

**Determinar el estado actual de la calidad del agua en el tramo cuatro (4) del Río Fucha  
según la Resolución No. 5731 de 2008**

Sandra Liliana Farfán Triana

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Programa de Ingeniería Ambiental

Bogotá D.C.

2022

**Determinar el estado actual de la calidad del agua en el tramo cuatro (4) del Río Fucha  
según la Resolución No. 5731 de 2008**

Sandra Liliana Farfán Triana

Trabajo para optar al título de Ingeniera Ambiental

Directora:

Ms. Luisa Fernanda Uribe Laverde

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Programa de Ingeniería Ambiental

Bogotá D.C.

2022

## **Agradecimientos**

(...) “Mi recorrido de aprendizaje y el conocimiento adquirido a lo largo de mi experiencia académica en la UNAD (Universidad Nacional Abierta y a Distancia) está dedicado primeramente a mi familia, mi mayor ejemplo, por la fuerza y el ímpetu recibido desde el momento que elegí la Ingeniería Ambiental como profesión.

Por el acompañamiento leal y comprensivo de mi pareja en el desarrollo de este proyecto y apoyo de la docente Luisa Fernanda Uribe, quién me dio motivos para finalizar la investigación, continuar sin desfallecer a pesar de los contratiempos. Finalmente, a la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Medio Ambiente (ECAPMA) y el semillero de investigación METAMORFO por acercarme a esta opción de grado demostrando las capacidades ingenieriles aplicadas a la problemática ambiental elegida” (...)

Sandra Liliana Farfán Triana

## Resumen

El presente trabajo de grado es considerado parte del macro proyecto “*Determinar el estado actual de la calidad del agua en el tramo cuatro (4) del Río Fucha según la Resolución No. 5731 de 2008*”, fundamentado en la calidad hídrica de uno de los principales afluentes de la ciudad de Bogotá, el Río Fucha. El proyecto está dirigido y liderado por participantes del semillero investigativo METAMORFO de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia basándose en métodos cuantitativos para la determinación y comportamiento físico químico y biológico por medio del índice ICACOSU a lo largo del tramo cuatro (4) en relación con el cumplimiento de la Resolución 5731 de 2008 establecidos por la Secretaría Distrital de Ambiente.

Al iniciar, se realizó el levantamiento de información conceptual del sistema hídrico bogotano revisando desde fuentes bibliográficas confiables los aspectos sociales, ambientales y económicos del área de influencia, estableciendo cinco (5) puntos estratégicos para la toma de muestras, teniendo en cuenta su representatividad, accesibilidad y seguridad de la zona; éstos fueron seleccionados a partir de recorridos de reconocimiento identificando los vertimientos puntuales realizados al cauce. Los resultados obtenidos de manera in situ y ex situ se analizaron con el fin de lograr una valoración cualitativa según el índice de calidad ICACOSU y a su vez, compararlos con la Resolución 5731 de 2008 para cada parámetro. Y finalmente, se radicó ante Secretaría Distrital de Ambiente y las alcaldías locales en donde se encuentra el tramo en mención con el objeto de divulgar a la comunidad interesada los resultados de la investigación.

El índice de calidad de agua ICACOSU para las 7 variables (pH, conductividad, DBO<sub>5</sub>, DQO, Sólidos Suspendidos Totales, Oxígeno Disuelto y Coliformes) donde en los 5 puntos de muestreo elegidos dieron como resultado en la categoría de calidad MUY MALO dentro del rango de 0 a 0,25 con los siguientes valores del punto 1 al 5, respectivamente: 0.14, 0.16, 0.24,

0.23 y 0.17. En correlación a la Resolución 5731 de 2008 el único parámetro que cumple con más del 80% en los 5 puntos de muestreo es pH, en cuanto a los parámetros SST, DBO<sub>5</sub> y Coliformes Fecales no cumplen en todo el tramo, siendo éste último parámetro el que demostró sobrecarga de materia fecal en las muestras recolectadas de los 5 puntos de muestreo, excediendo de manera significativa los objetivos de la normativa impidiendo la autodepuración del cauce en pro de la vida acuática tanto en fauna como en vegetación nativa y la falta de reconocimiento al Río Fucha como sujeto de derechos y su aporte ecosistémico a la ciudad de Bogotá.

**Palabras claves:** ICACOSU, vertimientos, ecosistema, calidad, investigación.

## Abstract

This degree work is considered part of the macro project "Determine the current state of water quality in section four (4) of the Fucha River according to Resolution No. 5731 of 2008", based on the water quality of one of the main tributaries of the city of Bogotá, the Fucha River. The project is directed and led by participants of the METAMORFO research hotbed of the National Open and Distance University based on quantitative methods for the determination and physical, chemical and biological behavior through the ICACOSU index along section four (4) in relation to the compliance with Resolution 5731 of 2008 established by the District Environment Secretariat.

At the beginning, the conceptual information of the Bogota water system was collected, reviewing from reliable bibliographic sources the social, environmental and economic aspects of the area of influence, establishing five (5) strategic points for taking samples, taking into account their representativeness, accessibility and security of the area; These were selected from reconnaissance tours identifying the punctual discharges made to the riverbed. The results obtained in situ and ex situ were analyzed in order to achieve a qualitative assessment according to the ICACOSU quality index and, in turn, compare them with Resolution 5731 of 2008 for each parameter. And finally, it was filed with the District Secretary of the Environment and the local mayor's offices where the section in question is located in order to disclose the results of the investigation to the interested community.

The ICACOSU water quality index for the 7 variables (pH, conductivity, BOD5, COD, Total Suspended Solids, Dissolved Oxygen and Coliforms) where the 5 chosen sampling points resulted in the VERY BAD quality category within the range from 0 to 0.25 with the following values from point 1 to 5, respectively: 0.14, 0.16, 0.24, 0.23 and 0.17. In correlation to

Resolution 5731 of 2008, the only parameter that complies with more than 80% in the 5 sampling points is pH, in terms of the SST, BOD5 and Fecal Coliforms parameters, they do not comply in the entire section, the latter parameter being the that showed an overload of fecal matter in the samples collected from the 5 sampling points, significantly exceeding the objectives of the regulations, preventing the self-purification of the channel in favor of aquatic life in both fauna and native vegetation and the lack of recognition of the Fucha River as a subject of rights and its ecosystemic contribution to the city of Bogotá.

**Keywords:** ICACOSU, discharges, ecosystem, quality, research.

## Índice de contenido

Lista de Tablas .....	11
Lista de Figuras.....	12
Lista de Gráficas .....	14
Lista de Ecuaciones.....	15
Lista de Anexos.....	16
Introducción .....	17
Descripción del problema .....	20
Justificación .....	23
Objetivos.....	25
Objetivo General .....	25
Objetivos Específicos .....	25
Definiciones .....	26
Marco conceptual y teórico.....	29
Estudio de caso.....	29
Localidad No. 9 de Fontibón .....	29
Perfil económico de la localidad de Fontibón .....	31
UPZs Localidad de Fontibón.....	32
UPZ Granjas de Techo.....	32
UPZ Zona Franca.....	32
Localidad No. 9 de Kennedy .....	32
Perfil económico de la localidad de Kennedy .....	34
UPZs Localidad de Kennedy .....	34
UPZ Castilla.....	34
UPZ Tintal Norte .....	35
Canal San Francisco .....	35
Estaciones de monitoreo de calidad hídrica en el tramo cuatro del Río Fucha.....	36
Bases teóricas .....	37
ICACOSU.....	37
Caudal.....	38
Resolución 5731 de 2008 .....	39
Metodología .....	40



Momento 1. – Caracterización del uso del suelo y puntos de vertimiento.....	40
Georreferenciación .....	40
Uso del suelo por localidad.....	41
Localidad de Fontibón – UPZ Granjas de Techo.....	41
Localidad de Fontibón – UPZ Zona Franca.....	43
Localidad de Kennedy – UPZ Castilla.....	44
Localidad de Kennedy – UPZ Tintal norte .....	45
Reconocimiento del área y ubicación de los puntos de vertimientos .....	46
Puntos de descarga de vertimientos identificados en el tramo cuatro (4) .....	47
Vertimientos provenientes de la red de alcantarillado pluvial y sanitario en el tramo cuatro (4) del Río Fucha. ....	50
Selección y ubicación de los puntos de muestreo en el tramo cuatro (4) del Río Fucha .....	52
Momento 2. – Muestreo y cálculo ICACOSU .....	53
Métodos de ensayo para el análisis de muestras.....	53
Preservación de las muestras .....	53
Desarrollo del monitoreo .....	55
Descripción del procedimiento pre muestreo .....	55
Préstamo de equipos de medición in situ.....	55
Preparación de Agar Nutritivo - sustrato enzimático y esterilización de vidriería microbiológica .....	55
Verificación y/o ajuste de equipos.....	58
Descripción del procedimiento muestreo.....	59
Desarrollo laboratorio UNAD .....	66
Siembra Coliformes y conteo Unidad Formadora de Colonias (UFC) .....	66
Recolección y pesaje de Sólidos Suspendidos Totales.....	68
Metodología para el cálculo del ICACOSU .....	70
ICACOSU – Índice de calidad General en Corrientes Superficiales.....	70
Cálculo de valor de cada variable .....	71
Momento 3. Análisis de la información y comunicación de los resultados a las partes interesadas .....	77
Análisis y Resultados.....	78
Análisis Técnico.....	79
Caudal por punto de muestreo.....	79

Sub Índice Oxígeno Disuelto.....	81
Subíndice Coliformes Totales .....	84
Subíndice de sólidos suspendidos totales – SST .....	87
Subíndice Demanda Biológica de Oxígeno – DBO <sub>5</sub> .....	91
Subíndice Demanda Química de Oxígeno – DQO.....	93
Subíndice de Conductividad.....	95
Subíndice de pH.....	97
Índice de calidad ICACOSU para 7 variables.....	99
Punto 1 de monitoreo:.....	100
Punto 2 de monitoreo:.....	101
Punto 3 de monitoreo:.....	101
Punto 4 de monitoreo:.....	101
Punto 5 de monitoreo:.....	102
Análisis Ambiental.....	102
Objetivos de calidad Resolución 5731 de 2008.....	102
Análisis pH con respecto a la Resolución 5731 de 2008.....	105
Análisis de Sólidos Suspendidos Totales (SST) con respecto a la Resolución 5731 de 2008 .....	105
Análisis DQO con respecto a la Resolución 5731 de 2008.....	106
Análisis DBO <sub>5</sub> con respecto a la Resolución 5731 de 2008.....	108
Análisis Coliformes Totales con respecto a la Resolución 5731 de 2008.....	109
Conclusiones.....	111
Recomendaciones .....	113
Referencias Bibliográficas .....	114
Anexos .....	118

## Lista de Tablas

Tabla 1. Estaciones de monitoreo tramo 4 Río Fucha .....	37
Tabla 2. Categorías de clasificación para determinación ICACOSU .....	38
Tabla 3. Puntos de Vertimientos tramo cuatro Río Fucha .....	47
Tabla 4. Métodos de ensayo para el análisis de muestras según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23 <sup>rd</sup> Edition, 2017 e IDEAM .....	53
Tabla 5. Preservación de muestras.....	54
Tabla 6. Proceso de preparación de agar y peptona para cultivo de microorganismos .....	56
Tabla 7. Parámetros y ponderación para cálculo ICA .....	71
Tabla 8. Puntos de muestreo seleccionados .....	78
Tabla 9. Datos para el cálculo de caudal.....	79
Tabla 10. Resultados Sub índice Oxígeno Disuelto.....	82
Tabla 11. Resultados Sub índice Coliformes Fecale .....	84
Tabla 12. Resultados Subíndice de Sólidos Suspendidos Totales .....	88
Tabla 13. Resultados Subíndice de DBO <sub>5</sub> .....	91
Tabla 14. Resultados Subíndice de DQO .....	93
Tabla 15. Resultados Subíndice de conductividad .....	95
Tabla 16. Subíndice pH.....	98
Tabla 17. Índice de calidad ICACOSU tramo 4 Río Fucha.....	99
Tabla 18. Índice Lotico de Capacidad Ambiental General, Referido al Caudal.....	100
Tabla 19. Objetivos de calidad – Tramo cuatro (4) Río Fucha.....	103
Tabla 20. Resultados laboratorio Vs Objetivos Resolución 5731 de 2008.....	104

## Lista de Figuras

Figura 1. Río Fucha, tramo cuatro (4).....	22
Figura 2. Ubicación geográfica Localidad de Fontibón y sus UPZ.....	30
Figura 3. Usos de suelo Localidad Kennedy-Bogotá por UPZ.....	33
Figura 4. Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad de agua, tramo 4 Río Fucha.....	37
Figura 5. Actividades metodológicas para el desarrollo del proyecto investigativo. ....	40
Figura 6. Identificación de localidades y UPZ del tramo 4 del Río Fucha.....	41
Figura 7. UPZ Granjas de Techo con sus usos de suelo .....	42
Figura 8. Usos de suelo UPZ Zona Franca, Localidad Fontibón.....	43
Figura 9. UPZ Castilla con sus usos de suelo .....	44
Figura 10. UPZ Tintal Norte con sus usos de suelo.....	46
Figura 11. Red de alcantarillado sanitario tramo cuatro Río Fucha .....	51
Figura 12. Red de alcantarillado pluvial, tramo cuatro Río Fucha .....	51
Figura 13. Preservación de las muestras para el parámetro de Oxígeno Disuelto por parte del equipo técnico del laboratorio All Chem LTDA .....	54
Figura 14. Verificación, alistamiento y ajuste de los equipos .....	59
Figura 15. Diagrama del procedimiento de muestreo.....	60
Figura 16. Segmentación del área.....	61
Figura 17. Aforo por flotador desde el punto 2 de muestreo .....	63
Figura 18. Medición preliminar de profundidades del tramo 4 Río Fucha.....	63
Figura 19. Ejercicio preliminar de toma de muestra puntual desde puente peatonal punto 2 del tramo cuatro Río Fucha.....	64
Ilustración 20. Muestras recolectadas de los 5 puntos de muestreo en el laboratorio de la UNAD .....	65
Figura 21. Procedimiento de siembra y conteo de UFC .....	67
Figura 22. Diagrama del procedimiento de recolección y pesaje de SST .....	68
Figura 23. Sólidos Suspendidos y secados en papel filtro .....	69
Figura 24. Puntos de muestreo tramo cuatro (4) del Río Fucha .....	78
Figura 25. Desembocadura Río San Francisco y vertimiento costado sur aguas abajo Carrera 80 .....	81
Figura 26. Preservación de oxígeno disuelto con reactivos y su precipitado en los 5 puntos de muestreo, tramo 4 Río Fucha .....	83

Figura 27. Puntos foco de aumento en la oxigenación del tramo 4 del Río Fucha... ..	84
Figura 28. Puntos de descarga identificados en el tramo cuatro (4) Río Fucha.....	87
Figura 29. Unidades Formadoras de Colonias en las diluciones 10-3, 10-4 y 10-5 del punto de muestreo número 3.....	87
Figura 30. Disposición de residuos sólidos y entrada de dragado .....	89
Figura 31. Sólidos Suspendidos obtenidos en laboratorio UNAD .....	90
Figura 32. Puntos de oxigenación en el tramo cuatro (4) del Río Fucha.....	92
Figura 33. Presencia de material inorgánico diluido en el tramo cuatro (4) del Río Fucha ....	95
Figura 34. Vertimientos puntuales identificados en el tramo cuatro (4) Río Fucha .....	97

## Lista de Gráficas

Gráfica 1. Caudal tramo 4, Río Fucha .....	80
Gráfica 2. Resultados de la concentración de Oxígeno Disuelto en el tramo cuatro (4) del río Fucha.....	82
Gráfica 3. Resultados de la concentración de Coliformes Fecales en el tramo cuatro (4) del río Fucha.....	86
Gráfica 4. Resultados concentración de Sólidos Suspendidos Totales tramo 4, Río Fucha ...	88
Gráfica 5. Resultados de la concentración de DBO5 en el tramo cuatro del Río Fucha .....	92
Gráfica 6. Resultados de la concentración de DQO en el tramo cuatro (4) del Río Fucha ...	94
Gráfica 7. Resultados conductividad eléctrica en el tramo cuatro (4) Río Fucha.....	96
Gráfica 8. Resultados pH en el tramo cuatro (4) Río Fucha.....	98
Gráfica 9. Resultados ICACOSU tramo 4 Río Fucha.....	100
Gráfica 10. Porcentaje de cumplimiento normativo .....	103
Gráfica 11. Objetivo de calidad a 10 años Resolución 5731 de 2008 para pH Vs resultados laboratorio .....	105
Gráfica 12. Objetivo de calidad a 10 años Resolución 5731 de 2008 para SST Vs Resultados laboratorio .....	106
Gráfica 13. Objetivo de calidad a 10 años Resolución 5731 de 2008 para DQO Vs resultados laboratorio .....	107
Gráfica 14. Objetivo de calidad a 10 años Resolución 5731 de 2008 para OD Vs resultados laboratorio .....	108
Gráfica 15. Objetivo de calidad a 10 años Resolución 5731 de 2008 para DBO5 Vs resultados laboratorio .....	109
Gráfica 16. Objetivo de calidad a 10 años Resolución 5731 de 2008 para Coliformes Totales Vs resultados laboratorio .....	110

### Lista de Ecuaciones

Ecuación 1. Área total.....	62
Ecuación 2. Velocidad .....	62
Ecuación 3. Caudal .....	62
Ecuación 4. Coliformes totales .....	66
Ecuación 5. Concentración Sólidos Suspendidos Totales .....	69
Ecuación 6. Cálculo ICACOSU.....	70
Ecuación 7. Cálculo ICACOSU <sub>FA</sub> .....	70
Ecuación 8. Oxígeno Disuelto .....	72
Ecuación 9. Concentración de equilibrio de oxígeno .....	72
Ecuación 10. Logaritmo natural Temperatura .....	72
Ecuación 11. Índice de Oxígeno Disuelto <100% .....	73
Ecuación 12. Índice de Oxígeno Disuelto >100% .....	73
Ecuación 13. UFC según la dilución.....	73
Ecuación 14. Antilogaritmo conversión de UFC a NMP/1000ml .....	73
Ecuación 15. Conversión UFC a NMP/1000ml.....	74
Ecuación 16. Índice coliformes fecales .....	74
Ecuación 17. Índice Sólidos Suspendidos Totales.....	74
Ecuación 18. Índice Bioquímica de Oxígeno .....	75
Ecuación 19. Índice Demanda Química de Oxígeno .....	75
Ecuación 20. Índice conductividad eléctrica .....	76
Ecuación 21. Índice para pH.....	76

### Lista de Anexos

Anexo A. Hoja de campo para la caracterización in situ .....	118
Anexo B. Informe resultados ex situ Punto 1 - laboratorio All Chem LTDA .....	119
Anexo C. Informe resultados ex situ Punto 2 - laboratorio All Chem LTDA .....	120
Anexo D. Informe resultados ex situ Punto 3 - laboratorio All Chem LTDA.....	121
Anexo E. Informe resultados ex situ Punto 4 - laboratorio All Chem LTDA .....	122
Anexo F. Informe resultados ex situ Punto 5 - laboratorio All Chem LTDA .....	123
Anexo G. Radicado: Informe técnico – Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) .....	124
Anexo H. Radicado: Informe técnico – Alcaldía Local de Kennedy .....	127
Anexo I. Radicado: Informe técnico – Alcaldía Local de Fontibón .....	129
Anexo J. Participación V Encuentro de Semilleros de Investigación Zona Centro. Retos de la Investigación Formativa en Tiempos de Pandemia .....	131
Anexo K. Formato de autorización salida de elementos UNAD .....	132



## Introducción

En un principio la expresión “calidad del agua” se asociaba con su uso para el consumo humano, hoy en día dada la gran diversidad de usos y aplicaciones del agua producto de la expansión y el desarrollo de la civilización humana, el concepto se extiende del significado original a uno nuevo, con un amplio espectro de significados y necesidades.

En la actualidad es importante conocer la calidad del agua para el consumo humano, como lo es también para el riego de cultivos, para el uso industrial en calderas, para la fabricación de productos farmacéuticos, para la expedición de licencias ambientales, para el diseño y ejecución de programas de monitoreo, para adecuarla a las múltiples aplicaciones analíticas de los laboratorios y como herramienta de control para la regulación y optimización del funcionamiento de plantas de purificación y tratamiento de aguas, entre muchos otros fines.

Tener agua de calidad, es un pilar de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODSs), como el expresa el sexto objetivo relacionado a Agua Limpia y Saneamiento en el que se basa en *Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos en América Latina y el Caribe*, en el cual se centra en aumentar el acceso de agua potable y de calidad a la mayor población vulnerable, conectar sus hogares a redes de alcantarillado y sistemas de tratamiento residual; incrementar la estructura pluvial optimizando y aumentando la capacidad de las fuentes hídricas y reduciendo los desastres naturales relacionados a sequías e inundaciones. (Naciones Unidas, 2022)

Identificado este objetivo como un reto nacional y principalmente distrital en la obtención calificada de información, tecnología y capacidades en el conocimiento científico y técnico para el diseño e implementación de políticas de gestión del agua que beneficien a toda la población de

manera equitativa y justa. Donde los entes reguladores, de control y vigilancia como la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Secretaría de Ambiente, Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, entre otros; sean quienes encaminen a un país con más responsabilidad social en el ámbito del cuidado de las fuentes hídricas, abastecimiento mínimo para satisfacción de necesidades de consumo y saneamiento básico en búsqueda de la dignificación de la naturaleza.

Dentro de ese mismo objetivo, es importante aclarar que como consumo o uso del agua debe contar con características físico-químicas y microbiológicas adecuadas para el que va a ser utilizada y de esta manera, al ser vertida como agua residual doméstica o industrial; también, es necesario cumplir con normativa internacional, nacional y local enfocadas a las metas colectivas y particulares para cada uno de los efluentes que reciben estas aguas como ríos, quebradas o hasta humedales, evitando de esta manera, un desequilibrio ecosistémico.

