,00		60%	60%			
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	23,01	0,00	0,00		60%	60%			
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	23,83	0,00	0,00		60%	60%			
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	30,95	0,00	0,00		60%	60%			
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	32,70	0,00	0,00		60%	60%			

Sediment thermal cond (W/m/degC)	Sediment thermal diff (cm^2/sec)	Sediment/hyporheic zone thickness (cm)	Hyporheic exchange flow (fraction of stream flow)	Hyporheic sediment porosity (fraction of volume)	Sky opening for longwave (fraction of sky)
1,6	0,0059	10			
1,6	0,0059	10			
1,6	0,0059	10			
1,6	0,0059	10			
1,6	0,0059	10			
1,6	0,0059	10			
1,6	0,0059	10			
1,6	0,0059	10			
1,6	0,0059	10			
1,6	0,0059	10			

ANEXO 4. HOJAS DE CÁLCULO DEL SOFTWARE QUAL2K EN TEMPORADA DE VERANO

QUAL2Kw (version 5.1)

Stream Water Quality Model

Greg Pelletier, Steve Chapra, and Hua Tao

Department of Ecology and Tufts University

Open File

Run VBA

Run Fortran

System ID:	
River name	RioCesar
Saved file name	RioVera
Directory where the input/output files are saved	C:\Users\Home\Documents\R Cesar
Month	7
Day	30
Year	2020
Local standard time zone relative to UTC	-5 hours
Daylight savings time	Yes
Simulation and output options:	
Calculation step	0 minutes
Number of days	5 days
Solution method (integration)	Euler
Solution method (pH)	Newton-Raphson
Simulate hyporheic exchange and pore water quality	No
Display dynamic diel output	No
State variables for simulation	All
Simulate sediment diagenesis	No
Simulate alkalinity change due to nutrient change	No
Write dynamic output of water quality	No
Program determined calc step	0,17578125 minutes
Time elapsed during last model run	0,72 minutes
Time of sunrise	6:41 AM
Time of solar noon	12:59 PM
Time of sunset	7:16 PM
Photoperiod	12,58 hours

QUAL2Kw
Stream Water Quality Model
RioCesar (8/20/2020)

Open File

Run VBA

Run Fortran

Headwater and Downstream Boundary Data:

Headwater Flow	67,000	m3/s	
Prescribed downstream boundary?	No		
Headwater Water Quality			
Units	*****	*****	*****
Temperature	25,00	25,00	25,00
Conductivity	92,00	92,00	92,00
Inorganic Solids	mg/L		
Dissolved Oxygen	7,00	7,00	7,00
CHODI _{low}	mgO2/L		
CHODI _{fast}	4,20	4,20	4,20
Organic Nitrogen	ugN/L		
NH4-Nitrogen	28200,00	28200,00	28200,00
NO3-Nitrogen	100,00	100,00	100,00
Organic Phosphorus	ugP/L		
Inorganic Phosphorus (SRP)	850,00	850,00	850,00
Phytoplankton	ugAR/L		
Detritus (POM)	mgDR/L		
Pathogen	cfu/100 mL		
Generic constituent	user defined		
Alkalinity	mgCaCO3/L	100,00	100,00
pH	7,00	7,00	7,00
Downstream Boundary Water Quality (opt)			
Units	*****	*****	*****
Temperature	C		
Conductivity	umhos		
Inorganic Solids	mg/L		
Dissolved Oxygen	mg/L		
CHODI _{low}	mgO2/L		
CHODI _{fast}	mgO2/L		
Organic Nitrogen	ugN/L		
NH4-Nitrogen	ugN/L		
NO3-Nitrogen	ugN/L		
Organic Phosphorus	ugP/L		
Inorganic Phosphorus (SRP)	ugP/L		
Phytoplankton	ugAR/L		
Detritus (POM)	mgDR/L		
Pathogen	cfu/100 mL		
Generic constituent	user defined		
Alkalinity	mgCaCO3/L		
pH	5-6		

QUAL2Kw
Headwater
Reach
Reach Rates
Initial Conditions
Air Temperature
Dew Point Temperature
Wind Speed
Cloud Cover
Shade
Solar
Light and ...