El Río Fucha es uno de los cuerpos de agua que aporta al cumplimiento de este ODS al ser partícipe del flujo hídrico de la ciudad de Bogotá, quién atraviesa de oriente a occidente la capital y en sus tres cuencas cuenta con varios puntos de vertimiento de alcantarillado para su final disposición al Río Bogotá. El Río Fucha ha sido monitoreado por años con el fin de evaluar su calidad de agua en los cuatro (4) tramos a través de indicadores estandarizados de calidad obteniendo información preliminar para las instituciones encargadas de tomar decisiones judiciales, económicas, territoriales y medioambientales.

Por esto, la autoridad ambiental competente de la ciudad de Bogotá, la Secretaria Distrital de Ambiente, en función del mejoramiento de este recurso hídrico, pluvial y de alcantarillado; en el año 2008 publicó la Resolución 5731 donde define los parámetros físicos, químicos y biológicos estandarizados en base al cumplimiento de sus límites máximos permisibles que

establecen los objetivos a alcanzar a 10 años a favor de la calidad hídrica de uno de los principales cauces de la ciudad.

En este proyecto aplicado de investigación se obtuvo la mayor información posible y de alta confiabilidad para la caracterización territorial de la ronda ecológica del tramo cuatro del Río Fucha en función de enlistar los distintos puntos de vertimiento y su actividad antrópica a su alrededor y, de este modo, se pudieran seleccionar puntos clave de muestreo, utilizando los métodos y metodologías más acertadas para la toma de muestra, cadena de custodia, lectura de resultados de laboratorio y cálculo del índice de calidad ICACOSU. Con la responsabilidad de divulgar y mostrar ante la población afectada de las dos localidades de Kennedy y Fontibón; poniendo en conocimiento nuestro trabajo realizado y sea tenido en cuenta no solo en obtención de datos sino, también actuar ante la problemática que aqueja el cuerpo de agua.

### **Descripción del problema**

Las fuentes hídricas que nutren la sabana bogotana han sufrido una degradación durante los últimos 80 años en su calidad de agua, por la falta de control y vigilancia de parte de los entes gubernamentales a las actividades antrópicas legales e ilegales, domésticas e industriales asentadas en la periferia de estos cuerpos de agua, los cuales han contribuido a los daños casi irreparables y la exposición de salud pública que conlleva el incumplimiento a los estándares débiles que se han establecido desde la normativa distrital.

Los cuatro afluentes que han estado en la mira por parte de los entes de control ambiental desde su nacimiento hasta su llegada al río Bogotá son: río Tunjuelito, río Salitre, río Torca y río Fucha ya que, según Rodrigo Gutiérrez, ingeniero de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, nombra ante la Revista Semana: “... éstos son los ríos urbanos que pasan por la ciudad y los principales protagonistas de la contaminación del río Bogotá” en referencia a los ríos en mención (Revista Semana, 2020) Las propuestas hechas con estudios previos para la descontaminación del Río Bogotá a finales de 1992 fueron financiadas por FONADE quién entregó un esquema de tratamientos dentro de tres plantas en las desembocaduras de los Ríos Salitre, Fucha y Tunjuelo (Secretaria de Ambiente, 2022) de esto solo está en funcionamiento por parte de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Salitre donde abarca únicamente la zona norte de la ciudad, sin embargo, sus procesos de tratamiento primario químicamente asistido y de lodos con espesamiento, digestión anaerobia mesofílica y deshidratación no son suficientes para la carga contaminante que se genera día a día al río Bogotá tanto en la zona centro y sur de la capital. Razón por la cual se aprobó la construcción de la PTAR Canoas en el año 2019 para iniciar el saneamiento y purificación del

Río Bogotá en un margen de 50 años a partir de su apertura y funcionamiento de ésta desde el año 2026; y quién recibirá las aguas servidas de las cuencas de los ríos Fucha, Tintal, Tunjuelo y Soacha en representación del 23% de aguas tratadas a nivel nacional. (EAAB , 2022)

Este proyecto de investigación se va a centrar en el cuarto tramo del Río Fucha ubicado en la cuenca baja del mismo quién es considerado como uno de los corredores ecológicos hídricos de Bogotá y a su vez uno de los más impactados por el uso del suelo en parques industriales o zonas francas, transporte pesado, grandes avenidas y centros comerciales colindantes a él; pasando por las localidades de Fontibón y Kennedy y finalmente entregando sus aguas en la desembocadura del Río Bogotá a las afueras del occidente bogotano.

A pesar de estar ubicado en una zona estratégica de la ciudad, no ha sido intervenido desde un enfoque multidimensional y articulado. La gran mayoría de instrumentos de planeación como el entorno a su ecosistema y biodiversidad, manejo y ciclo de residuos, ecourbanismo y gestión ambiental, ampliación y cualificación del Sistema de Movilidad asociado al desarrollo urbano sostenible, cultura, turismo, recreación y apropiación ambiental, desarrollo integral y zonas urbanas sostenibles inclusivas no se han desarrollado en su totalidad. En consecuencia, las intervenciones han sido parciales y de impacto limitado (Secretaría Distrital de Planeación, 2018)

Por ello, ha sido empleado como el afluente con mayor recepción de todas las aguas servidas de los barrios contiguos al río. A su vez, el deterioro paisajístico ha alejado a la población en común por su aspecto visual y sensitivo, dando da campo al asentamiento de personas en condición de habitabilidad de calle, consumo de sustancias psicoactivas, vectores, dragado, disposición de residuos sólidos e inseguridad hacia los transeúntes, evidenciado en el ejercicio de reconocimiento del cauce hecho en el momento 1 de este proyecto investigativo, por

ejemplo. Convirtiéndose en una problemática ambiental de fondo ya que no solo se trata de emplear mesas ambientales con programas de visibilización a través de educación ambiental, sino que los organismos de control y regulación realicen monitoreos constantes, sanciones pedagógicas y monetarias a quienes incumplan la normativa vigente y se halle una solución trascendental para la reducción física, química y biológica de los contaminantes en el cuerpo de agua.

### **Figura 1.**

*Río Fucha, tramo cuatro (4)*



**Fuente:** Autora, (2022)

## Justificación

La contaminación del agua se ha convertido progresivamente en una de las principales amenazas para la presente y futura generación de flora y fauna, en consecuencia al aumento demográfico, razón por la cual, las naciones han tenido que desarrollarse tecnológicamente para satisfacer a la demanda poblacional, quienes a su vez, sus actividades antrópicas producen toneladas diarias de aguas residuales domésticas e industriales con elementos tóxicos que vierten indiscriminadamente a los afluentes más cercanos. Además, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), (2010) menciona otras fuentes de contaminación hídricas, hallando: Mal uso de pozos sépticos, vertidos químicos, grasas, aceites e hidrocarburos, uso masivo de fertilizantes y agroquímicos, descarga y descomposición de residuos sólidos, arrastre de sedimentos y marco legal obsoleto.

El río Fucha, es un río urbano de la ciudad de Bogotá que ofrece múltiples beneficios ecológicos en función de bienestar social y crecimiento económico produciendo seguridad a la sociedad frente a las amenazas naturales, tales como inundaciones y control de escorrentías (CEPAL, 1999). A medida que las áreas urbanas empiezan a expandirse, los problemas ambientales se hacen más notorios, convirtiendo el río Fucha en receptor de aguas residuales y afectando la salud humana. (Simanca Herrera, y otros, 2020)

Según Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), (2021) en su Informe Técnico No. 05956 del 17 de diciembre de 2021 “*Objetivos de calidad para los tramos de los ríos Tunjuelo, Fucha, Salitre y Torca*” donde la Subdirección del Recurso Hídrico y del Suelo – SRHS, de la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA reconoce el estado y dinámica de la calidad de agua del cuarto tramo del Río Fucha indicando en sus resultados que ha superado su capacidad de carga contaminante para los parámetros consignado en la Resolución 5731 de 2008 como objetivos de

calidad para 10 años, concluyendo que el río Fucha se ha convertido en un cuerpo de agua insalubre y no apto para el desarrollo de seres vivos en general.

Por lo anteriormente mencionado, esta investigación se basa en la evaluación y caracterización físico-química-biológica del cuarto tramo del Río Fucha por medio del índice de calidad ICACOSU a partir de técnicas adecuadas de muestreo y aplicación de ecuaciones estandarizadas de acuerdo a los 6 parámetros consignados en la Resolución 5731 de 2008 con el fin de revelar el estado actual de su calidad hídrica en virtud del porcentaje de cumplimiento de la misma y garantizando resultados verídicos con la intención de suministrarlos a las autoridades tomadoras de decisión encaminadas al mejoramiento del recurso hídrico y reducción de la problemática socio ambiental, por lo cual la pregunta orientadora de investigación es:

***¿Cómo determinar el estado actual de la calidad del agua del tramo cuatro (4) del río Fucha permitiendo conocer el avance del cumplimiento de la Resolución 5731 de 2008 bajo análisis de los parámetros establecidos en su artículo No. 4?***



## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Determinar la calidad del agua en el tramo cuatro (4) del río Fucha teniendo en cuenta las metas establecidas en la Resolución 5731 de 2008 y reguladas por la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá.

### **Objetivos Específicos**

Caracterizar el tramo cuatro del río Fucha en relación con el uso del suelo y los vertimientos existentes.

Determinar la calidad de agua en el tramo cuatro del Río Fucha en cinco (5) puntos de muestreo por medio del índice ICACOSU.

Informar a la comunidad interesada sobre los resultados de los análisis obtenidos mediante la caracterización fisicoquímica y biológica del tramo cuatro del río Fucha.

## Definiciones

**Afluente:** Entrada a un sistema de tratamiento o de una corriente a otra. (CORNARE, 2014)

**Aguas crudas:** Agua natural que no ha sido sometida a proceso de tratamiento para su potabilización. (Ministerio de Ambiente, 2007)

**Aguas servidas:** Son aquellas aguas residuales, que han sido sometidas a operaciones o procesos unitarios de tratamiento que permiten cumplir con los criterios de calidad requeridos para su reúso. (Sostenible, 2014)

**Calidad de agua:** Es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia. (Ministerio de Ambiente, 2007)

**Carga contaminante:** Es el producto de la concentración másica de una sustancia por el caudal volumétrico del líquido que la contiene determinado en el mismo sitio. Se expresa en unidades de masa sobre tiempo. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018)

**Caudal:** El caudal de un río, es decir la cantidad de agua que fluye a través de una sección transversal, se expresa en volumen por unidad de tiempo. (IDEAM, Medición de caudal, 2015)

**Coliformes Totales:** Bacterias gram negativas, no esporo formadoras, oxidasa negativa, con capacidad de crecimiento aeróbico y facultativamente anaeróbico en presencia de sales biliares, que a temperatura especificada de 35°C +/- 2°C causan fermentación de lactosa con producción de gas. Poseen la enzima B-galactosidasa. (IDEAM, 2007)

**Conductividad:** La conductividad es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. (IDEAM, 2006)

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):** Es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un periodo de cinco días a 20 °C. (IDEAM, 2007)

**Demanda Química de Oxígeno (DQO):** Determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo. (IDEAM, 2007)

**Efluente:** Conjunto muy variado de residuos líquidos que se obtienen como consecuencia de la actividad industrial. (GREPALMA, 2018)

**Monitoreo:** Es el proceso continuo y sistemático mediante el cual se verifica la eficiencia y la eficacia de un proyecto mediante la identificación de sus logros y debilidades, en consecuencia, se recomiendan medidas correctivas para optimizar los resultados esperados del proyecto. (Organización Internacional del Trabajo, 2017)

**Muestra puntual:** Muestra recolectada en un lugar y tiempo específico y que refleja las circunstancias particulares bajo las cuales se hizo su recolección. (CORNARE, 2014)

**Sólidos Suspendidos Totales:** El promedio del Total de Sólidos en Suspensión (SST) en el recurso hídrico corresponde a la suma de los valores del Total de Sólidos en Suspensión (SST) por punto de muestreo dividido por el número de puntos de muestreo. (IDEAM, 2007)

**Oxígeno Disuelto:** es uno de los factores más asociados a la vida acuática, al incidir en casi todos los procesos químicos y biológicos; las condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno) favorecen la diversidad de especies deseables como los peces. (IDEAM, 2013)

**pH:** Sus siglas significan Potencial de Hidrógeno. El término pH es una forma de expresar la concentración de ión hidrógeno o, más exactamente, la actividad del ión hidrógeno. (IDEAM, Glosario , 2022)

**Vertimiento:** Descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)

## **Marco conceptual y teórico**

### **Estudio de caso**

La cuenca del río Fucha dada su conformación y longitud de 17,30km, se subdivide en tres sectores, cuenca alta la cual corresponde a la parte montañosa, cuenca media que inicia a la entrada del río al perímetro urbano de la ciudad de Bogotá hasta la avenida Boyacá y la cuenca baja desde la avenida Boyacá hasta su desembocadura en el Río Bogotá. Está localizada en el sector centro-sur del Distrito Capital, y drena las aguas de oriente a occidente para finalmente entregarlas al río Bogotá (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015). De acuerdo a este ejercicio investigativo se encontró las localidades que colindan e inciden en la calidad del agua en el tramo cuatro del Río Fucha son las siguientes:

### **Localidad No. 9 de Fontibón**

Se encuentra situada en el sector noroccidental de la ciudad de Bogotá con una extensión de suelo de 3.328,1 hectáreas de las cuales 3052,8 hectáreas son de suelo urbano y 275,3 hectáreas de suelo de expansión. No posee suelo rural y hace parte del 8% de la superficie urbana de la ciudad de Bogotá; limita por el norte con la localidad de Engativá, con la Avenida José Celestino Mutis y Jorge Eliecer Gaitán en medio; al oriente con las localidades de Puente Aranda y Teusaquillo, con la Avenida del Congreso Eucarístico o Avenida 68 en medio; al sur con la localidad de Kennedy, con el eje del Río Fucha en medio; y al occidente con la ribera del río Bogotá y los municipios de Funza y Mosquera. (Alcaldía Local de Fontibón, 2020)

Esta localidad cuenta con 8 UPZ: Fontibón Central, Ciudad Salitre Occidental, Modelia, Fontibón San Pablo, Capellanía, Aeropuerto el Dorado, Granjas de Techo y Zona Franca. (Ver Ilustración 1). Siendo éstas dos últimas las más afectadas por el cauce del Río Fucha en el tramo

cuatro. Una UPZ es de tipo con centralidad urbana, cuatro son predominantemente industriales, dos son de tipo residencial cualificado y una es de tipo predominantemente dotacional. La UPZ Fontibón Central tiene la mayor extensión de área seguida por la UPZ Zona Franca.

## Figura 2.

*Ubicación geográfica Localidad de Fontibón y sus UPZ.*



**Fuente:** IDECA, Google Earth, ALF (2020)

Según (IDIGER, 2018) su topografía es totalmente llana y al contar con su cercanía a la cuenca baja del Río Fucha su situación geográfica e hidrográfica, la localidad está expuesta a riesgos por inundación en temporadas altas de lluvia. Cabe resaltar que, los cuerpos de agua como afluentes que gozan en la localidad en mención se encuentran: el Río Fucha, los canales San Francisco, Fontibón Oriental, Hayuelos, San Antonio y Complementario, un corto tramo del

Río Bogotá, dos humedales identificados de acuerdo con el Decreto 190 de 2004 como Parques Ecológicos Distritales; el humedal Capellanía y el humedal Meandro del Say.

Las rondas del Río Fucha y Bogotá han sufrido invasiones por parte de asentamientos humanos, parqueaderos e industria y en consecuencia mala calidad del agua debido a descargas industriales de aguas negras y residuos sólidos. (Secretaría Distrital de Planeación, 2018)

### **Perfil económico de la localidad de Fontibón**

La Cámara de Comercio de Bogotá informó en el año 2008 encontrarse con 4545 empresas de comercio registradas ante la entidad, representando el 36% de las empresas de la localidad, predominando el comercio al por mayor de productos de uso doméstico, seguido del comercio al por menor con surtido de alimentos (víveres en general, bebidas y tabaco) y siguiendo con materias primas agropecuarias. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2007) Empresas de servicios se han encontrado registradas 4289 en representación del 34% de las empresas de la localidad con actividades jurídicas y de contabilidad, expendio de alimentos preparados en el sitio de venta (restaurantes) y de telecomunicaciones (instalaciones telefónicas, servicios telefónicos y/o telefonía celular).

Y finalmente, se hallan 1815 empresas del sector industrial registradas representando el 14% de las empresas de la localidad en su mayoría centradas en la fabricación de prendas de vestir; servicios de satélite, continuando con la elaboración de productos de panadería, macarrones, fideos, alcuzcuz y productos farináceos similares y la fabricación de otros productos químicos como plaguicidas o químicos de uso agropecuario. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2007)

## **UPZs Localidad de Fontibón**

### **UPZ Granjas de Techo**

La UPZ Granjas de Techo se localiza en el costado suroriental de la localidad de Fontibón. Goza de 479,57 hectáreas de las cuales 210,34 hectáreas no se han urbanizado y 24 corresponden a suelo protegido. Es una de la UPZs con mayor crecimiento en el área construida con proyectos de agrupaciones de vivienda como la Ciudad Hayuelos y la Felicidad. (IDIGER, 2018).

### **UPZ Zona Franca**

Está ubicada en la parte suroccidental de la localidad de Fontibón. Cuenta con una extensión de 491,6 hectáreas. Se encuentra clasificada como una UPZ predominantemente industrial y el uso del suelo, la mayoría ha sido para construcción de bodegas y almacenamiento para actividades de materia tributaria, aduanera y de comercio exterior. Además de contar con 3 huertas urbanas en este sector como la Huerta Hyntiba, Ralph y Tesla contando con actividades de aprovechamiento económico del espacio público. (Alcaldía Local de Fontibón, 2020)

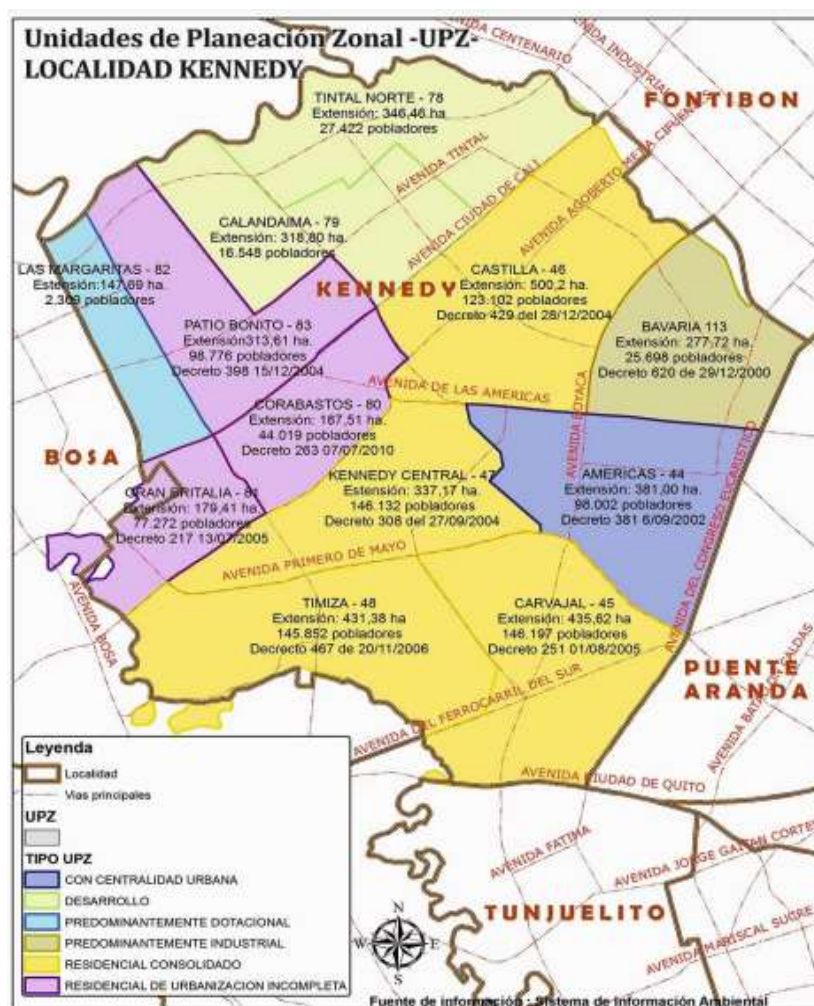
### **Localidad No. 9 de Kennedy**

Es la localidad número 8 de la ciudad de Bogotá y se encuentra como la tercera localidad más poblada. Se ubica en el sur occidente de la sabana bogotana contando con 3855.45 hectáreas de las cuales el 98.1% es área urbana y el 1.8% es área rural. Limita por el norte con la localidad de Fontibón y el municipio de Mosquera, al sur con las localidades de Bosa, Ciudad Bolívar y Tunjuelito; al oriente con la localidad de Puente Aranda. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2021)



**Figura 3.**

*Usos de suelo Localidad Kennedy-Bogotá por UPZ.*



**Fuente:** Consejo Local de Gestión de Riesgo y Cambio Climático – Caracterización General de Escenarios de Riesgo Localidad Kennedy (2018).

Está subdividida por 12 Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ): Kennedy Central, Timiza, Carvajal, Américas, Bavaria, Castilla, Tintal Norte, Calandaima, Corabastos, Gran Britalia, Patio Bonito y Las Margaritas; contando a su vez, cerca de 438 barrios. Siendo las localidades Castilla y Tintal Norte las afectadas y colindantes al cuarto tramo del Río Fucha. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2021)

La Dinámica de la construcción por usos del suelo en la Localidad de Kennedy entre los años 2012 y 2013 según el POT se divide en seis áreas de actividad: residencial (55.69%), área urbana integral (20.5%), suelo protegido (9.4%), dotacional (6.6%), comercio y servicios (4.5%) e industrial (3.1%) de acuerdo a la Figura No. 3.

### **Perfil económico de la localidad de Kennedy**

Los sectores económicos más importantes de la localidad de Kennedy se basan, principalmente, en uno de los más grandes mercados de comercio de alimentos, bebidas, tabaco, carnes, frutas y verduras ubicado en los centros de acopio y distribución de Corabastos y Frigoríficos San Martín de Porres. Por otro lado, la Cámara de Comercio de Bogotá (2006) identifica que el sector industrial en la fabricación de prendas de vestir, elaboración de productos de panadería, macarrones, fideos, fabricación de muebles para el hogar, oficina, para el comercio y servicios; y finalmente, la fabricación de espumas, productos de plástico también es representativo en el progreso económico de la localidad (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006). Además, hay localizadas 15.196 de las empresas que figuran el 7% del total a nivel de toda Bogotá concentrándose en el sector de servicios con un 76%, industria el 19% y construcción 3%. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006)

### **UPZs Localidad de Kennedy**

#### **UPZ Castilla**

La UPZ Castilla está clasificada como un sector residencial consolidado en estratos 0, 2 y 3 entre la Avenida Boyacá y la Avenida Agoberto Mejía o Abastos. Se alojan los humedales Techo, El Burro y el parque zonal Castilla y el corredor ecológico del Río Fucha. Se ubica en la zona norte de la localidad encontrándose con el Río Fucha, es la UPZ más extensa con una

superficie de 504 hectáreas. En el año 2009 reportó la Alcaldía Local de Kennedy una población de 125.411 habitantes contando con el 12.6% de la población total de la localidad. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2021)

### **UPZ Tintal Norte**

Está localizada en el costado noroccidental de la localidad de Kennedy. Goza de 343,4 hectáreas, que equivale el 8,9% del total del área de la localidad. Es considerada como una de las UPZ en desarrollo por estar conformada por grandes predios sin urbanizar. Limita al norte con el Río Fucha y el Río Bogotá, al oriente con el Río Fucha y la Avenida Ciudad de Cali; al sur con el límite del perímetro urbano y al occidente con el futura Avenida Manuel Cepeda Vargas. Dentro del Plan Ambiental 2021-2024 para la UPZ cuenta con la propuesta de recuperar, conservar y diversificar los actuales predios de la zona blanda en humedales que no se encuentren protegidos para la restauración ecológica urbana del sector. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2021)

### **Canal San Francisco**

El canal San Francisco o quebrada San Francisco, nace en los Cerros Orientales y baja por la Av. Jiménez hasta la localidad de Fontibón. Canalizado desde la Carrera primera hasta su desembocadura en el río Fucha. El canal San Francisco ingresa a la localidad a la altura de la Avenida Carrera 68 con la Calle 22 o Avenida Ferrocarril de Occidente, pasa por el costado sur del Terminal de Transportes y llega al barrio Modelia donde a la altura de la Carrera 79 confluye con el canal Boyacá y toma el sentido sur para desembocar en el río Fucha. (Alcaldía Local de Fontibón, 2020)

Se divide en 4 tramos donde el último va desde la altura de la Calle 22 entre la intersección con el canal Boyacá hasta la desembocadura al Río Fucha. Donde se evidencio la

presencia de residuos sólidos urbanos y de escombros y demolición especialmente en el margen norte en el inicio del canal, no se identificó ninguna afectación a la estructura de concreto trapezoidal del mismo ni tampoco vertimientos puntuales durante el proceso de reconocimiento, el flujo de agua presenta características propias de aguas lluvias con turbiedad y alta concentración de sedimentos en la entrega de sus aguas al Río Fucha. (Alcaldía Local de Fontibón, 2020)

### **Estaciones de monitoreo de calidad hídrica en el tramo cuatro del Río Fucha**

En el tramo 4 cuenta con 3 estaciones de monitoreo establecidos en convenio entre la Secretaría de Ambiente y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) en conocimiento de las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del Río Fucha en cumplimiento de la Resolución 5731 de 2008. Las cuales están identificadas geográficamente en la Figura No. 4.

Las tres estaciones que se ubican en el tramo 4 del Río Fucha en correlación al proyecto de investigación son clave al establecer los cinco (5) puntos de muestreo (SDA y EAAB, 2008) ya que permitirá la obtención de resultados más cercanos y conforme a la realidad del estado actual de la calidad de agua como objeto de estudio e identificación de los puntos más significativos en la degradación de la calidad hídrica.

**Figura 4.**

*Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad de agua, tramo 4 Río Fucha.*



**Fuente:** Autora - Visor Geográfico SDA, (2022)

**Tabla 1.**

*Estaciones de monitoreo tramo 4 Río Fucha*

No. Estación	Nombre Estación	Coordenadas	
1	Visión Colombia	4,38458	74,07367
2	Zona Franca	4,39408	74,08417
3	Fucha con Alameda	4,39419	74,08426

**Fuente:** Convenio 005/2006 SDA – EAAB-ESP, del documento Calidad del Sistema Hídrico de Bogotá, tomado de

## Bases teóricas






### ICACOSU

El índice de calidad del ICACOSU es un índice formulado por el IDEAM, que reduce grandes volúmenes de datos de campo a un simple valor numérico de cero (0) a uno (1) y se clasifica según la calidad del agua en orden ascendente en una de las cinco categorías siguientes:

Muy malo, malo, medio, bueno y excelente (IDEAM, 2013); también se puede representar gráficamente por un color como se representa en Tabla No. 2.

**Tabla 2.**

*Categorías de clasificación para determinación ICACOSU*

<b>Categoría</b>	<b>Rango</b>	<b>Escala Color</b>
Muy malo	0 - 0,25	
Malo	0,26 - 0,50	
Medio	0,51 - 0,70	
Bueno	0,71 - 0,90	
Excelente	0,91 - 1,00	

**Fuente:** IDEAM (2013)

### **Caudal**

Se determina la cantidad de agua que atraviesa una sección transversal de un cuerpo de agua en un tiempo dado. Lo cual permite conocer aspectos como la disponibilidad hídrica y su utilidad para estimar la carga contaminante que transporta tal corriente.

Al realizar este aforo, se hace un levantamiento topográfico de la sección transversal de donde se va a tomar las medidas de la velocidad del agua en una relación matemática sencilla entre velocidad por área. (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019)

El lugar elegido para hacer la medición debe cumplir con los siguientes requisitos:

Debe estar definida y no tenga degradación en el lecho

Debe ser un sitio recto para evitar sobreelevaciones y cambios de la profundidad por las curvas del cauce.

Debe estar libre de efectos de controles de agua por debajo y que afecten en los valores obtenidos en las mediciones de tiempo y velocidad.

### **Resolución 5731 de 2008**

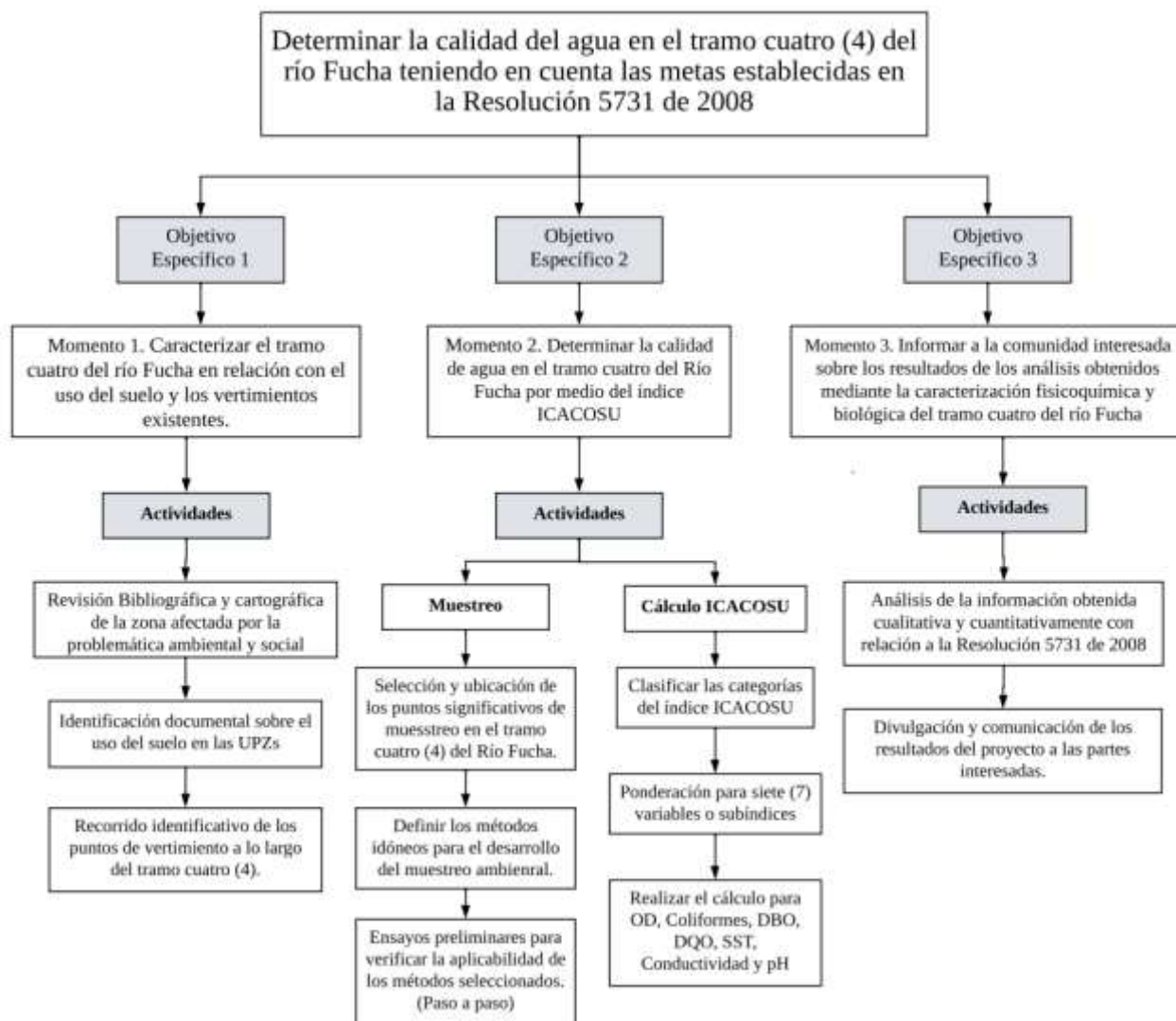
Norma establecida por la autoridad ambiental distrital en adaptación de los objetivos de calidad a 4 y 10 años a partir de su publicación para los Ríos Salitre, Fucha, Tunjuelo y el Canal Torca, el cual reglamenta las concentraciones de referencia para los vertimientos industriales realizados en la red de alcantarillado y vertimientos industriales y domésticos efectuados a los cuerpos de agua, de acuerdo a los tramos fijados en la misma norma y los parámetros OD, DBO<sub>5</sub>, DQO, N Total, P Total, SST, A y G, Coliformes Fecales, pH y SAAM. Teniendo en cuenta que el seguimiento y monitoreo de los resultados para cada estación de monitoreo debe ser difundido por la página Web de la Secretaría Distrital de Ambiente. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2008)

## Metodología

La metodología aplicada se representa a continuación en la siguiente

**Figura 5.**

*Actividades metodológicas para el desarrollo del proyecto investigativo.*



**Fuente:** Autora, (2022)

**Momento 1. – Caracterización del uso del suelo y puntos de vertimiento**

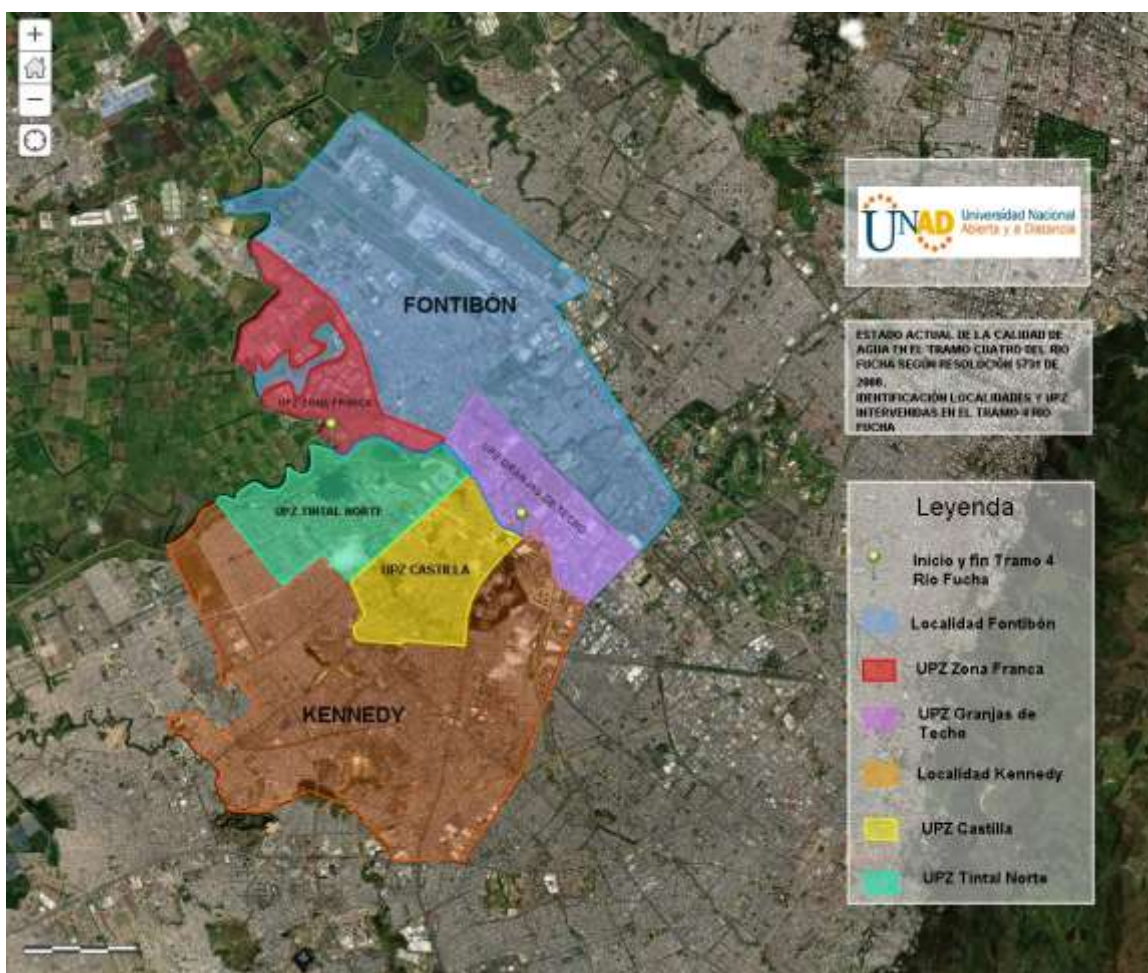
**Georreferenciación**



El tramo cuatro (4) del río Fucha cuenta con una longitud de 5.03 km, comprendido desde la Avenida Boyacá con Calle 13 hasta la desembocadura al Río Bogotá. Colinda al sur con la localidad de Kennedy y al norte con la localidad de Fontibón y las UPZs Castilla, Tintal Norte, Granjas de Techo y Zona Franca como se puede ver en la Figura No. 6.

### Figura 6.

*Identificación de localidades y UPZ del tramo 4 del Río Fucha*



**Fuente:** Autora, (2022). ArcGIS Online

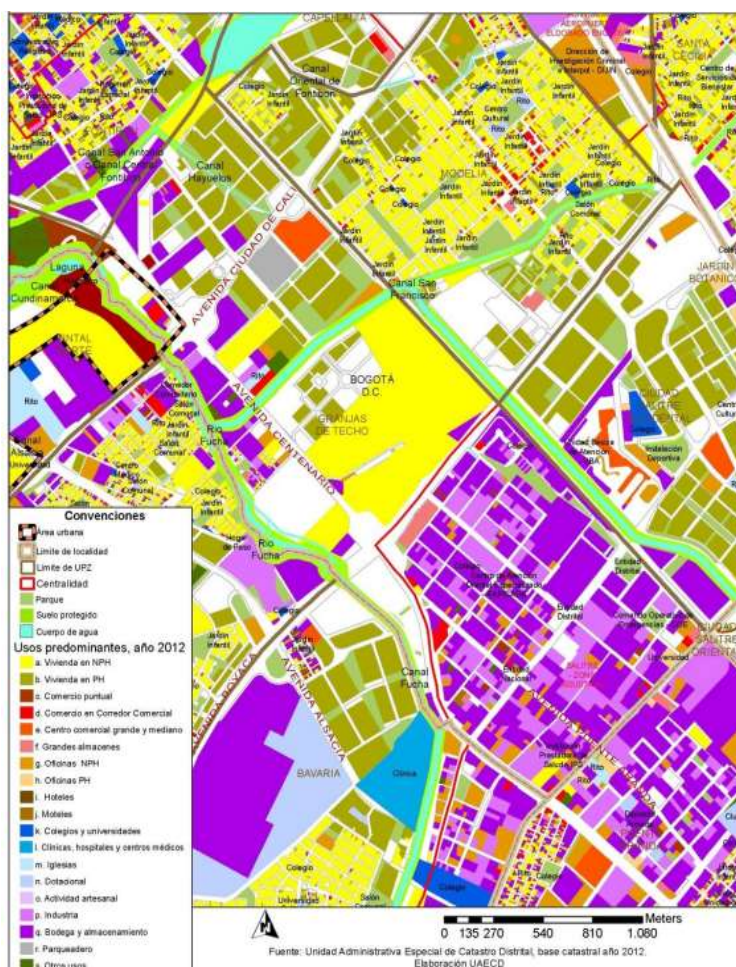
### Uso del suelo por localidad

#### Localidad de Fontibón – UPZ Granjas de Techo

Como se observa en la Figura No. 7 los usos predominantes en la UPZ Granjas de Techo se hallan de vivienda PH y el uso de bodegas y almacenamiento. La vivienda PH se ubica en el costado occidental de la UPZ en el polígono de la Avenida Boyacá y la Avenida Longitudinal de Occidente (ALO) entre la Avenida Ferrocarril de Occidente y Avenida Centenario subiendo un 32.95% de participación con un incremento de 12.836 unidades y 824.683,75m<sup>2</sup> construidos como el proyecto Ciudad Hayuelos.

### Figura 7.

*UPZ Granjas de Techo con sus usos de suelo*



**Fuente:** Dinámica de la construcción por usos – Catastro de Bogotá

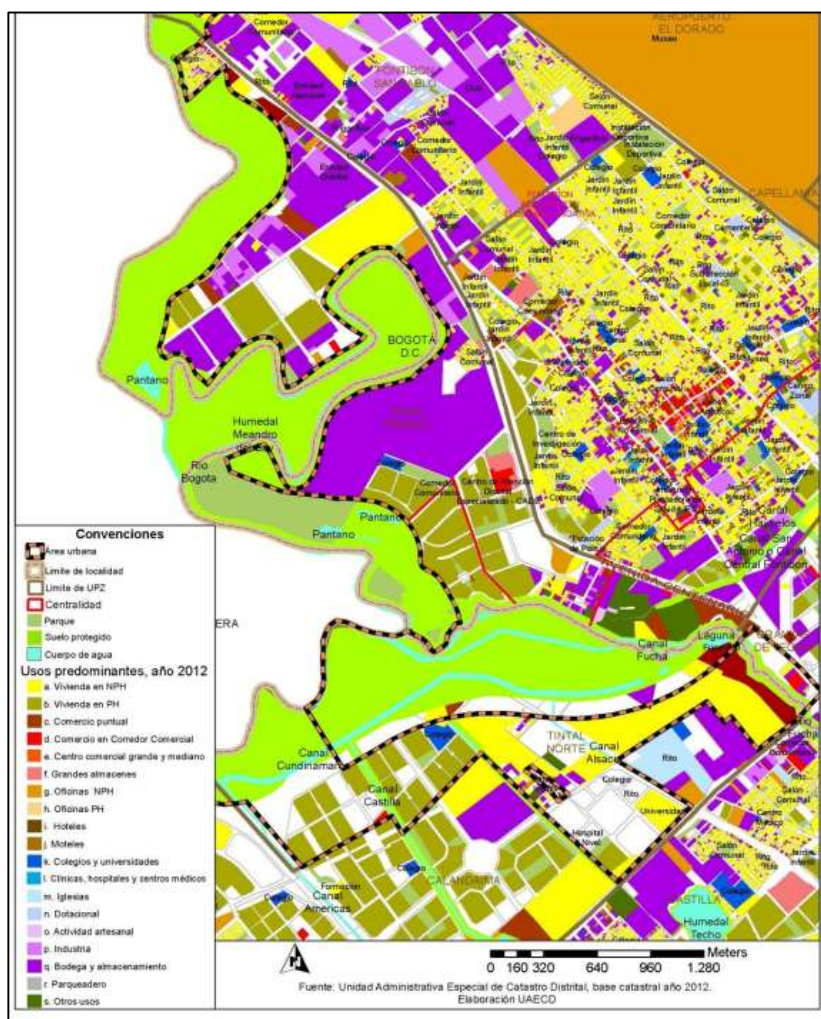


El uso de bodegas y almacenamiento se localiza en el polígono conformado desde la Avenida Carrera 68 y Avenida Boyacá con zonas representativas industriales de Franco, Montevideo y Granjas de Techo de donde se toma el nombre la UPZ; con 2.990 unidades en uso y 820.055,65m<sup>2</sup> construidos. (Alcaldía Local de Fontibón, 2020)