QUAL2Kw

Stream Water Quality Model

RioCesar (8/30/2020)

Open Old File

Run VBA

Run Fortran

Reach Data:

Reach for diel plot:		←----- change diel plots to this reach													
Reach Label	Downstream end of reach label	Number	Reach length (km)	Downstream Latitude	Downstream Longitude	Downstream location (km)	Upstream (m)	Downstream (m)	Downstream Latitude						
				Degrees	Minutes	Seconds	Degrees	Minutes	Seconds	Degrees	Minutes	Seconds	Degrees	Minutes	Seconds
	AguaArriba	0	0,11	10,39	73,23	0,000	113,000	113,000	10,00	23	13	73,00	13	53	
2,000	3,000	1	0,11	10,39	73,23	0,111	113,000	112,560	10,00	23	14	73,00	13	56	
3,000	4,000	2	0,11	10,39	73,23	0,222	112,560	112,410	10,00	23	14	73,00	13	60	
4,000	5,000	3	0,11	10,39	73,23	0,333	112,410	111,730	10,00	23	11	73,00	14	3	
5,000	6,000	4	0,11	10,39	73,23	0,444	111,730	111,580	10,00	23	8	73,00	14	3	
Vertimiento	7,000	5	0,11	10,38	73,23	0,555	111,580	111,200	10,00	23	5	73,00	14	1	
7,000	8,000	6	0,11	10,38	73,23	0,666	111,200	110,830	10,00	23	3	73,00	13	58	
8,000	9,000	7	0,11	10,38	73,23	0,777	110,830	110,060	10,00	23	1	73,00	13	54	
9,000	10,000	8	0,11	10,38	73,23	0,889	110,060	108,000	10,00	22	59	73,00	13	51	
10,000	AguaAbajo	9	0,11	10,38	73,23	1,000	108,000	107,900	10,00	22	57	73,00	13	49	

Hydraulic Model (Weir Overrides Rating Curves; Rating Curves Override Manning Formula)															
Weir		Rating Curves				Manning Formula				Prescribed Dispersion	Bottom Algae Coverage	Bottom SOD Coverage	Prescribed SOD	Prescribed CH4 flux	Prescribed NH4 flux
Height (m)	Width (m)	Coefficient	Exponent	Coefficient	Exponent	Channel Slope	Manning n	Bot Width m	Side Slope	Side Slope	m ² /s	%	%	gO ₂ /m ² /d	mgN/m ² /d
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	29,02	0,00	0,00					
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	31,18	0,00	0,00		60%	60%		
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	24,91	0,00	0,00		60%	60%		
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	27,88	0,00	0,00		60%	60%		
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	27,00	0,00	0,00		60%	60%		
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	26,04	0,00	0,00		60%	60%		
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	23,01	0,00	0,00		60%	60%		
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	23,83	0,00	0,00		60%	60%		
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	30,95	0,00	0,00		60%	60%		
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0001	0,0350	32,70	0,00	0,00		60%	60%		

QUAL2Kw

Stream Water Quality Model

RioCesar (8/30/2020)

Open Old File

Run VBA

Run Fortran

Optional reach-specific rate parameters (leave blank if not used):

Reach number	Reach label	Prescribed Reaeration	ISS Settling Velocity	Slow CBOD Hydrolysis Rate	Oxidation Rate	Fast CBOD Oxidation Rate	Organic N Hydrolysis Rate	Settling Velocity	Ammonium Nitrification Rate	Denitri Rate	Sed Denitri transfer coeff	Hydrolys Rate
		/d	m/d	/d	/d	/d	/d	m/d	/d	m/d	m/d	/d
1	2,00		0,530									
2	3,00		0,510									
3	4,00		0,520									
4	5,00		0,460									
5	Vertimiento		0,210									
6	7,00		0,240									0,
7	8,00		0,300									
8	9,00		0,350									
9	10,00		0,450									

QUAL2Kw

Stream Water Quality Model

RioCesar (8/30/2020)

Optional reach-specific initial conditions:

Reach number	Reach label
3	4,00
4	5,00
5	Vertimiento
6	7,00
7	8,00
8	9,00
9	10,00

QUAL2Kw

Stream Water Quality Model

RioCesar (8/30/2020)

Open File

Run VBA

Run Fortran

Light Parameters and Surface Heat Transfer Models:

Parameter	Value	Unit	
Photosynthetically Available Radiation	0,47		
Background light extinction	0,2	/m	k_{e3}
Linear chlorophyll light extinction	0,0088	1/m-(ugA/L)	α_p
Nonlinear chlorophyll light extinction	0,054	1/m-(ugA/L) ^{2/3}	α_{pn}
SS light extinction	0,052	1/m-(mgD/L)	α_s
Detritus light extinction	0,174	1/m-(mgD/L)	α_d
Macrophyte light extinction	0,015	1/m-(gD/m ³)	α_{mac}
Solar shortwave radiation			
Atmospheric attenuation model for solar	Ryan-Stolzenbach		
Bras solar parameter (used if Bras solar model is selected)			
atmospheric turbidity coefficient (2=clear, 5=smoggy, default=2)	2		n_{fbc}
Ryan-Stolzenbach solar parameter (used if Ryan-Stolzenbach solar model is selected)			
atmospheric transmission coefficient (0.70-0.91, default 0.8)	0,8		a_{sc}
Downwelling atmospheric longwave IR radiation			
atmospheric longwave emissivity model	Brunt		
Brutsaert longwave emissivity parameter (used if Brutsaert longwave model is selected)			
parameter for emissivity using the Brutsaert equation	1,24		k_{brut}
Evaporation and air convection/conduction			
wind speed function for evaporation and air convection/conduction	Brady-Graves-Geyer		
Parameter for attenuation of solar radiation by cloud cover			
parameter for attenuation of solar radiation by cloud cover	0,65		KCL1
Parameter for cloud cover adjustment of sky emissivity of longwave radiation			
parameter for cloud cover adjustment of sky emissivity	0,17		KCL2

ANEXO 3. EVIDENCIA DE LOS RESULTADOS DADOS POR EL LABORATORIO

REPORTE DE ENSAYO
No 1599

ODS No.	1599
Códigos:	1118-1599-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA	NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCION:	TRAV 24#16 E-OI
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR
		TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR Deyanira Garcia			
				FECHA DE MUESTREO	2020-07-27	HORA:	08:00 am
1118-1599-1	AGUA SUPERFICIAL	PTAR SALGUERO	PUNTO DE VERTIMIENTO	FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-07-27	HORA:	04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-07-27		
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-08-06		
				FECHA DE REPORTE	2020-08-06		

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS



MICROBIOLÓGICOS



						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1599-1
DBOS	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	59
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	2
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,041
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, Cl/Semi Microkaldani Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	23
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg PIL	No aplica	No aplica	0,025	4,8

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc. PhD.
Director Técnico

REPORTE DE ENSAYO
No 1599

ODS No.	1599
Códigos:	1118-1599-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA	NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-OI
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR
		TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR Deyanira Garcia			
				FECHA DE MUESTREO	2020-07-27	HORA:	08:00 am
1118-1599-1	AGUA SUPERFICIAL	PTAR SALGUERO	PUNTO DE VERTIMIENTO	FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-07-27	HORA:	04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-07-27		
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-08-06		
				FECHA DE REPORTE	2020-08-06		

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS

MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1599-1
DBO5	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	59
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	2
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,041
Nitrógeno Amnical	SM 4500 C y 4500 NH3 B, Cl Semi MicroKeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	23
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg PIL	No aplica	No aplica	0,025	4,8

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
IP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc. PhD.
Director Técnico

REPORTE DE ENSAYO
No 1597

ODS No.	1597
Códigos:	1118-1597-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NITIC.C.	N/I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCION:	TRAV 24#16 E-OI		
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR			
				Deyanira Garcia			
1118-1597-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL RIO CESAR	AGUAS ABAJO	FECHA DE MUESTREO	2020-07-27	HORA:	08:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-07-27	HORA:	04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-07-27		
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-08-06		
				FECHA DE REPORTE	2020-08-06		

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS

MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1597-1
D605	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	63,7
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	5,6
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,039
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, Cl5emí MicroKeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	22,4
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg P/L	No aplica	No aplica	0,025	8,75

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc. PhD.
Director Técnico

REPORTE DE ENSAYO
No 1595

ODS No.	1595
Códigos:	1118-1595-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NIT/C.C.	NJ
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-OI		
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		
				Deyanira Garcia		
1118-1595-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL RIO CESAR	AGUAS ARRIBA	FECHA DE MUESTREO	2020-07-27	HORA: 08:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-07-27	HORA: 04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-07-27	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-08-06	
				FECHA DE REPORTE	2020-08-06	