### Localidad de Fontibón – UPZ Zona Franca

#### Figura 8.

*Usos de suelo UPZ Zona Franca, Localidad Fontibón*



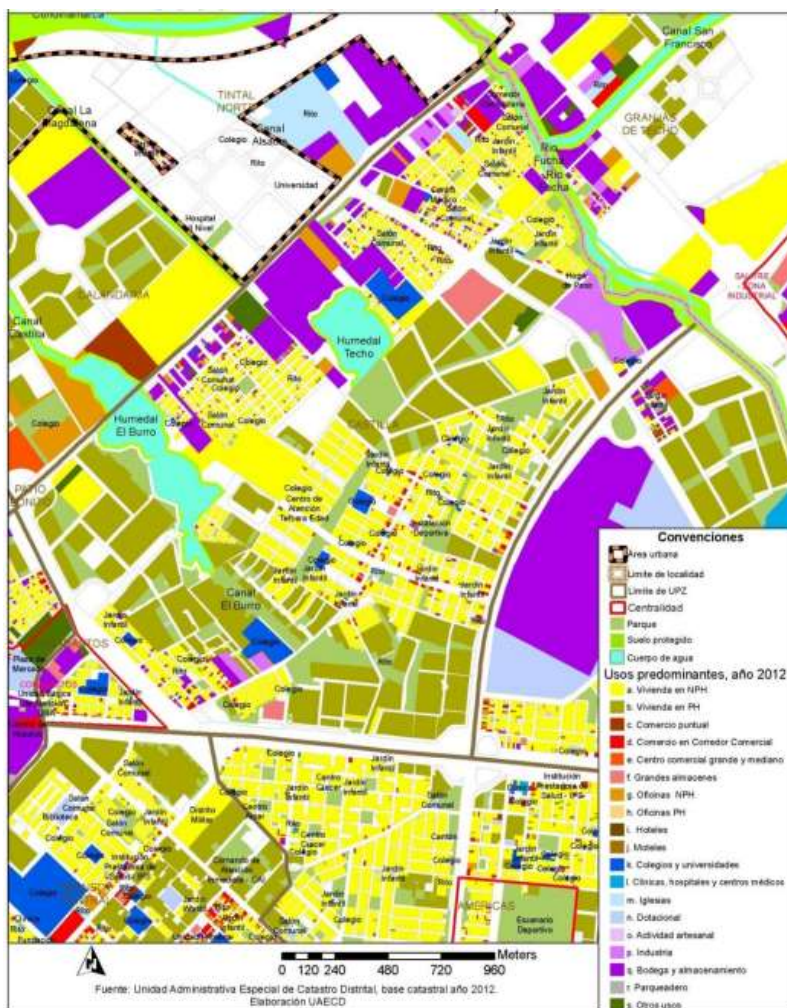
**Fuente:** Dinámica de la construcción por usos- Localidad de Fontibón – Catastro Bogotá

En el año 2012 el uso de bodega y almacenamiento obtuvo 762 unidades con un aumento de 547.823,89m<sup>2</sup> construidos, siendo los de mayor área construida sobre la Carrera 96i entre calles 15C y Avenida Centenario, el siguiente es el uso de vivienda en NPH igualmente con 762 unidades y los mismos metros cuadrados que el de bodega y almacenamiento. (IDIGER, 2018)

## Localidad de Kennedy – UPZ Castilla

**Figura 9.**

*UPZ Castilla con sus usos de suelo*



**Fuente:** Dinámica de la construcción por usos- Localidad Kennedy – Catastro Bogotá

Los usos predominantes de los predios de la UPZ Castilla como se observa en la Figura No. 9 se centra en el comercio a través del corredor de la Carrera 78 y Avenida Calle 8 sobre el Sector de Castilla y Avenida de las Américas, aledaño a la Urbanización Kennedy Norte o supermanzana 12A cerca de la Central de Abastos – Corabastos S.A en coherencia a lo descrito en el Plan de Ordenamiento Territorial – POT, establecido en el Decreto 190 de 2004. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2021)

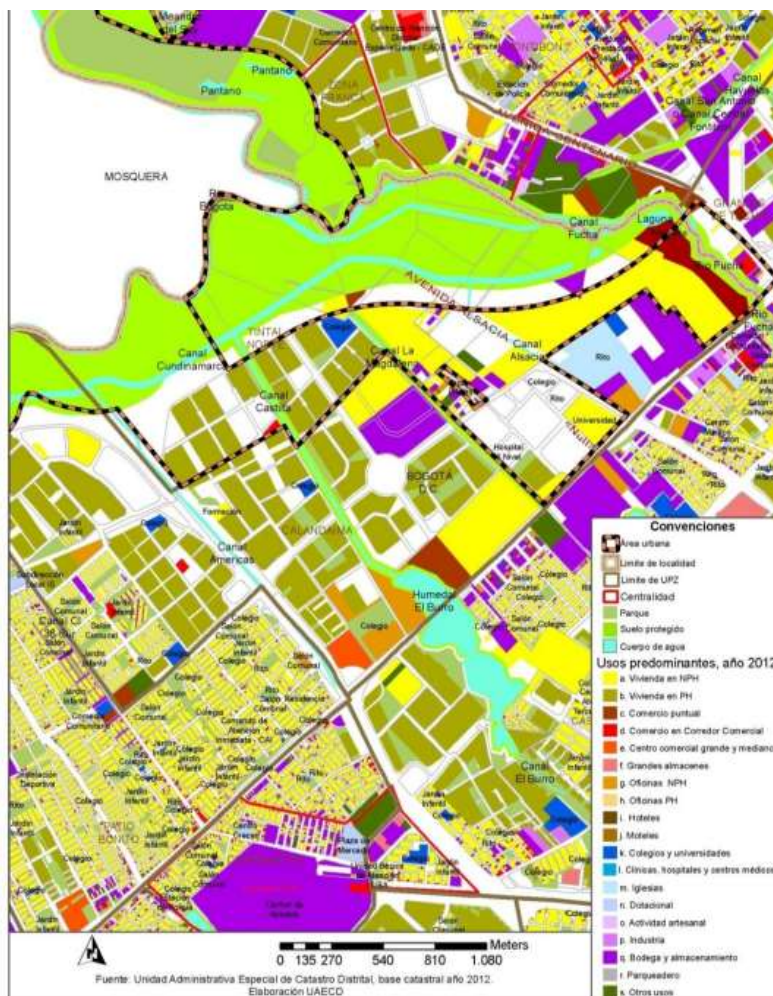
Con respecto al uso residencial, existen zona claramente definidas en la dinámica de construcción de propiedad horizontal donde se delimitan por zonas residenciales, de actividad económica en la vivienda y zonas de comercio, vivienda con tratamientos urbanísticos de mejoramiento integral partiendo de la densificación hallada en el interior de la UPZ.

### **Localidad de Kennedy – UPZ Tintal norte**

La UPZ Tintal Norte en el año 2012 registró 8.551 unidades catastrales en uso y 490.633 m<sup>2</sup> construidos encontrándose el uso de bodega en 185 unidades con 44.366m<sup>2</sup>.

El uso de vivienda PH con 7.560 unidades y 384.025m<sup>2</sup> construidos, el uso de vivienda en NPH contó con 93 unidades y 11.107m<sup>2</sup> construidos y la categoría de otros usos contó con 22 unidades y 6.444m<sup>2</sup>. Se consolidó el uso de bodegas de almacenamiento en la UPZ ubicado en el polígono comprendido entre la Avenida Calle 12 o Avenida Alsacia y la Calle 13 entre la Avenida Carrera 86 o Avenida Ciudad de Cali y Carrera 88D. Y la zona de expansión urbana se ha consolidado en el sector entre la Calle 10 y Calle 11 entre Carrera 88D y Carrera 90<sup>a</sup> como se visualiza en la Ilustración No. 10 (Secretaría Distrital de Ambiente, 2021)



**Figura 10.***UPZ Tintal Norte con sus usos de suelo*

**Fuente:** Dinámica de la construcción por usos- Localidad Kennedy - Catastro de Bogotá.

### **Reconocimiento del área y ubicación de los puntos de vertimientos**




Antes de empezar el proceso de muestreo en el tramo cuatro (4) del Río Fucha, se ejecutó un pre recorrido para la identificación de la ubicación geográfica y cardinal de todos los vertimientos directos e indirectos de agua residual doméstica e industrial con el fin de elegir los puntos estratégicos para nuestro análisis de calidad hídrica. Los 18 vertimientos establecidos se pueden visualizar en la Tabla No. 3.

### Puntos de descarga de vertimientos identificados en el tramo cuatro (4)

Cuando se inició el recorrido de reconocimiento del tramo cuatro (4) del Río Fucha, se empezó desde la Avenida Boyacá con Calle 13 hasta la desembocadura al Río Bogotá atravesando sectores comerciales, residenciales, industriales y de tráfico pesado muy cerca al afluente evidenciando el aumento de carga contaminante y caudal a medida que nos íbamos acercando más hacia el occidente de Bogotá y donde se registró los siguientes puntos de vertimientos con su registro fotográfico, orientación y el nivel de impacto ambiental:

**Tabla 3.**

*Puntos de Vertimientos tramo cuatro Río Fucha*

Inspección visual del Rio Fucha						
N°	Características	Coordenadas		Fotografía	Costado	Impacto
		Latitud	Longitud			
1	Frente Estación móvil 500mt abajo puente Av. Boyacá, agua residual gris verdoso	4°64'81,41"N	-74°12'91.62"W		Sur	Alto
2	500 mts más abajo del punto 1 aguas residuales color negro (acceso con bastante arbusto medianamente alto)	4°64'85.13"N	-74°12'92.63"W		Norte	Alto
3	Tubo sin salida de agua en el momento	4°64'86.14"N	-74°12'93.37"W		Norte	Bajo

<p><b>4</b></p> <p>Frente fábrica entre empresa de vehículos de transporte olor residual alimentos (más accesible)</p> <p>4°64'85.52"N      -74°12'95.87"W</p>		<p>Sur      Alto</p>
<p><b>5</b></p> <p>Tubo sin salida</p> <p>4°64'88.90"N      -74°13'02,34"W</p>		<p>Sur      Bajo</p>
<p><b>6</b></p> <p>Salida intermitente agua residual coloración negra</p> <p>4°64'92.41"N      -74°13'04,65"W</p>		<p>Norte      Medio</p>
<p><b>7</b></p> <p>Canal intermitente agua residual color verdoso (materia orgánica)</p> <p>4°64'91.18"N      -74°13'10.61"W</p>		<p>Sur      Alto</p>
<p><b>8</b></p> <p>Agua intermitente canal</p> <p>4°64'92.40"N      -74°13'15.31"W</p>		<p>Sur      Bajo</p>
<p><b>9</b></p> <p>Tubos intermitentes pequeños (posibles aguas residuales)</p> <p>4°65'14.36"N      -74°13'30.03"W</p>		<p>Norte      Bajo</p>



10	Tubos intermitentes pequeños (posibles aguas residuales)	4°65'16.21"N	-74°13'33.43"W		Sur	Bajo
11	Aguas lluvias canal caudaloso coloración café, complicado acceso	4°65'33.73" N	-74°13'44.04" W		Sur	Alto
12	Intersección canal río San Francisco (Burbujeo aparente actividad microbiana anaerobia por falta de oxígeno) Avistamiento de vectores aves de carroña.	4°65'51.76" N	-74°13'49.77"W		Norte	Alto
13	Entrada de dragado	4°65'61.38"N	-74°13'54.16"W		Norte	Alto
14	500 mts abajo puente peatonal tubo aguas residuales intermitentes	4°65'68.98"N	-74°13'57.89"W		Norte	Bajo
15	500 mts arriba puente peatonal coloración gris-blanco	4°65'72.58"N	-74°13'5993"W		Norte	Alto

<b>16</b> Tubo aguas residuales intermitentes 10mt arriba Av. Ciudad de Cali – Debajo puente	$4^{\circ}65'78.88''\text{N}$	$-74^{\circ}13'67.53''\text{W}$		Norte	Bajo
<b>17</b> Deja de ser canalizado el río, difícil acceso, cercado por propiedad privada (Industrias – parqueaderos) hasta la Carrera 96H Bis	$4^{\circ}65'87.50''\text{N}$	$-74^{\circ}13'72.71''\text{W}$		Sur	Alto
<b>18</b> 300 mts arriba de Carrera 96H Bis con espuma	$4^{\circ}66'18.89''\text{N}$	$-74^{\circ}14'54.92''\text{W}$		Norte	Alto

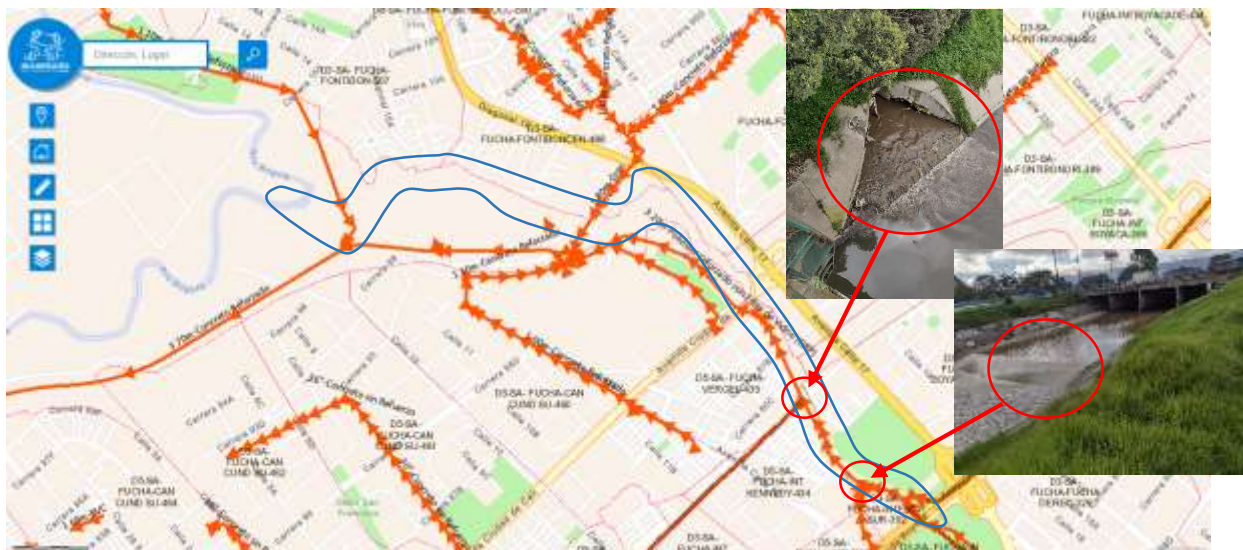
**Fuente:** Autora, (2022) – Datos de campo

#### **Vertimientos provenientes de la red de alcantarillado pluvial y sanitario en el tramo cuatro (4) del Río Fucha.**

Desde el Geo- Portal de la Empresa de Alcantarillado de Bogotá (EAAB), se encuentran los mapas interactivos de alcantarillado pluvial y sanitario de la ciudad, donde se puede identificar las respectivas coordenadas de cada vertimiento y/o desagüe de aguas residuales domésticas e industriales a cada cuerpo de agua y a su vez, el flujo hídrico de cada canal con su respectiva salida, con el fin de que su estructura hidráulica cuente con la capacidad de asumir caudales elevados en épocas de lluvia y evitar efectos de desbordamiento e inundaciones.

**Figura 11.**

*Red de alcantarillado sanitario tramo cuatro Río Fucha*



**Fuente:** Geoportal – EAAB

**Figura 12.**

*Red de alcantarillado pluvial, tramo cuatro Río Fucha.*



**Fuente:** Geoportal – EAAB

En el Río Fucha se puede visualizar de acuerdo a las Figuras 11 y 12 que el tramo cuatro a partir de aguas debajo de la Avenida Ciudad de Cali solo cuenta con 1 punto de salida pluvial y 1 punto de salida sanitario.

### **Selección y ubicación de los puntos de muestreo en el tramo cuatro (4) del Río Fucha**

Para la selección de los puntos de muestreo se tuvo en cuenta las siguientes características:

**Representatividad:** Con el objetivo de lograr resultados más acertados al comportamiento físico-químico del río, es importante tomar una técnica de muestreo adecuada donde se recolecten los volúmenes precisos a fin de llevarlos a cada laboratorio en mediciones ex situ, para ello, se seleccionó cinco (5) puntos significativos a lo largo del tramo cuatro del Río Fucha. Iniciando desde la Avenida Boyacá con Calle 13 (punto 1) hasta la Diagonal 15A (punto 5), distribuidos en la extensión total del tramo teniendo en cuenta los vertimientos de mayor impacto.

**Accesibilidad:** Los puntos de muestreo contaron con ubicaciones estratégicas y de fácil acceso teniendo en cuenta las mediciones in situ coincidiendo con puentes vehiculares o peatonales que permita el descenso ágil y seguro.

**Seguridad:** Es uno de los factores más sensibles en la exposición del cuerpo de investigación y los equipos de medición ya que es latente la delincuencia común en los sectores cercanos a la ronda del río. Además de minimizar los riesgos de accidentes y lesiones personales. También tener en cuenta las posibles crecientes en épocas de lluvia, deslizamientos o arrastre de objetos de gran magnitud.

## Momento 2. – Muestreo y cálculo ICACOSU

### Métodos de ensayo para el análisis de muestras

La guía técnica que detalla la metodología precisa para llevar a cabo la evaluación de la calidad hídrica es “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23<sup>rd</sup> Edition, 2017*”, la cual fue acogida por el IDEAM y se describe a continuación los métodos de ensayo utilizadas en este proyecto para cada parámetro desarrollado en el laboratorio certificado AllChem LTDA y de la UNAD.

**Tabla 4.**

*Métodos de ensayo para el análisis de muestras según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23<sup>rd</sup> Edition, 2017 e IDEAM*

Ensayo	Método	Referencia	Medición	Laboratorio
Coliformes Totales y Fecales	Sustrato enzimático - NMP	TP0423	Ex situ	UNAD
DBO <sub>5</sub>	Electrométrico	SM 5210 B - SM 4500 O G	Ex situ	All Chem LTDA
DQO	Titulación	SM 5220 B	Ex situ	All Chem LTDA
Oxígeno Disuelto	Electrométrico	SM 4500-O G	Ex situ	All Chem LTDA
pH	Electrométrico	SM 4500 H+ B	In situ	-
Conductividad	Electrométrico	SM 2510 B	In situ	-
Sólidos Suspendidos Totales	Gravimétrico – Secado 105°C	SN 2540 D	Ex situ	UNAD
Temperatura	Termométrico	SM 2550 B	In situ	-

**Fuente:** Autora y All Chem LTDA, (2022)

### Preservación de las muestras

Las técnicas de preservación son útiles para retardar la acción biológica, hidrólisis de los compuestos o complejos químicos, reducir la volatilidad de los constituyentes, y reducir los

efectos de absorción por el cambio de temperatura, por esto es importante guardar las muestras en temperaturas bajas sin congelación antes del envío al laboratorio con hielo triturado y en envases opacos o ámbar. Se relaciona a continuación la preservación de los parámetros ex situ:

**Tabla 5.**

*Preservación de muestras*

Parámetro	Recipiente	Volumen de recipiente (ml)	Número de recipientes	Tipo de muestra	Preservación
<b>DBO<sub>5</sub></b> <b>DQO</b>	Garrafa plástica	1000	5	Puntual	Refrigeración $\leq 6^{\circ}\text{C}$
<b>Oxígeno Disuelto</b>	Frascos Winkler	500	5	Puntual	1ml de Sulfato de Manganeso y 1ml Alcalí Yoduro Nitrato. Refrigeración $\leq 6^{\circ}\text{C}$
<b>Coliformes Fecales Sólidos Suspendedos Totales</b>	Garrafa plástica opaca	1000	5	Puntual	Refrigeración $\leq 6^{\circ}\text{C}$

**Fuente:** Autora, All Chem LTDA, (2022)

**Figura 13.**

*Preservación de las muestras para el parámetro de Oxígeno Disuelto por parte del equipo técnico del laboratorio All Chem LTDA*



**Fuente:** Autora – All Chem LTDA, (2022)



## **Desarrollo del monitoreo**

### **Descripción del procedimiento pre muestreo**

#### **Préstamo de equipos de medición in situ**




Los equipos que se necesitan para la medición in situ de los parámetros físicos como pH, conductividad y temperatura fueron pH metro y conductímetro, los cuales fueron proporcionados por la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), teniendo en cuenta el formato F-4-8-3 “*Formato de autorización salida de elementos*” diligenciado con la firma de la salida e ingreso de éstos equipos por las áreas de innovación de desarrollo tecnológico, adquisiciones e inventario, infraestructura y mantenimiento físico y revisión del personal de seguridad de la universidad ([Ver Anexo 11](#)). Además, la solución buffer para la estabilización del electrodo interno fue facilitada a fin de garantizar una medición sin alteraciones o inexactas en los resultados a analizar.

#### **Preparación de Agar Nutritivo - sustrato enzimático y esterilización de vidriería microbiológica**

Luego de la solicitud y aprobación del espacio del laboratorio de microbiología de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), se procedió el alistamiento del medio de cultivo y esterilización del material de vidrio a usar en la siembra y conteo de actividad microbiana recolectada de las 5 muestras del cuarto tramo del Río Fucha. Basándonos en el método **TP0423** del IDEAM se llevó a cabo el siguiente proceso de preparación del Agar MacConkey y Peptona.

**Tabla 6.**

*Proceso de preparación de agar y peptona para cultivo de microorganismos*

<b>Proceso preparación medio de cultivo Agar Nutritivo</b>	
<b>Paso a paso</b>	<b>Fotografía</b>
Se seleccionó el Agar MacConkey como medio de cultivo para el aislamiento de microorganismos entéricos que fermenten lactosa, en este caso <i>E. Coli</i>	
La peptona se utilizó como fuente principal de nitrógeno en los medios de cultivo microbiano.	
Se pesó 18g de Agar MacConkey para 360ml de agua destilada en relación 1:5 peso/volumen	
Se pesó 0,7g de Peptona en 700ml de agua destilada en relación 1:0,1 peso/volumen.	



---

Se lleva a calentar en un Erlenmeyer de 1000ml agitando suavemente hasta diluir el agar sin dejarlo hervir.



---

Luego de pasar la dilución de peptona y agua destilada por 15 minutos en un agitador magnético y verificando que se haya homogenizado se marcan 5 frascos que se van a usar para cada punto de muestreo y se agregan 90ml en cada uno.



---

Los ml restantes se colocan 9ml en cada 27 tubos de ensayo restantes que serán usadas para las diluciones en la siembra.



---

Después de enfriar el agar disuelto se empaca con papel craft y cinta evitando fugas e igualmente el paquete de pipetas plásticas, se tapan muy bien los frascos y tubos de ensayo llevando todo a la autoclave aproximadamente por 1 hora.



---

Al enfriar el agar se recolectan 15 cajas de Petri previamente esterilizadas colocándolas alrededor de un mechero para evitar la contaminación por otros agentes y se empieza a distribuir el agar MacConkey de manera equitativa en cada una de las cajas de Petri.



Finalmente se empacan las cajas de Petri en papel vinilpel llevándolas en conjunto con los frascos y los tubos de ensayo con peptona a la nevera durante 8 días.



---

**Fuente:** Autora, (2022)

### **Verificación y/o ajuste de equipos**

Antes de empezar el monitoreo, se debe asegurar que los equipos de medición in situ (pH metro y conductímetro) se encuentren en condiciones adecuadas para la determinación de los ensayos, asegurando la verificación de patrones, batería, disponibilidad de memoria de almacenamiento, entre otros. Además, se verificó su funcionamiento y las unidades de medición según el fabricante para el ajuste de los resultados y no quedar en la incertidumbre cuando se tengan que realizar los respectivos cálculos para hallar el índice de calidad.

**Figura 14.**

*Verificación, alistamiento y ajuste de los equipos*



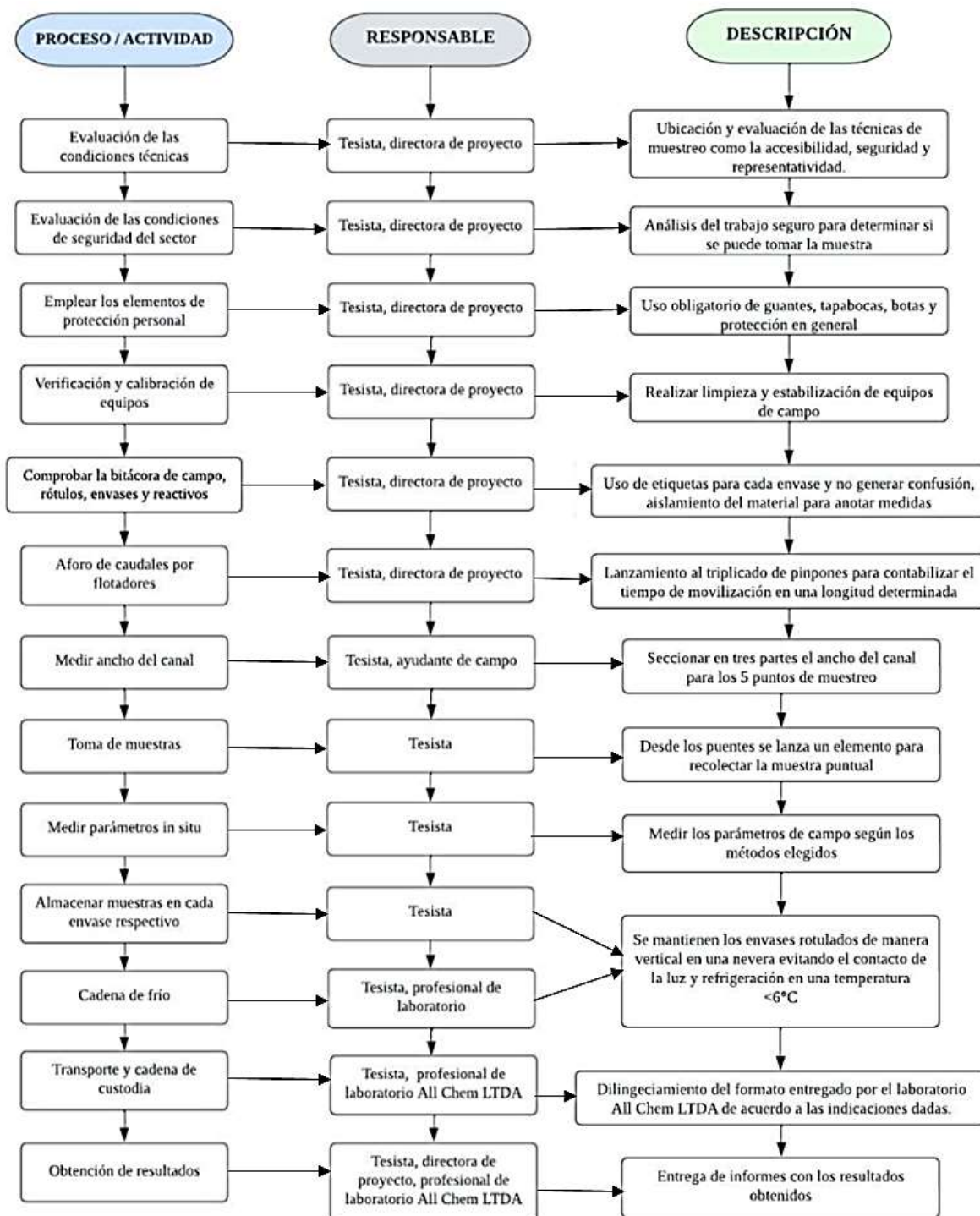
**Fuente:** Autora, (2022)

**Descripción del procedimiento muestreo**

El Río Fucha es un ecosistema lotico del que se seleccionó el tipo de muestra puntual y simple para cada punto de muestreo donde se desarrolla la ejecución del monitoreo. A continuación, se expone en la Figura No. 15 el procedimiento con las técnicas realizadas en la recolección del agua residual para el tramo cuatro (4) relacionando proceso y/o actividad, responsables y la descripción de cada paso.

Figura 15.

Diagrama del procedimiento de muestreo



Fuente: Autora, (2022)

## Medición de caudal – Aforo por flotadores

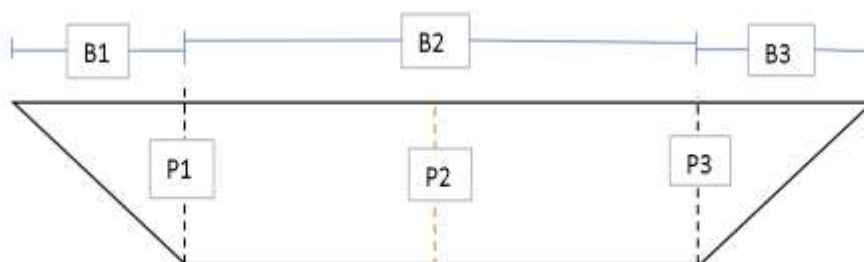
En este proyecto investigativo del tramo cuatro (4) del Río Fucha, se seleccionaron 5 puntos estratégicos de muestreo, en este caso, puentes peatonales que a su vez contarán con la posibilidad de medir el caudal de manera artesanal con metro, cronómetro, pin pones de colores (flotadores) y un medidor de profundidad del río en madera con punta en metal.

El grupo de investigación eligió el costado norte de cada punto para medir una sección del canal (largo) y en el momento de lanzar el flotador (pin pon) desde la parte central del puente peatonal en caída libre, se determinará el tiempo que atraviesa de un punto “a” a un punto “b” este elemento (Ver Figura No. 17). Realizando esta acción por triplicado.

El levantamiento topográfico del canal en función de hallar su área en cada punto de muestreo se tuvo en cuenta tres profundidades: los dos bordes y un punto medio con el instrumento elaborado por la tesista como se puede visualizar en la Figura No. 18. Y finalmente, el ancho del canal se midió con un metro formando la siguiente figura:

### Figura 16.

*Segmentación del área*



**Fuente:** Autora, (2022)

Se calcula el área total aplicado con la siguiente fórmula:

**Ecuación 1.***Área total*

$$A_{Total} = A_1 + A_2 + A_3$$

Donde:

$$A_1 = \frac{B_1 * P_1}{2}$$

Donde:

B<sub>1</sub> = Base<sub>1</sub>P<sub>1</sub> = Profundidad<sub>1</sub>

$$A_2 = B_2 * P_2$$

Donde:

B<sub>2</sub> = Base<sub>2</sub>P<sub>2</sub> = Profundidad<sub>2</sub>

$$A_3 = B_3 * P_3$$

Donde:

B<sub>3</sub> = Base<sub>3</sub>P<sub>3</sub> = Profundidad<sub>3</sub>

Teniendo en cuenta que la velocidad se halla

**Ecuación 2.***Velocidad*

$$V = \frac{(T_1 + T_2 + T_3)/3}{L}$$

Donde:

T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> = Tiempo en cruzar el pin pon del punto “a” al “b”

L = Largo entre punto “a” y “b”

Finalmente se calcula el caudal

**Ecuación 3.***Caudal*

$$Q = V * A_{total}$$

Donde:

Q = Caudal

V = Velocidad

A<sub>total</sub> = Área total

### Figura 17.

*Aforo por flotador (pin pon) desde el puente peatonal punto 2 de muestreo*



**Fuente:** Autora, (2022)

### Figura 18.

*Medición preliminar de profundidades del tramo 4 Río Fucha*



**Fuente:** Autora, (2022)



### Toma de muestra puntual

La toma de muestra puntual se refiere a un lugar representativo donde se va a coger un volumen específico en un determinado momento, donde la composición organoléptica del agua se manifieste a partir de análisis fisicoquímicos al fin de evaluar su calidad. La muestra obtenida representará la constitución del Río Fucha tramo cuatro (4), en la fecha y hora en la que se desarrolló la recolección. La cantidad de muestras a tomar van a ser 1 por cada punto de monitoreo.

Al ver la Figura No. 19 se puede observar cómo se recolectaron las muestras al usar un artefacto metálico con peso alrededor y atado a un lazo de una longitud de más de 40mt para que pueda llegar hasta un punto intermedio de la profundidad del canal desde los puentes utilizados como puntos de muestreo en el tramo cuatro del río.

#### Figura 19.

*Ejercicio preliminar de toma de muestra puntual desde puente peatonal punto 2 del tramo cuatro Río Fucha.*



**Fuente:** Autora, (2022)



## Transporte y cadena de custodia hasta laboratorio

La custodia de muestras trazada documentalmente en la planilla exigida por el laboratorio All Chem LTDA y laboratorio microbiológico de la UNAD basándose en realizar seguimiento continuo a las muestras de ensayo durante la toma, preservación, identificación, embalaje, transporte y recepción en el laboratorio, para su posterior análisis, evitando que cualquier factor externo pueda alterar su integridad. La tesista, directora del proyecto y ayudantes de campo garantizan que se diera cumplimiento a los controles y actividades estipuladas en el procedimiento elegido, garantizando la entrega en los tiempos establecidos, sin exceder los requerimientos máximos de almacenamiento y preservación permitido para cada parámetro. El área de recepción de muestras fue la encargada de generar el ingreso de estas asignando un código único a los recipientes como se puede observar en el [Anexo 1](#).

### Figura 20.

*Muestras recolectadas de los 5 puntos de muestreo en el laboratorio de la UNAD*



**Fuente:** Autora, (2022)

## Desarrollo laboratorio UNAD

### Siembra Coliformes y conteo Unidad Formadora de Colonias (UFC)

Antes de empezar la siembra se desinfecta el área de trabajo y materiales a usar, se debe colocar los implementos de protección personal como guantes, tapabocas, bata y gafas.

Inicialmente, se enciende un mechero Bunsen donde vamos a ubicar las cajas de Petri con el agar solidificado, pipetas, rastrillo, tubos de ensayo, pipeteador y los frascos que contienen la peptona.

En cada frasco se agrega 10ml de agua residual muestreada según su punto, se agita suavemente para homogeneizar y se empieza a realizar las diluciones tomando ésta como  $10^0$ : se pipetea 1ml de la anterior dilución hacia el primer tubo de ensayo como  $10^{-1}$ , así sucesivamente hasta llegar a la dilución  $10^{-5}$ . Para este caso se toma únicamente las tres últimas diluciones para sembrar, es decir  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  y  $10^{-5}$  colocando 1ml de cada dilución en una caja de Petri con agar nutritivo y con ayuda de un rastrillo plástico se distribuye uniformemente. Cabe aclarar que no se realizó réplica de sembrado.

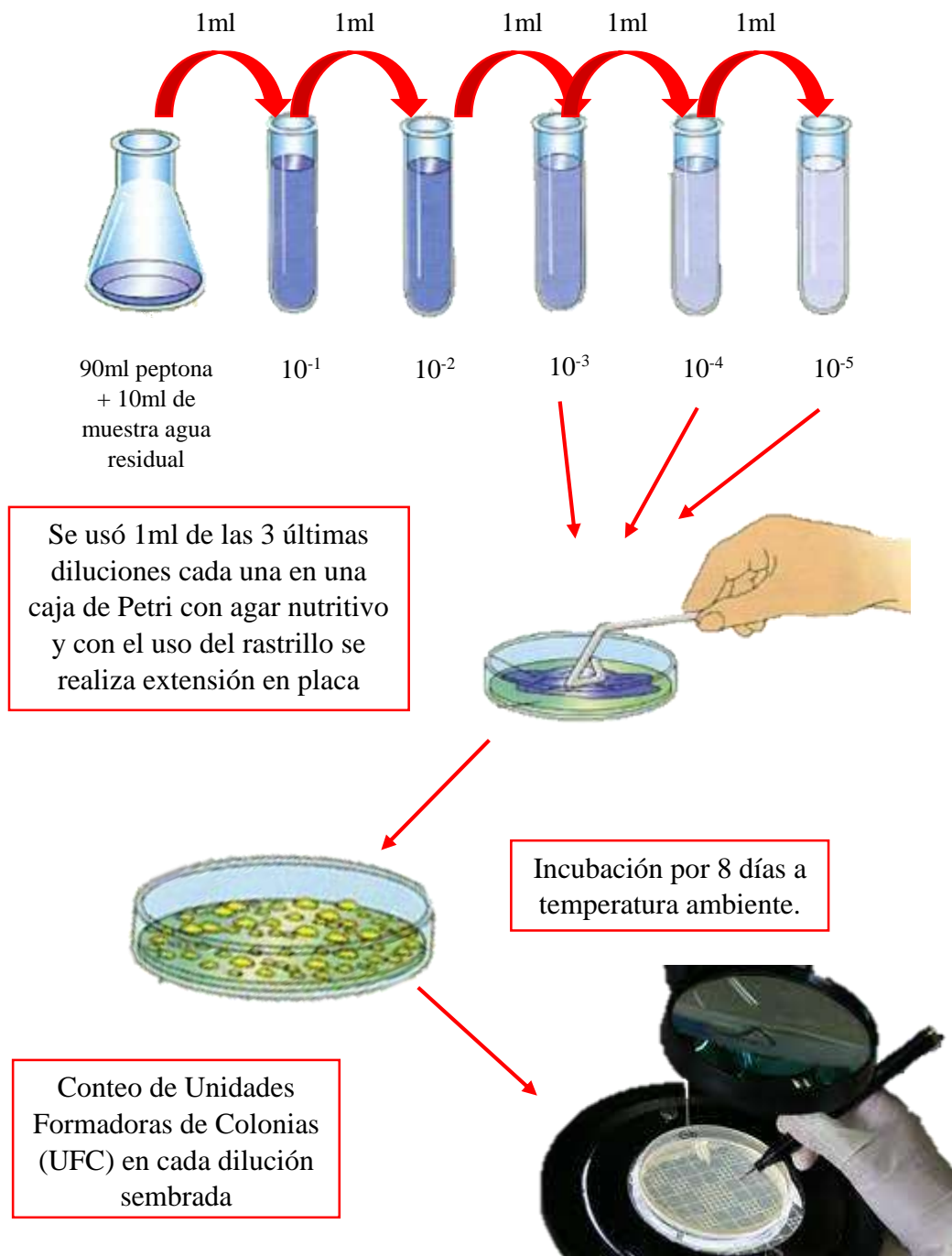
Se empaca las 15 cajas de Petri a temperatura ambiente incubando los microorganismos durante 8 días. Pasado el tiempo de incubación se realiza la lectura de la cantidad de Unidades Formadoras de Colonias en un contador de colonias provisionado por el laboratorio de la UNAD identificando colonias de color rosa o rojas (*E. Coli*) e incoloras o grisáceas (Coliformes). La sumatoria de las dos corresponden a coliformes totales.

El cálculo hallar coliformes totales es la siguiente:

#### Ecuación 4.

*Coliformes totales*

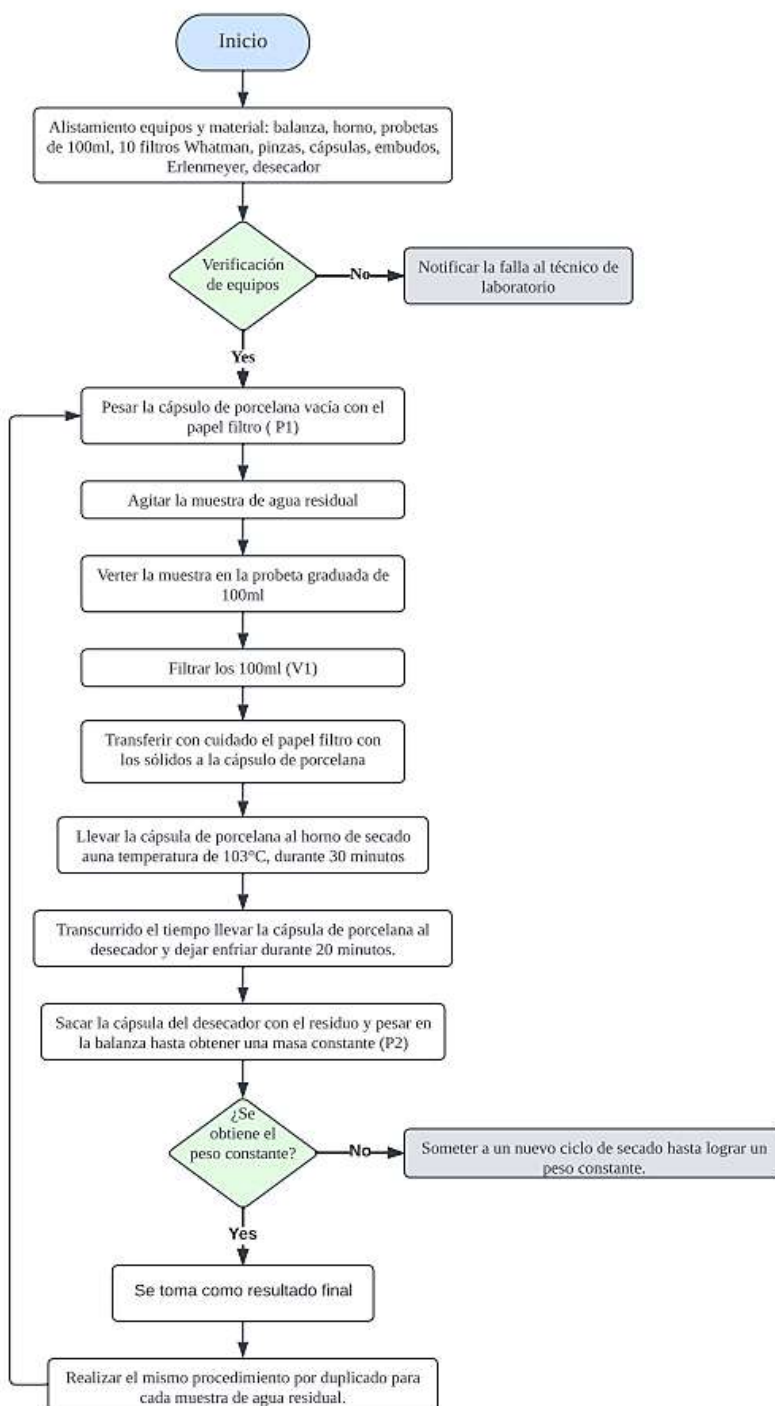
$$E. Coli - Coliformes totales \left( \frac{UFC}{ml} \right) = \frac{UFC}{dilución}$$

**Figura 21.***Procedimiento de siembra y conteo de UFC***Fuente:** Autora, (2022)

## Recolección y pesaje de Sólidos Suspendedos Totales

**Figura 22.**

*Diagrama del procedimiento de recolección y pesaje de SST.*



**Fuente:** Autora – IDEAM (2022)

En la Figura No. 22 se muestra el método gravimétrico SM2540 D elegido para medir el parámetro físico de Sólidos Suspendidos Totales descritos en el instructivo de ensayo por el IDEAM. Esta medición para cada punto de muestreo se realizó el mismo procedimiento al duplicado y luego se realizó su cálculo por medio de la siguiente ecuación:

### **Ecuación 5.**

*Concentración Sólidos Suspendidos Totales*

$$SST \left( \frac{mg}{L} \right) = \frac{(P_2 - P_1)1000000}{V_1}$$

Dónde:

P<sub>1</sub>: Peso de la cápsula vacía (gramos)

P<sub>2</sub>: Peso de la cápsula después de sacarla del desecador (gramos)

V<sub>1</sub>: Volumen de muestra (ml)

### **Figura 23.**

*Sólidos Suspendidos y secados en papel filtro*



**Fuente:** Autora, (2022)

## Metodología para el cálculo del ICACOSU

### ICACOSU – Índice de calidad General en Corrientes Superficiales

El índice se calcula a partir de datos de concentración de un conjunto de 5 o 6 variables consideradas desde un inicio las que determinan en gran parte a la calidad de aguas superficiales. Estas variables serán medida en el tramo 4 en relación al Río Fucha. La fórmula del cálculo del índice está dada por:

#### Ecuación 6.

*Cálculo ICACOSU*

$$ICACOSU = ICACOSU_{FA} * 0.8 + ILCAG * 0.2$$

Donde:

**ICACOSU:** Índice de calidad del agua para corrientes superficiales en general.

**ICACOSU<sub>FA</sub>:** Es el índice agregado de calidad fisicoquímica.

**ILCAG:** Índice de capacidad ambiental.

Teniendo en cuenta la siguiente expresión:

#### Ecuación 7.

*Cálculo ICACOSU<sub>FA</sub>*

$$ICACOSU_{FA} = (Si_{OD} * 0.2) + (Si_c * 0.18) + (Si_{SST} * 0.15) + (Si_{DBO} * 0.15) + (Si_{DQO} * 0.12) + (Si_{COD} * 0.12) + (Si_{pH} * 0.08)$$

Donde:

**ICACOSU<sub>FA</sub>:** Índice agregado de calidad fisicoquímica de acuerdo

**Si<sub>OD</sub>:** Subíndice de porcentaje de saturación de Oxígeno Disuelto

**Si<sub>c</sub>:** Subíndice de Coliformes Fecales.

**Si<sub>SST</sub>**: Subíndice de Sólidos Suspendidos Totales.

**Si<sub>DBO</sub>**: Subíndice de Demanda Biológica de Oxígeno.

**Si<sub>DQO</sub>**: Subíndice de Demanda Química de Oxígeno.

**Si<sub>COD</sub>**: Subíndice de Conductividad Eléctrica.

**Si<sub>pH</sub>**: Subíndice de pH. (IDEAM, 2013)

En la Tabla No. 7 se resumen las variables que están involucradas en el cálculo del índice para las 7 variables usadas en este proyecto de investigación con la unidad de medida en la que se registra cada uno de ellos y la ponderación que tienen dentro de la fórmula de cálculo.