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1595-1
DBOS	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	4
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	6,8
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,031
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, CI Semi MicroKeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	19,2
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg P/L	No aplica	No aplica	0,025	1,64

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc. PhD.
Director Técnico

REPORTE DE ENSAYO
No 1593

ODS No.	1593
Códigos:	1118-1593-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA		DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-OI	
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		
				Deyanira Garcia		
1118-1593-1	AGUA SUPERFICIAL	PTAR SALGUERO	PUNTO DE VERTIMIENTO	FECHA DE MUESTREO	2020-07-21	HCRA: 03:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-07-21	HCRA: 04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-07-21	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-07-31	
				FECHA DE REPORTE	2020-07-31	

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS

MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1593-1
DBO5	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	63,1
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	2,7
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,043
Nitrógeno Amomiacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, Cl5emi Microkaldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	20,8
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg PIL	No aplica	No aplica	0,025	4,6

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc. PhD.
Director Técnico

REPORTE DE ENSAYO
No 1591

ODS No.	1591
Códigos:	1118-1591-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-OI		
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		
				Deyanira Garcia		
1118-1591-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL RIO CESAR	AGUAS ABAJO	FECHA DE MUESTREO	2020-07-21	HORA: 08:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-07-21	HORA: 04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-07-21	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-07-31	
				FECHA DE REPORTE	2020-07-31	

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS



MICROBIOLÓGICOS



						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1591-1
DBO5	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	54,3
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	5,6
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,022
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, CI Semi Microkaldani Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	22,4
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg PIL	No aplica	No aplica	0,025	8,74

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc. PhD.
Director Técnico

REPORTE DE ENSAYO
No 1589

ODS No.	1589
Códigos:	1118-1589-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-OI		
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR			
				Deyanira Garcia			
1118-1589-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL RIO CESAR	AGUAS ARRIBA	FECHA DE MUESTREO	2020-07-21	HORA:	08:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-07-21	HORA:	04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-07-21		
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-07-31		
				FECHA DE REPORTE	2020-07-31		

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS

MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1589-1
DBO5	SM 5210 B y SM 4500-0 G-Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	4,3
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	7,5
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,042
Nitrógeno Amoniacoal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, Cl5emi MicroKeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	21,3
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg PIL	No aplica	No aplica	0,025	1,73

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc. PhD.
Director Técnico

REPORTE DE ENSAYO
No 1585

ODS No.	1585
Códigos:	1118-1585-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-OI		
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR			
				Deyanira Garcia			
1118-1585-1	AGUA SUPERFICIAL	PTAR SALGUERO	PUNTO DE VERTIMIENTO	FECHA DE MUESTREO	2020-07-13	HORA:	08:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-07-13	HORA:	04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-07-13		
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-07-24		
				FECHA DE REPORTE	2020-07-24		

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS MICROBIOLÓGICOS

							RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1585-1	
DBO5	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	61,1	
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	2,2	
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200	
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,035	
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, CI Semi MicroKjeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	22,4	
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg PIL	No aplica	No aplica	0,025	4,1	

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc. PhD.
Director Técnico

REPORTE DE ENSAYO
No 1583

ODS No.	1583
Códigos:	1118-1583-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-OI		
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR			
				Deyanira Garcia			
1118-1583-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL RIO CESAR	AGUAS ABAJO	FECHA DE MUESTREO	2020-07-13	HORA:	08:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-07-13	HORA:	04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-07-13		
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-07-24		
				FECHA DE REPORTE	2020-07-24		

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1583-1
DBOS	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	60,1
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	5,6
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,048
Nitrógeno Ammoniacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, CI Semi MicroKeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	22,4
Fósforo total	SM 4500 P B, EI Digestión Ácido Ascórbico	Mg P/L	No aplica	No aplica	0,025	8,81

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc. PhD.
Director Técnico

REPORTE DE ENSAYO
No 1580

ODS No.	1580
Códigos:	1118-1580-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCIÓN:	TRAV/ 24#16 E-OI		
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR Deyanira Garcia			
				FECHA DE MUESTREO	2020-07-13	HORA:	08:00 am
1118-1580-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL RIO CESAR	AGUAS ARRIBA	FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-07-13	HORA:	04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-07-13		
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-07-24		
				FECHA DE REPORTE	2020-07-24		

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

FISICOQUIMICOS

MICROBIOLÓGICOS

III. RESULTADOS

							RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1580-1	
DBO5	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	4,5	
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	6,5	
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200	
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,031	
Nitrógeno Amomiacal	SM 4500 C y 4500 NHS B, C; Semi MicroKeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	20,1	
Fósforo total	SM 4500 P B, E; Digestión Ácido Ascórbico	Mg PIL	No aplica	No aplica	0,025	1,73	

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc. PhD.