**Tabla 7.**

*Parámetros y ponderación para cálculo ICA*

<b>Parámetros y Ponderación</b>		
<b>Variable</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Ponderación</b>
Demanda Biológica de Oxígeno, DBO	mg/L O <sub>2</sub>	0,15
Demanda Química de Oxígeno, DQO	mg/L	0,12
Oxígeno Disuelto, OD	% Saturación	0,2
Conductividad eléctrica, C.E.	μS/cm	0,12
pH	Unidades de pH	0,08
Coliformes Fecales, C.F.	NMP/1000ml	0,18
Sólidos Suspendidos Totales, SST	mg/L	0,15

**Fuente:** Centro de investigaciones en hidroinformática, (2013)

*Cálculo de valor de cada variable*

***Oxígeno Disuelto (OD)***

Esta variable tiene el papel biológico fundamental para definir la presencia o ausencia de vida acuática. (IDEAM, 2013)

**Ecuación 8.***Oxígeno Disuelto*

$$PS_{OD} = \frac{O_x \cdot 100}{C_p}$$

Donde

$O_x$ : Es el oxígeno disuelto calculado en el campo, asociado a la elevación del caudal o capacidad de re oxigenación

$C_p$ : Es la concentración de equilibrio de oxígeno, a la presión no estándar, es decir, oxígeno de saturación

**Ecuación 9.***Concentración de equilibrio de oxígeno*

$$C_p = C * P$$

El cálculo de la concentración de equilibrio de oxígeno se realiza a partir de la ecuación:

**Ecuación 10.***Logaritmo natural Temperatura*

$$\ln C^* = -139,3441 + \left( \frac{157570,1}{TE} \right) - \left( \frac{66423080}{TE^2} \right) + \left( \frac{12438000000}{TE^3} \right) - \left( \frac{86219490000}{TE^4} \right)$$

$$C^* = e^{C^*}$$

Donde:

TE: Temperatura (°K)

TE: T(°C) + 273,15

P: 1 Atm

Una vez realizado el cálculo del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, el valor  $I_{OD}$  con la siguiente fórmula:



**Ecuación 11.***Índice de Oxígeno Disuelto <100%*

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0.01 * \%sat)$$

Y cuando el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto es mayor al 100%

**Ecuación 12.***Índice de Oxígeno Disuelto >100%*

$$I_{OD} = 1 - (0,01 * \%sat - 1)$$

**Coliformes fecales**

En términos de NMP/100MI de *Echerichia Coli* indica la peligrosidad potencia de este tipo de contaminación microbiana a partir de las Unidades Formadoras de Colonias.

**Ecuación 13.***UFC según la dilución*

$$UFC_n = Promedio UFC * \frac{100}{Dilución}$$

Usar la siguiente ecuación para determinar el antilogaritmo

**Ecuación 14.***Antilogaritmo conversión de UFC a NMP/1000ml*

$$LogUFC = 0.37 + 0,90 * LogNMP$$

(Abad, Capa, Vaca, & Salazar, 2015)

Convertir de UFC a NMP/100ml

### Ecuación 15.

*Conversión UFC a NMP/1000ml*

$$10^{\text{LogUFC}}$$

(Abad, Capa, Vaca, & Salazar, 2015)

Límites y formulación para hallar su índice

### Ecuación 16.

*Índice coliformes fecales*

$$\text{Si } EC < \frac{50}{100} \text{ ml entonces } I_{CF} = 0,98$$

$$\text{Si } \frac{50}{100} \text{ ml} < EC < \frac{1600}{100} \text{ ml entonces } I_{CF} = 0,98 * e^{(EC-50)*-9,917754E-4}$$

$$\text{Si } EC > \frac{1600}{100} \text{ ml entonces } I_{CF} = 0.10$$

### Sólidos Suspendidos Totales (SST)

La presencia de sólidos suspendidos totales indica el cambio de condiciones hidrológicas de la corriente; puede causarse por procesos erosivos, vertimientos industriales, escorrentía, mala disposición de escombros y emisiones atmosféricas de material particulado donde tiene directa relación con la turbiedad. (IDEAM, 2013) Siendo su ecuación la siguiente:

### Ecuación 17.

*Índice Sólidos Suspendidos Totales*

$$I_{SST} = 1 - (-0.02 + 0.003 * SST)$$

Si  $SST \leq 4.5$  entonces  $I_{SST} = 1$

Si  $SST \geq 320$  entonces  $I_{SST} = 0$

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

Es indicador que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos. La fórmula para el cálculo de este índice es:

#### **Ecuación 18.**

*Índice Bioquímica de Oxígeno*

$$I_{DBO_5} = 1(-0.05 + 0.70 \log_{10} DBO_5)$$

$$\text{Para } DBO_5 > \frac{30mgO_2}{L} \text{ tiene } I_{DBO_5} = 0$$

$$\text{Para } DBO_5 < \frac{2.0mgO_2}{L} \text{ tiene } I_{DBO_5} = 1$$

### **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

Refleja la presencia de sustancias químicas que pueden ser oxidadas, al exponerse a condiciones altamente ácidas y a altas temperaturas; como lo son la materia orgánica y la materia inorgánica. (IDEAM, 2013). Se calcula con la siguiente formula:

#### **Ecuación 19.**

*Índice Demanda Química de Oxígeno*

$$\text{Si } DQO \leq 20, \text{ entonces } I_{DQO} = 0.91$$

$$\text{Si } 20 < DQO \leq 25, \text{ entonces } I_{DQO} = 0.71$$

$$\text{Si } 25 < DQO \leq 40, \text{ entonces } I_{DQO} = 0.51$$

$$\text{Si } 40 < DQO \leq 80, \text{ entonces } I_{DQO} = 0.26$$

$$\text{Si } DQO > 80, \text{ entonces } I_{DQO} = 0.125$$

### Conductividad eléctrica (C.E.)

Se relaciona con la suma de cationes y aniones, determinada en forma química refleja la mineralización. (IDEAM, 2013). Su fórmula es la siguiente:

#### Ecuación 20.

*Índice conductividad eléctrica*

$$I_{Cond} = 1 - 10^{(-3.26 + 1.34 \text{ Log}_{10} \text{ Conductividad})}$$

*Cuando  $I_{Cond} < 0$  (negativo)*

$$\text{Entonces } I_{Cond} = 0$$

### Potencial de Hidrógeno (pH)

Mide la acidez, cuando se presentan valores extremos pueden afectar la flora y fauna acuática. (IDEAM, 2013). Se calcula con la siguiente fórmula:

#### Ecuación 21.

*Índice para pH*

$$\text{Si } pH < 4 \text{ entonces } I_{pH} = 0.10$$

$$\text{Si } pH \text{ está entre 4 y 7 entonces } I_{pH} = 0.02628419 * e^{(pH \cdot 0.520025)}$$

$$\text{Si } pH \text{ está entre 7 y 8 entonces } I_{pH} = 1$$

$$\text{Si } pH \text{ está entre 8 y 11 entonces } I_{pH} = 1 e^{((pH-8)x-0.5187742)}$$

$$\text{Si } pH \text{ es } > 11 \text{ } I_{pH} = 0.10$$

### **Momento 3. Análisis de la información y comunicación de los resultados a las partes interesadas**

El modo de comunicación y socialización de los resultados obtenidos en el muestreo realizado en el tramo cuatro del Río Fucha, fueron informados a los actores involucrados en la problemática socio ambiental, luego del análisis técnico, de calidad (ICACOSU) y normativo (Resolución 5731 de 2008), bajo las siguientes actividades:

Radical en las alcaldías locales de Kennedy y Fontibón un informe técnico ambiental comunicando los resultado y análisis obtenido con respecto al punto de monitoreo con jurisdicción en dicha localidad. ([Ver Anexos 8 y 9](#))

Radical ante la SDA (Secretaria Distrital de Ambiente) un informe técnico de los resultado y análisis obtenido, con la finalidad de generar una repuesta con relación a la realidad de la calidad del agua en el tramo cuatro (4) del río Fucha, a la entidad ambiental con jurisprudencia en la ciudad de Bogotá D.C. ([Ver Anexo 7](#))

Para conocimiento de los interesados la tesista e investigadora del tramo (4) del río Fucha participó en el *V Encuentro de Semilleros de Investigación Zona Centro. Retos de la Investigación Formativa en Tiempos de Pandemia UNAD – 2021*, donde se expuso la propuesta del anteproyecto sus objetivos, contextualización y metodología apropiada para el desarrollo del mismo. ([Ver Anexo 10](#))

## Análisis y Resultados

Antes de iniciar el desarrollo del muestreo se eligieron 5 puntos estratégicos a lo largo del tramo cuatro del Río Fucha como se visualiza en la Figura No. 24. y la Tabla No. 8 se enlista su ubicación geográfica y su orden desde la Avenida Boyacá con Calle 13 hasta la desembocadura al Río Bogotá.

**Figura 24.**

*Puntos de muestreo tramo cuatro (4) del Río Fucha*



**Fuente:** Autora, (2022). ArcGis Online

**Tabla 8.**

*Puntos de muestreo seleccionados*

<b>Puntos de muestreo tramo cuatro Río Fucha</b>				
	<b>No. Punto</b>	<b>Dirección</b>	<b>Coordenadas</b>	
Río Fucha Tramo cuatro	1	Av. Boyacá con Calle 13	4,647885	74,128688
	2	Carrera 79 con Calle 16	4,651481	74,133158
	3	Aguas abajo Carrera 81a	4,655463	74,135258
	4	Av. Ciudad de Cali	4,658051	74,137103
	5	Diagonal 15A	4,664023	74,153120

**Fuente:** Autora, (2022)

## Análisis Técnico

Los siguientes datos se obtienen de manera in situ el día 8 de marzo entre las 6:20 am y 11:19am y ex situ en el laboratorio de microbiología y física la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) y laboratorio certificado All Chem LTDA.

### Caudal por punto de muestreo.

Se puede decir que el caudal (Q) es la cantidad de un fluido que se moviliza a través de una sección longitudinal y expresada en volumen por unidad de tiempo. Los caudales obtenidos en los cinco (5) puntos de muestreo fueron los siguientes:

**Tabla 9.**

*Datos para el cálculo de caudal*

<b>Caudal por punto de muestreo</b>										
Datos	Punto 1		Punto 2		Punto 3		Punto 4		Punto 5	
Hora	6:20		7:33		8:40		9:50		11:19	
Ancho total	23.65	m	19.15	m	28.3	m	27.38	m	38.93	m
Base <sup>1</sup>	6.35	m	2.4	m	1.45	m	3.4	m	9.64	m
Base <sup>2</sup>	15.87	m	9.55	m	23.35	m	22.58	m	19	m
Base <sup>3</sup>	1.43	m	2.4	m	3.5	m	1.4	m	10.29	m
Profundidad <sup>1</sup>	0.1	m	0.17	m	0.4	m	0.4	m	2.05	m
Profundidad <sup>2</sup>	0.17	m	0.29	m	0.54	m	1	m	1.9	m
Profundidad <sup>3</sup>	0.9	m	0.21	m	0.37	m	1.82	m	2.1	m
Largo	7.8	m	14.8	m	13.4	m	9	m	13.6	m
<b>Área</b>										
Área T <sup>1</sup>	0.32	m <sup>2</sup>	0.20	m <sup>2</sup>	0.29	m <sup>2</sup>	0.68	m <sup>2</sup>	9.88	m <sup>2</sup>
Área R <sup>1</sup>	2.70	m <sup>2</sup>	2.77	m <sup>2</sup>	12.61	m <sup>2</sup>	22.58	m <sup>2</sup>	36.1	m <sup>2</sup>
Área T <sup>2</sup>	0.64	m <sup>2</sup>	0.25	m <sup>2</sup>	0.65	m <sup>2</sup>	1.27	m <sup>2</sup>	10.80	m <sup>2</sup>
Área Total	3.66	m <sup>2</sup>	3.23	m <sup>2</sup>	13.55	m <sup>2</sup>	24.53	m <sup>2</sup>	56.79	m <sup>2</sup>
<b>Tiempo</b>										
Tiempo <sup>1</sup>	11.59	s	8.05	s	18.61	s	16.33	s	164	s
Tiempo <sup>2</sup>	12.29	s	7.8	s	16.63	s	11.52	s	220	s
Tiempo <sup>3</sup>	11.5	s	7.86	s	17.84	s	13.87	s	105	s
Tiempo promedio	11.8	s	7.90	s	17.69	s	13.91	s	163	s
Velocidad	0.66	m/s	1.87	m/s	0.76	m/s	0.65	m/s	0.08	m/s
<b>Caudal</b>										
Q	2.4	m <sup>3</sup> /s	6.0	m <sup>3</sup> /s	10.3	m <sup>3</sup> /s	15.9	m <sup>3</sup> /s	4.7	m <sup>3</sup> /s
	<b>2420 l/s</b>		<b>6040.2 l/s</b>		<b>10259.4 l/s</b>		<b>15877.7 l/s</b>		<b>4737.9 l/s</b>	

Fuente: Autora, (2022)

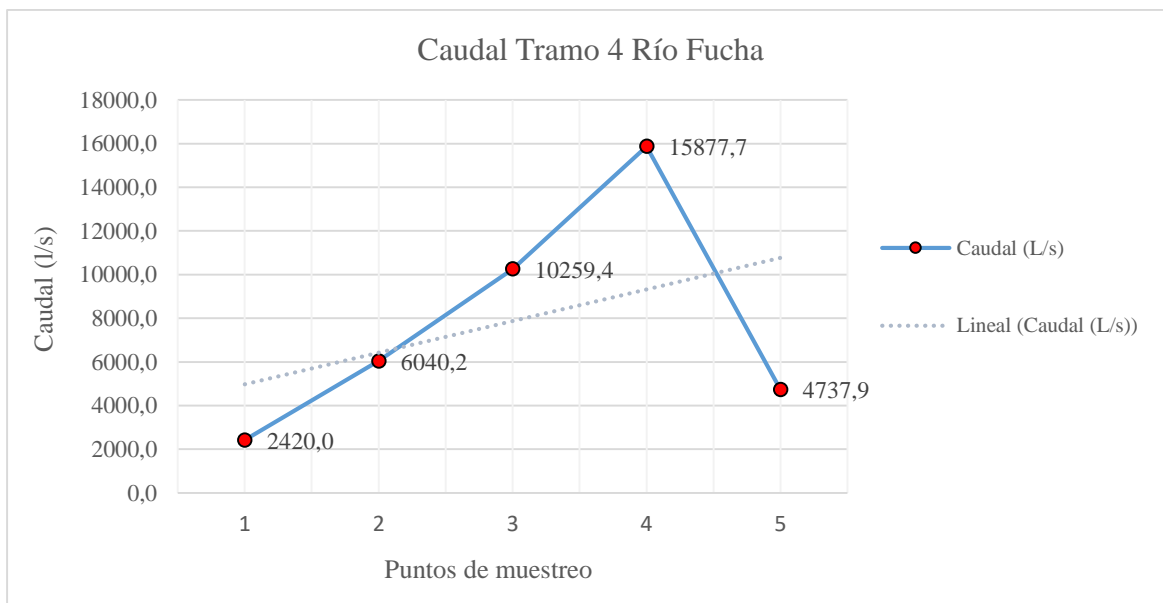
El comportamiento del caudal en el tramo cuatro (4) del Río Fucha es creciente hasta el punto 4 como lo muestra la Gráfica No. 1, el punto 5 disminuye debido al gradiente de la pendiente y la fricción de corrientes de viento en contracorriente del río generando así, lotificación de su dirección oriente-occidente en el momento de realizar la medición por medio de un método en función de la velocidad sobre una sección de agua.

En el punto 3 aumenta significativamente el caudal gracias a la intersección del canal Río San Francisco y un vertimiento de aguas residuales domésticas en gran volumen aguas abajo del puente vehicular de la Carrera 80 costado sur (Ver ilustración No. 25).

## Gráfica caudal

### Gráfica 1.

#### *Caudal tramo 4, Río Fucha*



**Fuente:** Autora, (2022)



Es importante mencionar que no solo por efectos climáticos se vio afectado el caudal en el punto 5, sino también por no contar con más vertimientos y el cambio estructural en la forma del canal trapezoidal al tener la anchura, la profundidad y el área total mayor entre todos los puntos de muestreo, por ejemplo, en el punto 4 se cuenta con  $24,53\text{m}^2$  en su área total, mientras que el punto 5 cuenta con  $56,79\text{m}^2$ . Por esta razón, se evidencia una mayor área en el canal trapezoidal que hace que en el cálculo de medición de caudal este valor disminuya considerablemente dado el método utilizado.

### **Figura 25.**

*Desembocadura Río San Francisco y vertimiento costado sur aguas abajo Carrera 80*



**Fuente:** Autora, (2022)

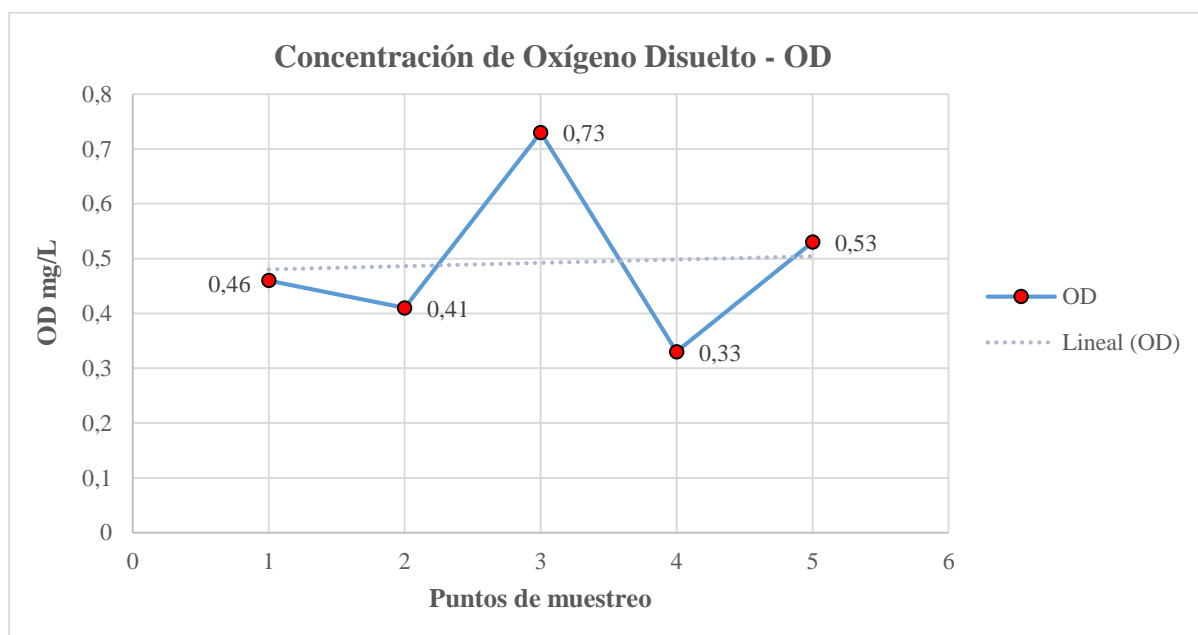
### **Sub Índice Oxígeno Disuelto**

La determinación de este indicador se da a partir de la cantidad en miligramos por litro de oxígeno disuelto en una muestra de agua correlacionado a su temperatura y altitud de cada punto de muestreo, hallando así, el porcentaje de saturación. De esta forma el Sub índice de Oxígeno Disuelto requerido en el ICACOSU se calculó de la siguiente manera:

**Tabla 10.***Resultados Sub índice Oxígeno Disuelto*

Subíndice Oxígeno Disuelto									
Punto	T °C	T °K	Ln C*	C*	P (Atm)	Cp	OD	PS%	Subíndice OD
1	12,4	285,55	2,37	10,68	1	10,68	0,46	4,31	0,043
2	16,9	290,05	2,27	9,69	1	9,69	0,41	4,23	0,042
3	17,7	290,85	2,25	9,53	1	9,53	0,73	7,66	0,077
4	18,6	291,75	2,24	9,35	1	9,35	0,33	3,53	0,035
5	18,4	291,55	2,24	9,39	1	9,39	0,53	5,64	0,056

Fuente: Autora, (2022)

**Gráfica de Oxígeno Disuelto****Gráfica 2.***Resultados de la concentración de Oxígeno Disuelto en el tramo cuatro (4) del río Fucha*

Fuente: Autora, (2022)

Se puede observar en la Gráfica 2 referente al comportamiento de la cantidad de oxígeno disuelto para los 5 puntos de muestreo, los cuales, reflejan ausencia de flora y fauna acuática en todo el tramo cuatro del Río Fucha ya que, según lo descrito en la Resolución 1096 de 2000 –

“Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS” para los procesos mínimos de tratamiento en función de la calidad de agua de una fuente aceptable; el parámetro de oxígeno disuelto debe estar igual o superior a 4mg/L, al no estar dentro de este valor el cuerpo de agua no cuenta con organismos vivos que dependan directamente del oxígeno para desarrollar sus procesos metabólicos. Sin embargo, es relevante mencionar que los puntos 3 y 5 reflejan una mejora en la oxigenación del río con valores de 0.73mg/L y 0.53mg/L, respectivamente.

En consecuencia, a las siguientes estructuras hidráulicas: caída elevada del vertimiento más caudaloso del tramo cuatro; al costado sur de aguas abajo del puente vehicular de la Carrera 80, compuerta con bombeo de nivelación de aguas residuales entre la Carrera 96i y la Transversal 97 Bis por ser una zona de pondaje o inundable para la amortiguación de los caudales máximos generados por las aguas lluvias y aparición de vegetación de ribera robusta en ambos costados impidiendo la visualización de su canal artificial desde aguas debajo de la Avenida Ciudad de Cali hasta su desembocadura al Río Bogotá. (Ver Figura No. 27)

### Figura 26.

*Preservación de oxígeno disuelto con reactivos y su precipitado en los 5 puntos de muestreo, tramo 4 Río Fucha.*



**Fuente:** Autora, (2022)

**Figura 27.**

*Puntos foco de aumento en la oxigenación del tramo 4 del Río Fucha.*



**Fuente:** Autora, (2022)

### **Subíndice Coliformes Totales**

Al determinar la calidad microbiológica del tramo cuatro (4) del Río Fucha como cuerpo de agua superficial, el conteo de coliformes totales y de *E. Coli* después de su incubación en agar nutritivo, se puede indicar contaminación fecal del agua por diferentes fuentes y que, además puede contener otros patógenos. Para este proyecto investigativo se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 11.**

*Resultados Sub índice Coliformes Fecales*

<b>Subíndice de coliformes</b>		
<b>Punto</b>	<b>Coliformes Totales (NMP/100mL)</b>	<b>Subíndice CF</b>
<b>1</b>	1,38x10 <sup>8</sup>	0,10
<b>2</b>	2,29x10 <sup>8</sup>	0,10
<b>3</b>	2,29x10 <sup>9</sup>	0,10
<b>4</b>	3,66x10 <sup>8</sup>	0,10
<b>5</b>	6,89x10 <sup>8</sup>	0,10

**Fuente:** Autora, (2022)

Conforme a la Resolución 5731 de 2008, se dispuso sobre el tramo cuatro (4) del Río Fucha el objetivo de calidad a 10 años para el parámetro de coliformes totales estar por debajo de 100000 NMP/100ml de acuerdo a su uso en referencia a los vertimientos industriales y domésticos realizados a la red de alcantarillado durante el recorrido, con el fin de mejorar moderadamente su disposición para otros usos como consumo, riego o actividades recreativas.

Los puntos 1 y 2 se encuentran dentro de los valores más bajos de colonias probablemente formadas de Coliformes Totales a partir de una muestra de 100ml, obteniendo  $1,38 \times 10^8$  NMP/100ml y  $2,29 \times 10^8$  NMP/100ml, respectivamente, debido a que tiene menos presencia del sector industrial, encontrando únicamente una presunta fábrica de alimentos por la emanación de olor distintivo y tres puntos de descargas directas. Dos de éstas están servidas de color aparente negro al parecer de la obra de construcción del Conjunto Residencial Zajari Zentral y también procedentes de aguas lluvia e infiltraciones (Ver Figura No. 28), adquiriendo esa tonalidad a causa de aguas sépticas que han sufrido una fuerte descomposición bacterial bajo condiciones anaerobias. Y el tercer punto cerca de la Avenida Boyacá con tonalidad gris verdoso debido a la formación de sulfuros metálicos por liberación de sulfuro a través de actividad microbiana anaerobia.

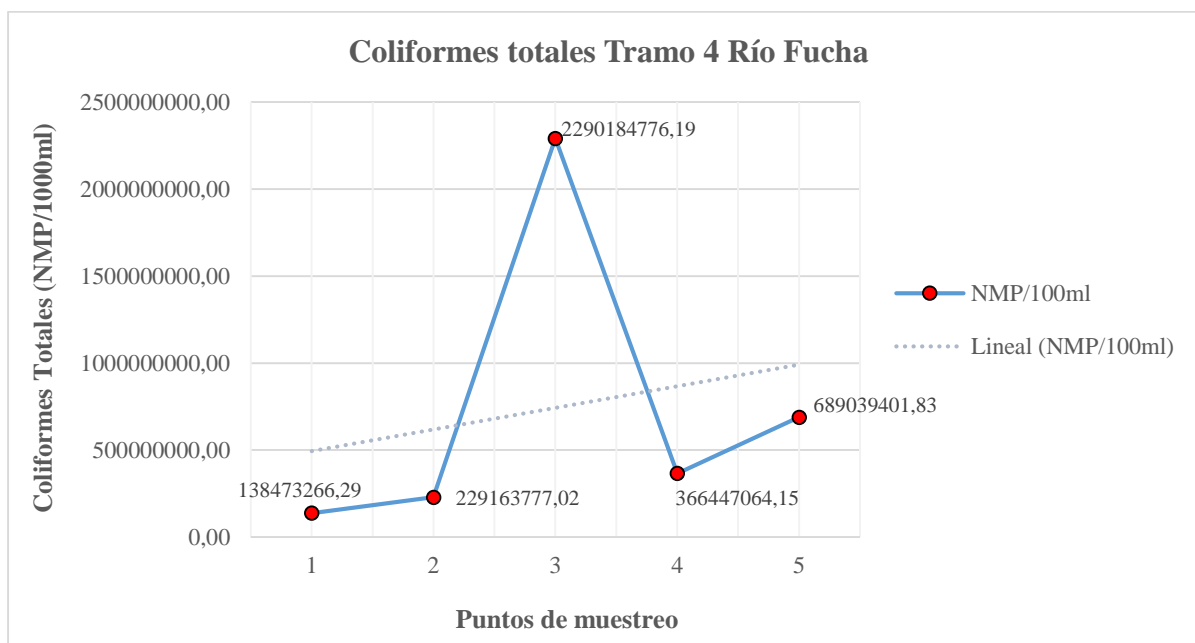
El punto más crítico en la formación de colonias de *E. Coli* fue el número 3 ubicado en la UPZ Castilla de la localidad de Kennedy, rodeado del puente vehicular de la Carrera 80 con alto flujo de vehículos, paradero de transporte público, asentamiento ilegal de recicladores, zona densa residencial y comercial y uno de los vertimientos más caudalosos de todo el tramo 4 del Río Fucha. Las diluciones  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  y  $10^{-5}$  sembradas en el medio de cultivo Agar Nutritivo después de una semana crecieron 154, 281 y 157 UFC (Unidades Formadoras de Colonias) como se muestra en la Figura No. 29, respectivamente, equivalentes a  $2,29 \times 10^9$  NMP/100ml en

promedio a las UFC de las 3 diluciones usadas. Indicando así, posible presencia de organismos patógenos característica común de agua residual doméstica contaminada por excretas humanas.

### Gráfica de Coliformes Totales

#### Gráfica 3.

*Resultados de la concentración de Coliformes Fecales en el tramo cuatro (4) del río Fucha*



**Fuente:** Autora, (2022)

Por último, los dos puntos de muestreo restantes 4 y 5, el valor obtenido de Número Más Probable de Coliformes Fecales obtenidos en laboratorio en condiciones óptimas de crecimiento, bajó en comparación al punto anterior con valores de  $3,66 \times 10^8$  y  $6,89 \times 10^8$ , respectivamente. Éstos se reducen ya que dentro del sistema de drenaje pluvial y sanitario solo se evidencia un vertimiento oficial a 300mt arriba de la Carrera 87B con Calle 15<sup>a</sup>; desviando desde la Avenida Ciudad de Cali hasta la desembocadura al Río Bogotá cualquier tipo de desagüe hacia el cauce del Río Fucha impactando los resultados conseguidos en laboratorio en coherencia al comportamiento estructural y microbiológico del tramo cuatro.



**Figura 28.**

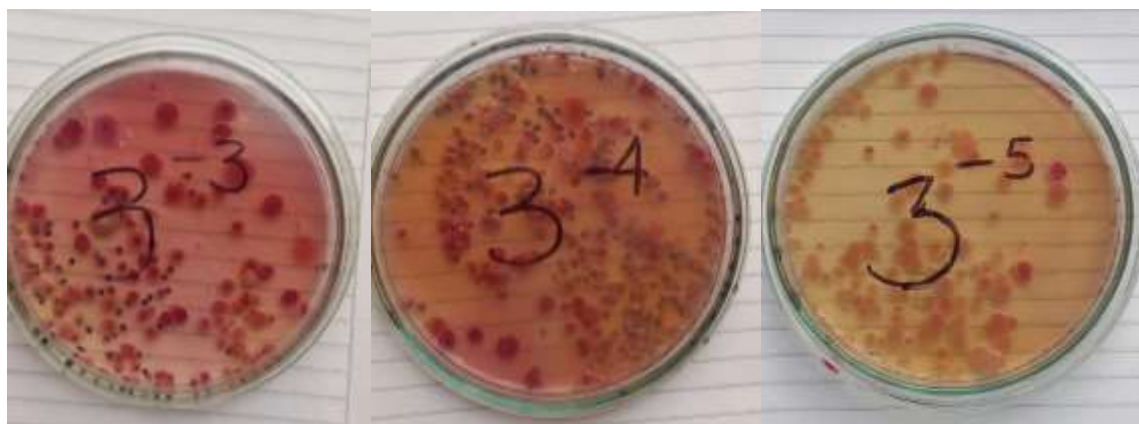
*Puntos de descarga identificados en el tramo cuatro (4) Río Fucha*



**Fuente:** Autora, (2022)

**Figura 29.**

*Unidades Formadoras de Colonias en las diluciones  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  y  $10^{-5}$  del punto de muestreo número 3.*



**Fuente:** Autora, (2022)

### **Subíndice de sólidos suspendidos totales – SST**

Los sólidos suspendidos son materia orgánica como algas, zooplancton y detritos o inorgánica como arcillas, lodo o arena relacionados directamente a la turbidez y color del cuerpo de agua. En consecuencia, el tramo cuatro (4) del Río Fucha por ser un efluente de agua residual

contiene sólidos coloidales en todo su recorrido por la carga contaminante doméstica e industrial vertido en su canal. Este indicador es medido en unidades de mg/L después de un proceso de filtrado y desecado obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 12.**

*Resultados Subíndice de Sólidos Suspendidos Totales*

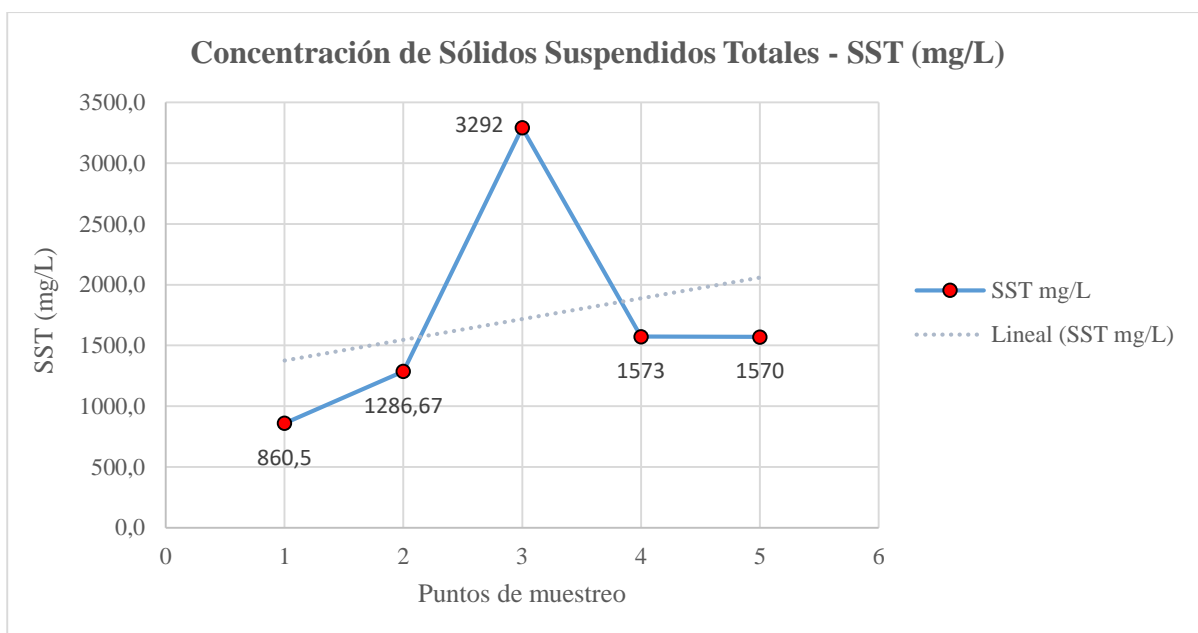
Subíndice de SST			
Punto	SST mg/L	Subíndice SST	ISST
1	860,5	-1,56	0
2	1286,67	-2,84	0
3	3292	-8,86	0
4	1573	-3,70	0
5	1570	-3,69	0

**Fuente:** Autora, (2022)

**Gráfica sólidos suspendidos totales**

**Gráfica 4.**

*Resultados concentración de Sólidos Suspendidos Totales tramo 4, Río Fucha.*



**Fuente:** Autora, (2022)



Los sólidos suspendidos afectan las propiedades ópticas del agua. El aumento de SST se debe a la gran dispersión de las partículas en las regiones roja e infrarroja y además estos altos valores de sólidos suspendidos como se determinaron en todo el tramo cuatro del Río Fucha en un largo plazo pueden sedimentarse y cubrir organismos acuáticos, huevos o pupas de macro invertebrados impidiendo la transferencia de oxígeno y resultar en la muerte de fauna. Las infiltraciones de escorrentía por agua lluvia en la zona superior del canal del río, arrastra partículas de tierra hacia el cauce, por otro lado, la disposición de residuos sólidos de construcción, la entrada de dragado (Ver Figura No. 30) y el tráfico pesado vehicular por las troncales Calle 13, Avenida Boyacá, Carrera 80, Avenida Ciudad de Cali generan la emisión de material particulado PM<sub>2,5</sub> y PM<sub>10</sub> según la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB) para la estación móvil Fontibón se obtuvo en promedio entre las 6am y 12pm en el día de muestreo (8 de marzo de 2022) en una concentración de 61,57 y 46,14 (Secretaría de Ambiente, 2022), respectivamente, que es condensado y dispuesto por la precipitación en redes fluviales afectando la concentración de este parámetro para la calidad hídrica del Río Fucha.

**Figura 30.**

*Disposición de residuos sólidos y entrada de dragado*



**Fuente:** Autora, (2022)

**Figura 31.**

*Sólidos Suspendidos obtenidos en laboratorio UNAD*



**Fuente:** Autora, (2022)

Siendo el punto 3 el más delicado en función de la cantidad de partículas en suspensión por litro muestreado ya que obtuvo 3292mg/L sobrepasando a los demás puntos de muestreo de todo el tramo cuatro del Río Fucha, por receptor el canal del Rio San Francisco aguas abajo Carrera 81<sup>a</sup> con Calle 16b en consideración a la capacidad de volumen por área que aumenta a partir de este punto. En la Figura No. 31 se muestra los sólidos recolectados mayores a 25 $\mu$ m que fueron filtrados con papel Whatman siguiendo el proceso metodológico de *Determinación de Sólidos Suspendidos Totales en agua secados a 103 – 105°C* del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en las instalaciones del laboratorio de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

### Subíndice Demanda Biológica de Oxígeno – DBO<sub>5</sub>

La Demanda Biológica de Oxígeno cuantifica la cantidad de O<sub>2</sub> consumido por los microorganismos presentes en agua durante el proceso de oxidación de la materia orgánica en el lapso de 5 días a temperatura ambiente de 20°C de manera ex situ o llevada al laboratorio

**Tabla 13.**

*Resultados Subíndice de DBO<sub>5</sub>*

Subíndice de DBO <sub>5</sub>			
Punto	DBO <sub>5</sub> mg/L O <sub>2</sub>	Subíndice DBO <sub>5</sub>	IDBO <sub>5</sub>
1	61,13	1,20	0
2	92,15	1,33	0
3	101,62	1,35	0
4	153,41	1,48	0
5	151,84	1,48	0

**Fuente:** Autora, (2022)

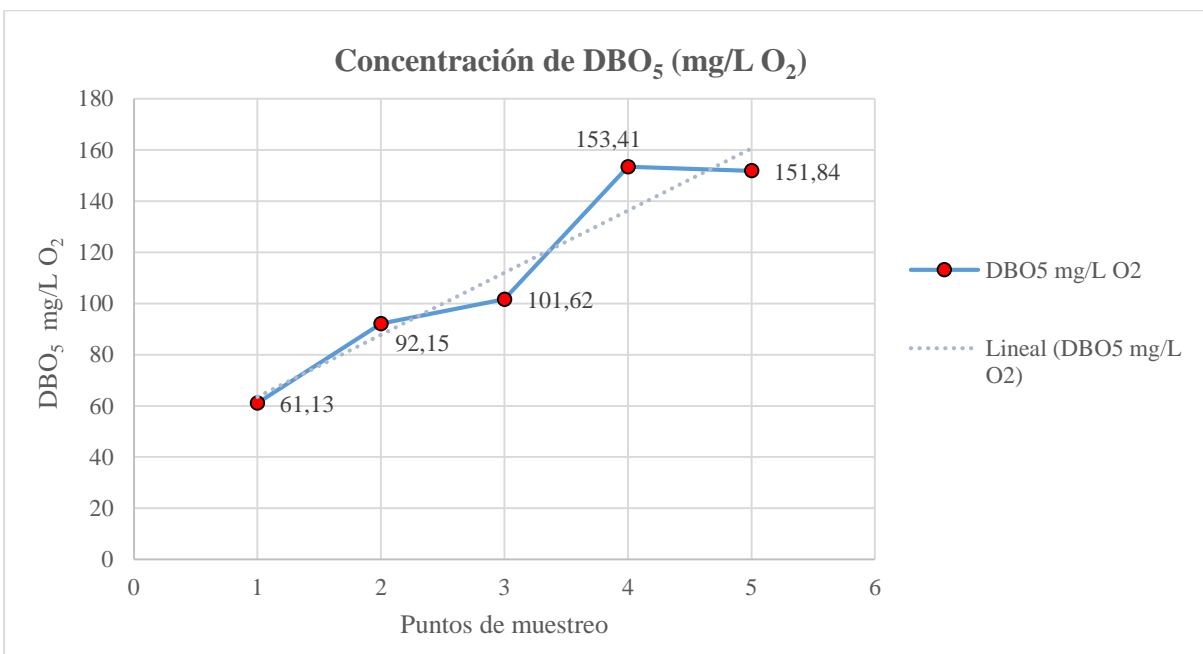
Los resultados obtenidos del parámetro DBO<sub>5</sub> en los 5 puntos de muestreo del tramo cuatro del Río Fucha se referencian a la cantidad materia orgánica biodegradable presente y el oxígeno que es consumido en el proceso de oxidación aerobia microbiana durante los primeros 5 días de biodegradación. De esta manera se reconoce por medio de éste indicador el volumen de materia orgánica vertida por efluentes de agua residual al canal del Río Fucha.

El oxígeno disuelto en aguas superficiales residuales tiene la característica, como el Río Fucha, de tener un alto contenido de materia orgánica la cual genera el crecimiento masivo de microorganismos que agotan el oxígeno e imposibilitan la presencia de especies acuáticas de fauna y flora, determinando el tramo cuatro en relación a la Demanda Bioquímica de Oxígeno como un agua levemente contaminada en los puntos 1 y 2 y como agua moderadamente contaminada en los puntos 3, 4 y 5.

## Gráfica Demanda Biológica de Oxígeno – DBO<sub>5</sub>

### Gráfica 5.

Resultados de la concentración de DBO<sub>5</sub> en el tramo cuatro del Río Fucha



Fuente: Autora, (2022)

### Figura 32.

Puntos de oxigenación en el tramo cuatro (4) del Río Fucha



Fuente: Autora, (2022)

Con respecto a los datos conseguidos en el laboratorio de los 5 puntos de muestreo, supera el límite permisible a partir del punto 2 en adelante según la Resolución 631 de 2015 para *Aguas Residuales Domésticas y No Domésticas de los Prestadores del Servicio Público de Alcantarillado*, siendo de 70mg/L O<sub>2</sub> el máximo para aguas superficiales, en consecuencia, a la distribución de los vertimientos mixtos ubicados a lo largo del tramo cuatro.

### **Subíndice Demanda Química de Oxígeno – DQO**

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) en un cuerpo de agua, mide la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medios químicos y convertirla en dióxido de carbono y agua.