REPORTE DE ENSAYO
No 1578

ODS No.	1578
Códigos:	1118-1578-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA		DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-OI	
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR			
				Deyanira Garcia			
1118-1578-1	AGUA SUPERFICIAL	PTAR SALGUERO	PUNTO DE VERTIMIENTO	FECHA DE MUESTREO	2020-07-06	HCRA:	08:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-07-06	HCRA:	04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-07-06		
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-07-16		
				FECHA DE REPORTE	2020-07-16		

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1578-1
DBO5	SM 5210 B y SM 4500-0 G-Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	61
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	2,65
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitrito	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,025
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, ClSemi MicroKeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	22,8
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg P/L	No aplica	No aplica	0,025	5,3

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSc, PhD
TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc. PhD.
Director Técnico

REPORTE DE ENSAYO
No 1573

ODS No.	1573
Código:	1118-1573-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-OI		
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR			
				Deyanira Garcia			
1118-1573-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL RIO CESAR	AGUAS ABAJO	FECHA DE MUESTREO	2020-07-06	HORA:	08:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-07-06	HORA:	04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-07-06		
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-07-16		
				FECHA DE REPORTE	2020-07-16		

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS

MICROBIOLÓGICOS

							RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1573-1	
DBO5	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	58,7	
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	5,6	
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200	
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,037	
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, CI Semi MicroKeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	22,4	
Fósforo total	SM 4500 P B, EI Digestión Ácido Ascórbico	Mg PIL	No aplica	No aplica	0,025	8,79	

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc. PhD.
Director Técnico

REPORTE DE ENSAYO
No 1569

ODS No.	1569
Códigos:	1118-1569-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA		DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-OI	
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR Deyanira Garcia				
				FECHA DE MUESTREO	2020-07-06	HORA:	08:00 am	
1118-1569-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL RIO CESAR	AGUAS ARRIBA	FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-07-06	HORA:	04:00 pm	
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-07-06			
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-07-16			
				FECHA DE REPORTE	2020-07-16			

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1569-1
DBO5	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	4
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	7,2
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,04
Nitrógeno Amomiacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, Cl Semi MicroKeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	20,2
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg P/L	No aplica	No aplica	0,025	1,78

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc, PhD.

REPORTE DE ENSAYO
No 1566

ODS No.	1566
Códigos:	1118-1566-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCION:	TRAV 24#16 E-OI		
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		
				FECHA DE MUESTREO	HORA	
1118-1566-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL RIO CESAR	AGUAS ABAJO	2020-06-22	03:00 am	
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-06-22	04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-06-22	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-07-02	
				FECHA DE REPORTE	2020-07-02	

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS



MICROBIOLÓGICOS



RESULTADOS

ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1566-1
DBO5	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	91
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	7,2
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,156
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, Cl5emi MicroKaldani Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	< 0,5
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg P/L	No aplica	No aplica	0,025	0,665

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriologo MSc. PhD.
Director Técnico

REPORTE DE ENSAYO
No 1561

ODS No.	1561
Códigos:	1118-1561-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NIT/C.C.	NJ
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-CI		
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		
				Deyanira Garcia		
1118-1561-1	AGUA SUPERFICIAL	PTAR SALGUERO	PUNTO DE VERTIMIENTO	FECHA DE MUESTREO	2020-06-22	HORA: 08:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-06-22	HORA: 04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-06-22	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-07-02	
				FECHA DE REPORTE	2020-07-02	

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS

 MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1561-1
DBO5	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	101
Oxigeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	4,65
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,500
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,17
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, ClSemi Microkaldani Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	< 0,55
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg P/L	No aplica	No aplica	0,025	0,71

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
 BACTERIOLOGO MSC, PhD
 TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
 Bacteriólogo MSc. PhD.
 Director Técnico

REPORTE DE ENSAYO
No 1558

ODS No.	1558
Código:	1118-1558-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NITIC.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA		DIRECCION:	TRAV 24#16 E-OI	
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR			
				Deyanira Garcia			
1118-1558-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL RIO CESAR	AGUAS ARRIBA	FECHA DE MUESTREO	2020-06-22	HORA:	08:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-06-22	HORA:	04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-06-22		
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-07-02		
				FECHA DE REPORTE	2020-07-02		

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS



MICROBIOLÓGICOS



						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1558-1
DBO5	SM 5210 B y SM 4500-0 G Inocubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	3,9
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	6,2
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,17
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, ClSemi Microkeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	< 0,500
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Acido Ascórbico	Mg PIL	No aplica	No aplica	0,025	0,7

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
FP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc. PhD.
Director Técnico

REPORTE DE ENSAYO
No 1553

ODS No.	1553
Códigos:	1118-1553-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-OI		
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		
				Deyanira Garcia		
1118-1553-1	AGUA SUPERFICIAL	PTAR SALGUERO	PUNTO DE VERTIMIENTO	FECHA DE MUESTREO	2020-06-15	HORA: 08:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-06-15	HORA: 04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-06-15	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-06-25	
				FECHA DE REPORTE	2020-06-25	

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1553-1
DBO5	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	102
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	4,6
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,500
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,182
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, CI Semi MicroKeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	< 0,52
Fósforo total	SM 4500 P B, EI Digestión Ácido Ascórbico	Mg P/L	No aplica	No aplica	0,025	0,66

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.

REPORTE DE ENSAYO
No 1550

ODS No.	1550
Códigos:	1118-1550-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA	NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-OI
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR
		TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR	
				FECHA DE MUESTREO	HORA
1118-1550-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL RIO CESAR	AGUAS ABAJO	Deyanira Garcia	
				2020-06-15	08:00 am
				2020-06-15	04:00 pm
				2020-06-15	
				2020-06-25	
2020-06-25					

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1550-1
DBO5	SM 5210 B y SM 4500-0 Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	92,1
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	6
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,2
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, CI Semi MicroKeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	< 0,525
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg P/L	No aplica	No aplica	0,025	0,69

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIÓLOGO MSC, PhD
FP: 607-02

REPORTE DE ENSAYO
No 1546

ODS No.	1546
Códigos:	1118-1546-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCION:	TRAV 24#16 E-OI		
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR			
				Deyanira Garcia			
1118-1546-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL RIO CESAR	AGUAS ARRIBA	FECHA DE MUESTREO	2020-06-15	HORA:	08:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-06-15	HORA:	04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-06-15		
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-06-25		
				FECHA DE REPORTE	2020-06-25		

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1546-1
DBOS	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	3,4
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	6
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,162
Nitrógeno Amomiacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, ClSemi MicroKeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	< 0,500
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg PIL	No aplica	No aplica	0,025	0,65

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriologo MSc. PhD.

REPORTE DE ENSAYO
No 1542

ODS No.	1542
Códigos:	1118-1542-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-OI		
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		
				Deyanira Garcia		
1118-1542-1	AGUA SUPERFICIAL	PTAR SALGUERO	PUNTO DE VERTIMIENTO	FECHA DE MUESTREO	2020-06-08	HORA: 03:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-06-08	HORA: 04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-06-08	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-06-18	
				FECHA DE REPORTE	2020-06-18	

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1542-1
DBO5	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	105
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	4,2
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,500
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,14
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, CI Semi MicroKeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	< 0,56
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg PIL	No aplica	No aplica	0,025	0,68

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc. PhD.

REPORTE DE ENSAYO
No 1539

ODS No.	1539
Códigos:	1118-1539-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA	NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-OI
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR
		TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR Deyanira Garcia			
				FECHA DE MUESTREO	2020-06-08	HORA:	08:00 am
1118-1539-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL RIO CESAR	AGUAS ABAJO	FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-06-08	HORA:	04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-06-08		
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-06-18		
				FECHA DE REPORTE	2020-06-18		

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1539-1
DBOS	SM 5210 B y SM 4500-0 G/Inoculación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	88
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	6,8
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,15
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, Cl5emi MicroKeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	0,51
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg P/L	No aplica	No aplica	0,025	0,725

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc. PhD.
Director Técnico

REPORTE DE ENSAYO
No 1536

ODS No.	1536
Códigos:	1118-1536-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-OI		
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR			
				Deyanira Garcia			
1118-1536-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL RIO CESAR	AGUAS ARRIBA	FECHA DE MUESTREO	2020-06-08	HORA:	08:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-06-08	HORA:	04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-06-08		
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-06-18		
				FECHA DE REPORTE	2020-06-18		

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS



MICROBIOLÓGICOS



						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1536-1
DBOS	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	3,5
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	3,65
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,16
Nitrógeno Amoniacoal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, C i Semi Microkeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	< 0,500
Fósforo total	SM 4500 P B, E1 Digestión Ácido Ascórbico	Mg P/L	No aplica	No aplica	0,025	0,67

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIOLOGO MSC, PhD
TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc. PhD.

REPORTE DE ENSAYO
No 1530

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NITIC.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCION:	TRAV 24#16 E-OI		
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR			
				Deyanira Garcia			
1118-1530-1	AGUA SUPERFICIAL	PTAR SALGUERO	PUNTO DE VERTIMIENTO	FECHA DE MUESTREO	2020-06-01	HORA:	08:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-06-01	HORA:	04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-06-01		
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-06-11		
				FECHA DE REPORTE	2020-06-11		

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS

MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1530-1
DBOS	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	98
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	4,35
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,500
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,16
Nitrógeno Amomiacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, ClSemi MicroKeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	< 0,51
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg PIL	No aplica	No aplica	0,025	0,69

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
BACTERIÓLOGO MSc, PhD
TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc. PhD.

	FORMATO ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	VIGENCIA	
		10-01-19	
		VERSION: 1	PAG: 1

REPORTE DE ENSAYO
No 1552

ODS No.	1552
Códigos:	1118-1552-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA	NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCION:	TRAV 24#16 E-OI
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR
		TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		
				Deyanira Garcia		
1118-1552-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL RIO CESAR	AGUAS ABAJO	FECHA DE MUESTREO	2020-06-09	HORA: 08:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-06-09	HORA: 04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-06-09	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-06-13	
				FECHA DE REPORTE	2020-06-13	

N.A. No aplica

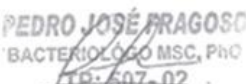
N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1552-1
DEOS	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	96
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	5,5
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,12
Nitrógeno Ammoniacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, CI Semi Microkeldahl Destilación Volumétrica	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,50	0,54
Fósforo total	SM 4500 P B, EI Digestión Ácido Ascórbico	Mg P/L	No aplica	No aplica	0,025	0,75

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.


PEDRO JOSÉ FRAGOSO
 BACTERIOLOGO MSC, PhD
 TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.

	FORMATO ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	VIGENCIA	
		10-01-19	
		VERSION: 1	PAG: 1

REPORTE DE ENSAYO
No 1548

ODS No.	1548
Códigos:	1118-1548-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA	NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-CI
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR
		TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		
				Deyanira Garcia		
1118-1548-1	AGUA SUPERFICIAL	PTAR SALGUERO	PUNTO DE VERTIMIENTO	FECHA DE MUESTREO	2020-06-09	HORA: 08:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-06-09	HORA: 04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-06-09	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-06-13	
				FECHA DE REPORTE	2020-06-13	

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS

MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1548-1
DBOS	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	110
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	5
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,500
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,15
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, CI Semi MicroKjeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	0,60
Fósforo total	SM 4500 P B, EI Digestión Ácido Ascórbico	Mg P/L	No aplica	No aplica	0,025	0,72

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.


PEDRO JOSÉ FRAGOSO
 BACTERIOLOGO MSC, PhD
 TP: 607-02

PEDRO JOSE FRAGOSO C.

	FORMATO ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	VIGENCIA	
		10-01-19	
		VERSION: 1	PAG: 1

REPORTE DE ENSAYO
No 1545

ODS No.	1545
Códigos:	1118-1545-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NITIC.C.	NJ
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-OI		
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		
				Deyanira Garcia		
1118-1545-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL RIO CESAR	AGUAS ARRIBA	FECHA DE MUESTREO	2020-06-09	HORA: 08:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-06-09	HORA: 04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-06-09	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-06-13	
				FECHA DE REPORTE	2020-06-13	

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS

MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1545-1
DBO5	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	4
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	4,40
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,18
Nitrógeno Amomiacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, Cl5emi MicroKeldani Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	< 0,500
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg PIL	No aplica	No aplica	0,025	0,60

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ PRAGOSO
 BACTERIÓLOGO MSC, PhD
 TP: 607-02



FORMATO ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

VIGENCIA	
10-01-19	
VERSION: 1	PAG:1

REPORTE DE ENSAYO
No 1534

ODS No.	1534
Código:	1118-1534-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA	NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-CI
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR
		TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		
				FECHA DE MUESTREO	HORA	
1118-1534-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL RIO CESAR	AGUAS ABAJO	2020-06-02	03:00 am	
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-06-02	HORA: 04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-06-02	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-06-12	
				FECHA DE REPORTE	2020-06-12	

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS

MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1534-1
DBO5	SM 5210 B y SM 4500-0 G/Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	95
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	6
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,125
Nitrógeno Amnical	SM 4500 C y 4500 NH3 B, C/Semi MicroKjeldahl Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	0,6
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg PIL	No aplica	No aplica	0,025	0,66

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ BRAGOSO
BACTERIÓLOGO MSC, PhD
TP: 607-02
PEDRO JOSÉ BRAGOSO

	FORMATO ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	VIGENCIA	
		10-01-19	
		VERSION: 1	PAG: 1

REPORTE DE ENSAYO
No 1525

ODS No.	1525
Códigos:	1118-1525-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NITIC.C.	NJ
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-OI		
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		
				Deyanira Garcia		
1118-1525-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL RIO CESAR	AGUAS ARRIBA	FECHA DE MUESTREO	2020-06-02	HORA: 08:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-06-02	HORA: 04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-06-02	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-06-12	
				FECHA DE REPORTE	2020-06-12	

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

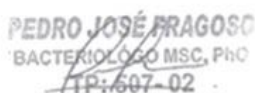
III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS

MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1525-1
DBO5	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	3,7
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	3,5
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,200
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,169
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, Cl5emi MicroKaldani Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	< 0,500
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg PIL	No aplica	No aplica	0,025	0,70

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.


 PEDRO JOSÉ FRAGOSO
 BACTERIOLOGO MSC, PhD
 TP: 607-02

PEDRO JOSÉ FRAGOSO C.

	FORMATO ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	VIGENCIA	
		10-01-19	
		VERSION: 1	PAG: 1

REPORTE DE ENSAYO
No 1531

ODS No.	1531
Código:	1118-1531-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	DEYANIRA GARCIA			NIT/C.C.	N.I
CONTACTO/CARGO:	DEYANIRA GARCIA	DIRECCIÓN:	TRAV 24#16 E-CI		
DEPARTAMENTO:	CESAR	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR			
				Deyanira Garcia			
1118-1531-1	AGUA SUPERFICIAL	PTAR SALGUERO	PUNTO DE VERTIMIENTO	FECHA DE MUESTREO	2020-06-02	HORA:	08:00 am
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2020-06-02	HORA:	04:00 pm
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2020-06-02		
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2020-06-12		
				FECHA DE REPORTE	2020-06-12		

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICOQUIMICOS MICROBIOLÓGICOS

							RESULTADOS
ENSAYOS	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	1118-1531-1	
DBO5	SM 5210 B y SM 4500-0 G Incubación a 5 y Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	0,20	2,00	90	
Oxígeno Disuelto	Electrodo de Membrana	Mg/L	No aplica	No aplica	6,0	5	
Nitrato	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO3/L	No aplica	No aplica	0,200	< 0,500	
Nitritos	J Rodier, g Ed. 2011 - Fotométrico	Mg N-NO2/L	No aplica	No aplica	0,200	0,18	
Nitrógeno Amoniacoal	SM 4500 C y 4500 NH3 B, ClSemi Microkaldani Destilación Volumétrico	Mg NIL	No aplica	No aplica	2,30	0,55	
Fósforo total	SM 4500 P B, El Digestión Ácido Ascórbico	Mg PIL	No aplica	No aplica	0,025	0,80	

Nota: Laboratorios Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PEDRO JOSÉ FRAGOSO
 BACTERIOLOGO MSC, PhD
 TP: 607-02
PEDRO JOSÉ FRAGOSO C