#### **Tabla 14.**

*Resultados Subíndice de DQO*

<b>Subíndice de DQO</b>		
<b>Punto</b>	<b>DQO mg/L O<sub>2</sub></b>	<b>Subíndice DQO</b>
<b>1</b>	89,14	0,125
<b>2</b>	148,56	0,125
<b>3</b>	155,13	0,125
<b>4</b>	207,98	0,125
<b>5</b>	213,47	0,125

**Fuente:** Autora, (2022)

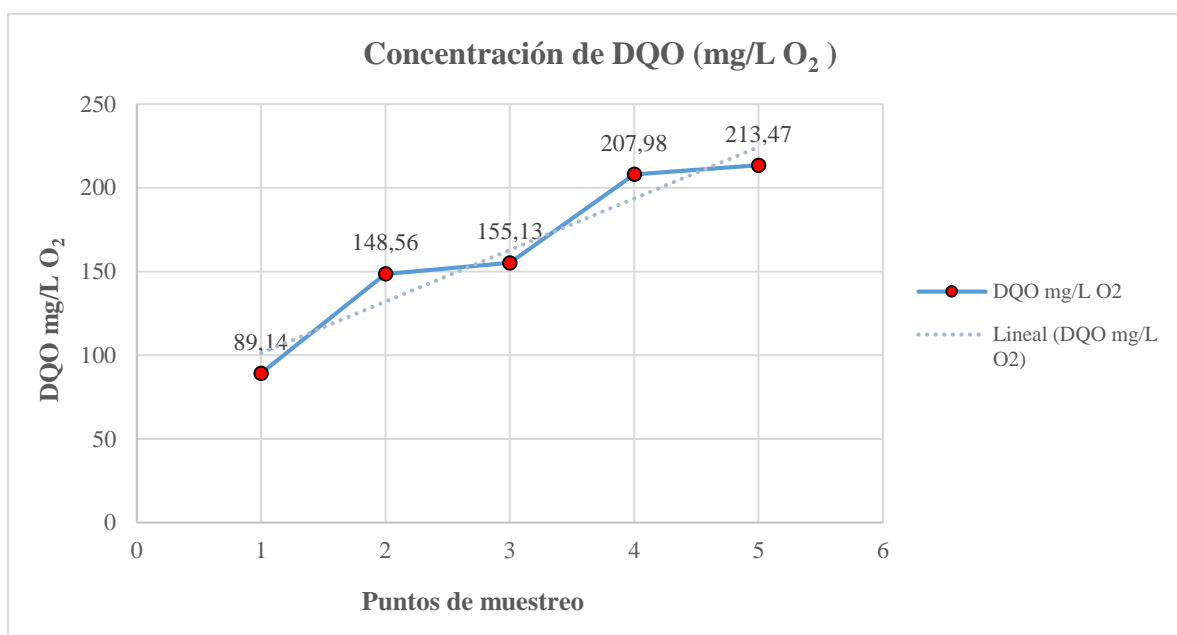
En la Gráfica No. 6 se evidencia el aumento progresivo de las concentraciones para el parámetro DQO al avanzar cada punto de muestreo del tramo cuatro del Río Fucha. Siendo el punto 1 el menor valor con 89.14mg/L O<sub>2</sub> demostrando una captación de agua residual obtenida netamente de una zona residencial previo al cruce de la Avenida Boyacá. Se empieza a notar aguas debajo del puente de la Avenida Boyacá actividades comerciales, de transporte y

construcción en ambos costados del Río Fucha afectando el cauce por la disposición de residuos líquidos en el sistema de alcantarillado demostrando vertimientos con alta cantidad de materia orgánica diluida en sustancias tóxicas usadas en procesos productivos evidenciando en la salida de éstos vertimientos tonalidades negras, verdes y amarillas (Ver Ilustración No. 33).

### Gráfica Demanda Química de Oxígeno – DQO

#### Gráfica 6.

*Resultados de la concentración de DQO en el tramo cuatro (4) del Río Fucha*



**Fuente:** Autora, (2022)

El parque Industrial de Hiper Carnes, los frigoríficos San Martín y Cali y la bomba de gasolina Terpel se hallan asentados cerca del punto 4 de muestreo (Avenida Ciudad de Cali) demuestran un salto diferencial entre el punto 3, de 155.13mg/L a 207.98mg/L, contando con posible acumulación de colorantes, hidrocarburos, compuestos fenólicos, etc. de manera indiscriminada hacia el Río Fucha sin un pretratamiento anticipado al verter directa e indirectamente, deteriorando así, la calidad hídrica del río.

**Figura 33.**

*Presencia de material inorgánico diluido en el tramo cuatro (4) del Río Fucha*



**Fuente:** Autora, (2022)

### **Subíndice de Conductividad**

La conductividad eléctrica de una muestra de agua es la expresión numérica de su capacidad para transportar una corriente eléctrica medidos en unidades de  $\mu\text{S}/\text{cm}$  usando el equipo de medición conductímetro previamente calibrado con soluciones buffer. Esta capacidad depende de la presencia de iones en el tramo cuatro (4) del Río Fucha principalmente relacionado con la presencia de metales en el agua.

**Tabla 15.**

*Resultados Subíndice de conductividad*

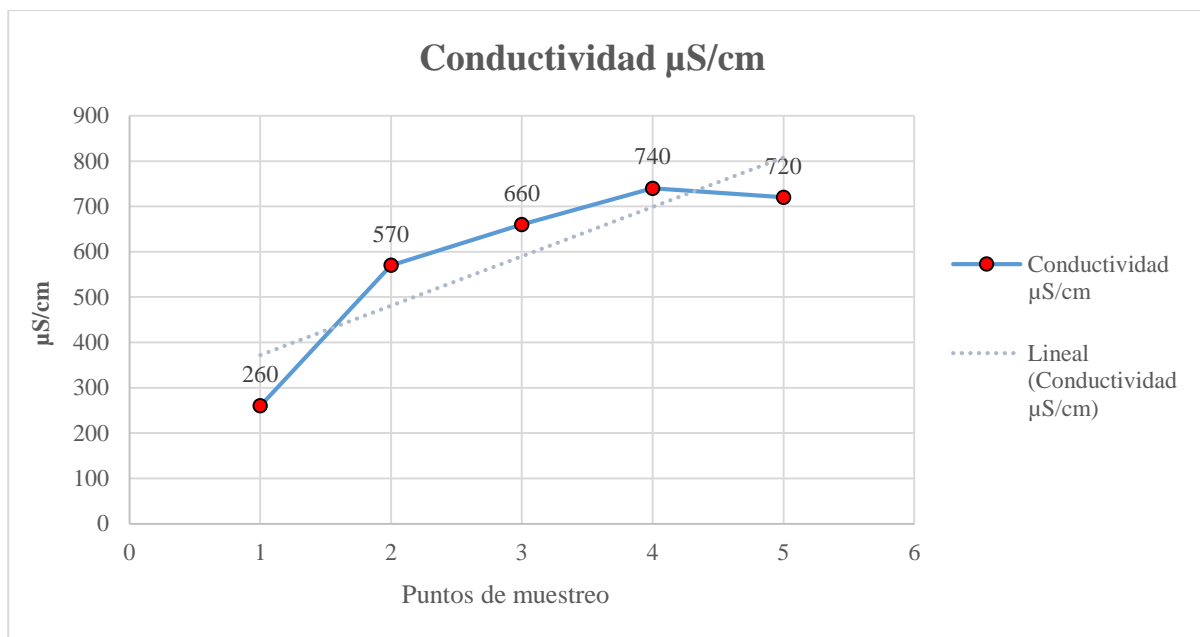
<b>Subíndice de conductividad</b>				
<b>Punto</b>	<b>Conductividad (<math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>)</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Subíndice Conductividad</b>	<b>SICE</b>
<b>1</b>	260	12,4	0,05	0,054
<b>2</b>	570	16,9	-1,71	0
<b>3</b>	660	17,7	-2,30	0
<b>4</b>	740	18,6	-2,84	0
<b>5</b>	720	18,4	-2,71	0

**Fuente:** Autora, (2022)

## Gráfica de conductividad

### Gráfica 7.

*Resultados conductividad eléctrica en el tramo cuatro (4) Río Fucha*



**Fuente:** Autora, (2022)

Tal como se muestra en la Gráfica No. 7 el parámetro de conductividad se ve acrecentado a partir del punto de muestreo número 2 de manera considerable de 260  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 570  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , del punto 1 al 2, respectivamente, ya que el uso del suelo en esta zona empieza a ser comercial o para bodegas de almacenamiento; en este sentido se refleja un comportamiento de manera lineal causado por la presencia de compuestos inorgánicos hacia las vertientes del cuarto tramo del Río Fucha, en su mayoría por acumulación de sales como sodio, cloro y boro en consecuencia a vertidos de origen industrial. En el punto número 5 se visualiza en el dato obtenido de manera in situ, que alcanza a disminuir la conductividad debido al control ambiental distrital que lleva a cabo el EAAB evitando así, más puntos de vertimientos de agua residual doméstica o industrial al canal del Río Fucha. Otro de los parámetros físicos que influyen en la conductividad es la



temperatura siendo proporcionales si aumenta la temperatura la conductividad también lo hará, en coherencia a los datos obtenidos en el desarrollo del muestreo demostrados en la Tabla 15.

### Figura 34.

*Vertimientos puntuales identificados en el tramo cuatro (4) Río Fucha*



**Fuente:** Autora, (2022)

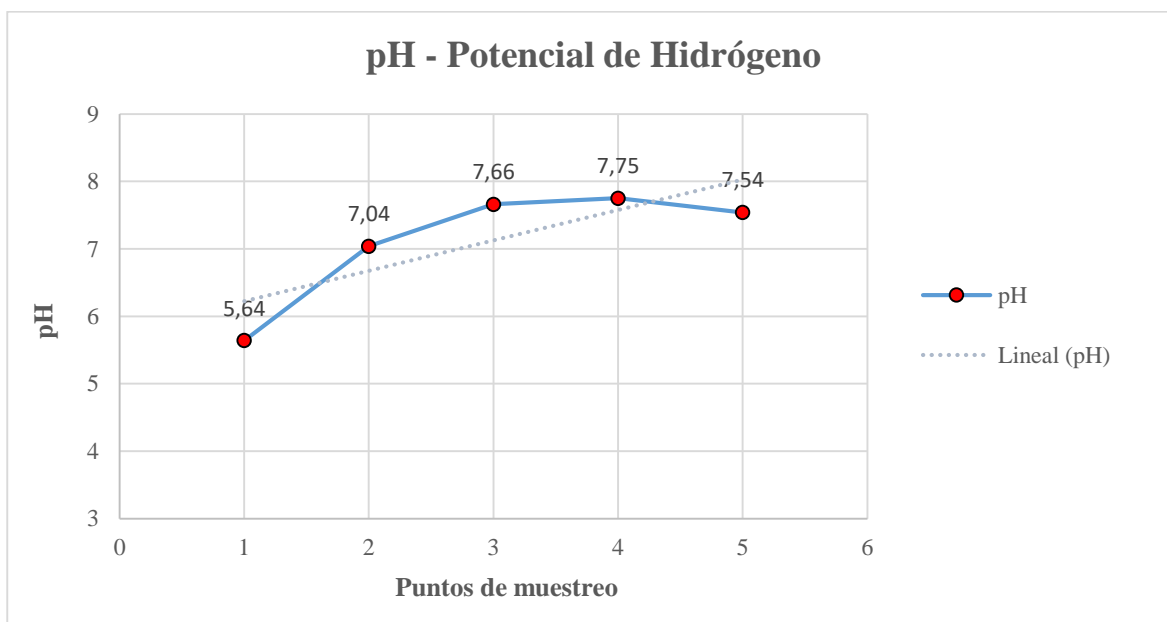
### Subíndice de pH

El desarrollo de actividad biológica en un medio acuático el pH como parámetro químico debe encontrarse entre los valores de 5 a 9, fuera de este rango significa la muerte de cualquier especie acuática. El tramo cuatro del Río Fucha el parámetro de pH se mantiene en el valor de 7 como pH básico o alcalino dentro del rango normal para aguas superficiales desde el punto 2 al 5. Sin embargo, el punto 1 cuenta con un pH inferior de 5,64 considerado como ácido o corrosiva debido a la disolución de iones metálicos como hierro, manganeso, cobre, plomo y zinc o tuberías posiblemente del tramo anterior por vertimientos industriales con actividades de productos comestibles o manufactureros.

En la medición con el equipo estandarizado phmetro de los 5 puntos de muestreo para el cuarto tramo del Río Fucha el pH fue el siguiente:

**Tabla 16.***Resultados Subíndice pH*

Subíndice de pH		
Punto	pH	Subíndice pH
1	5,64	0,04
2	7,04	1
3	7,66	1
4	7,75	1
5	7,54	1

**Fuente:** Autora, (2022)**Gráfica de pH****Gráfica 8.***Resultados pH en el tramo cuatro (4) Río Fucha***Fuente:** Autora, (2022)

### Índice de calidad ICACOSU para 7 variables

El índice ICACOSU para los 5 puntos de monitoreo se obtuvo a partir de los cálculos de cada uno de los subíndices de los parámetros físico-químicos–biológicos utilizados en el proyecto investigativo dando como resultados los siguientes valores:

**Tabla 17.**

*Índice de calidad ICACOSU tramo 4 Río Fucha*

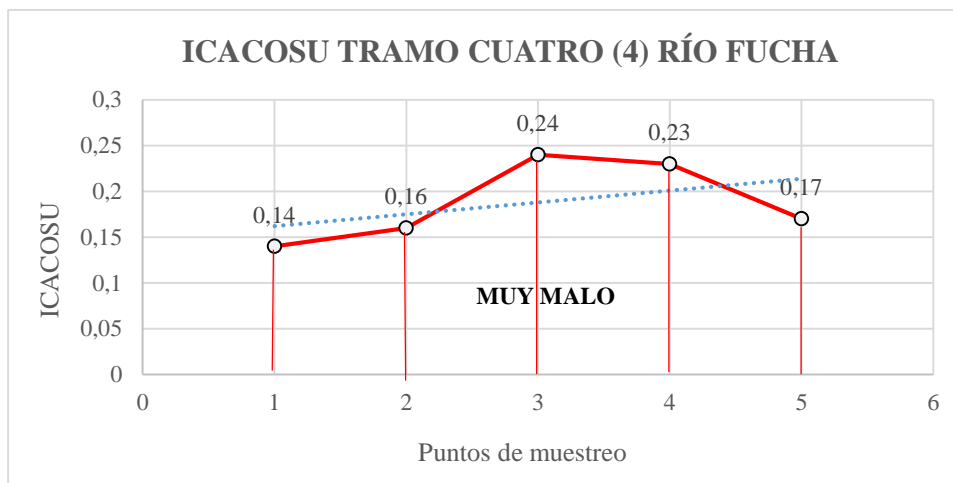
**Proyecto tramo cuatro Río Fucha – Cálculo ICACOSU**

Punto	Índice de OD	Oxígeno Disuelto <i>SIOD*0,2</i>	Coliformes <i>SIC*0,18</i>	Índice de SST	SST <i>SISST*0,15</i>	Índice de DBO	DBO5 <i>SIDBO*0,15</i>	Índice de DQO	DQO <i>SIDQO*0,12</i>	Índice de Conductividad	Conductividad <i>SICE*0,12</i>	Índice de pH	pH <i>SIPH*0,08</i>	ICACOSU (FA)	ILCAG	ICACOSU	Categoría	Rango
1	0,043	0,0086	0,018	0	0	0	0	0,125	0,015	0,054	0,00648	0,49	0,0392	0,09	0,333	<b>0,14</b>	Muy Malo	0 - 0,25
2	0,042	0,0085	0,018	0	0	0	0	0,125	0,015	0	0	1	0,08	0,12	0,333	<b>0,16</b>	Muy Malo	0 - 0,25
3	0,077	0,0153	0,018	0	0	0	0	0,125	0,015	0	0	1	0,08	0,13	0,666	<b>0,24</b>	Muy Malo	0 - 0,25
4	0,035	0,0071	0,018	0	0	0	0	0,125	0,015	0	0	1	0,08	0,12	0,666	<b>0,23</b>	Muy Malo	0 - 0,25
5	0,056	0,0113	0,018	0	0	0	0	0,125	0,015	0	0	1	0,08	0,12	0,333	<b>0,17</b>	Muy Malo	0 - 0,25

**Fuente:** Autora, (2022)

**Gráfica 9.**

Resultados ICACOSU tramo 4 Río Fucha



Fuente: Autora, (2022)

**Tabla 18.**

Índice Lotico de Capacidad Ambiental General, Referido al Caudal

Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	ILCAG	Capacidad ambiental
<1	0	Muy baja
>1 - 10	0 - 0.333	Baja
>10 - 100	0.333 – 0.666	Media
>100 - 1000	0.666 - 1	Alta
>1000	1	Muy alta

Fuente: (IDEAM, 2007)

Teniendo en cuenta la Tabla No.17 se procede a analizar cualitativa y cuantitativamente la calidad hídrica de cada uno de los puntos de monitoreo a continuación:

**Punto 1 de monitoreo:** El cálculo de ICACOSU para este punto de monitoreo arrojó un valor de 0.14, colocándose dentro de la categoría MUY MALO (0 – 0.25) y siendo el valor más bajo entre todos los puntos de monitoreo, básicamente por su pH y conductividad apropiada para el agua residual doméstica y fluvial recibida de la UPZ Granjas de Techo de la localidad de

Fontibón y UPZ Bavaria de la localidad de Kennedy, obteniendo por otro lado, una capacidad ambiental relativamente baja según el ILCAG establecido por su caudal en el momento del muestreo.

**Punto 2 de monitoreo:** En este punto se mantiene la misma categoría de calidad MUY MALO con un valor de 0.16, variando solo 2 centésimas del punto 1 de monitoreo, lo cual indica que los 5 vertimientos de alcantarillado localizados en el Geo Portal de la EAAB no afectaron en la determinación final del índice de calidad hídrica ICACOSU. Además de mantener, también el índice Lótico de Capacidad Ambiental General igual al punto número 1 de monitoreo de 0.333 con capacidad ambiental y autodepuración baja. La no variación de este valor a este segundo punto de monitoreo se puede dar ya que a la hora de muestreo no se evidenciaba actividad en curso de las fábricas o construcciones cercanas.

**Punto 3 de monitoreo:** A este punto la calidad hídrica del tramo cuatro (4) del Río Fucha da un pico importante de 0.24 entrando en la clasificación de MUY MALO todavía, sin embargo, este valor se está acercando a una categoría “mejor” ya que el parámetro de Oxígeno Disuelto y pH están entre las condiciones normales para el tipo de agua residual receptado por el Río Fucha en la zona circuncidante a la Carrera 80 con Calle 16c. Cabe aclarar que a 110mt arriba del punto de muestreo está instalada una de las Estaciones de Calidad de Agua llamada Visión Colombia y por medio de ésta, la entidad reguladora (Secretaría Distrital de Ambiente) desarrolla monitoreos periódicos tomando datos que sugieran acciones jurídicas, ambientales y territoriales en el marco del seguimiento hacia la calidad hídrica del Río Fucha.

**Punto 4 de monitoreo:** El resultado ICACOSU para este punto de monitoreo dio 0.23 dentro del mismo rango que los anteriores puntos de 0 – 0.25 y como categoría de calidad hídrica

MUY MALO, teniendo en cuenta que el porcentaje de saturación de Oxígeno Disuelto fue el más bajo de todo el tramo, reducción en la cantidad de Sólidos Suspendidos Totales del punto 3 a éste y de la misma manera Coliformes Totales, sin embargo manteniendo los mismos rangos para la determinación de sus respectivos subíndices.

**Punto 5 de monitoreo:** El caudal en este último punto de monitoreo influye en la determinación del índice de calidad hídrica ICA ya que el canal de transporte contiene mayor volumen de agua a menor velocidad de corriente, por esto el índice ILCAG se ve reducido a 0.333 y por tal motivo el índice ICACOSU también, arrojando un valor de 0.17 entregando al Río Bogotá un río con una calidad MUY MALA.

### **Análisis Ambiental**

#### **Objetivos de calidad Resolución 5731 de 2008.**

*Basándose en el principio descrito en el artículo 2 del Decreto Distrital 561 de 2006 “... la Secretaría Distrital de Ambiente es la entidad encargada, en Bogotá, de orientar y liderar la formulación de políticas ambientales y de aprovechamiento sostenible de los recursos ambientales y del suelo, tendientes a preservar la diversidad e integridad del ambiente, el manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales distritales y la conservación del sistema de áreas protegidas, para garantizar una relación adecuada entre la población y el entorno ambiental y crear las condiciones que garanticen los derechos fundamentales y colectivos relacionados con el medio ambiente”.*

Es importante precisar a la Secretaría Distrital de Ambiente como el ente regulador y de control hacia los objetivos de calidad para el sistema hídrico de la ciudad de Bogotá. Y es por ello, en convenio con la Universidad de los Andes el perfilamiento de un modelo ambiental que pueda ser cumplido a 10 años publicado en la Resolución 5731 de 2008 de los parámetros físico-

químicos-biológicos a favor de la calidad hídrica donde se define el tramo cuatro (4) del Río Fucha (Secretaría Distrital de Ambiente, 2008) con los siguientes valores:

**Tabla 19.**

*Objetivos de calidad – Tramo cuatro (4) Río Fucha*

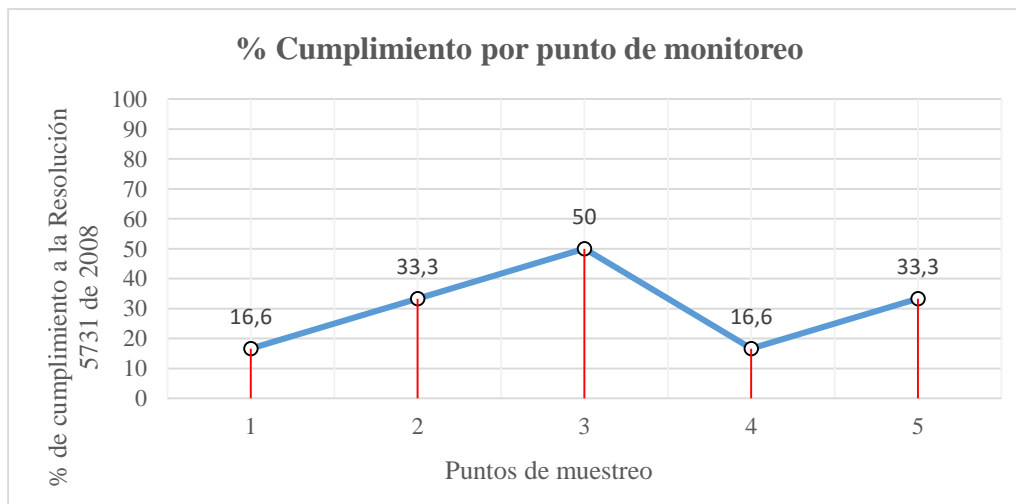
<b>Objetivos calidad hídrica a 10 años</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
OD	mg/L	0.5
DBO <sub>5</sub>	mg/L	60
DQO	mg/L	160
SST	mg/L	30
Coliformes Fecales	NMP/1000ml	100000
pH	Unidad	6.5 – 8.5

**Fuente:** Resolución 5731 de 2008

En la Tabla No. 19, se presentan los objetivos de calidad a 10 años expuestos en la Resolución 5731 de 2008 y los parámetros que se usaron en este proyecto de investigación para el cálculo del índice de calidad ICACOSU dando como resultados:

**Gráfica 10.**

*Porcentaje de cumplimiento normativo*



**Fuente:** Autora, (2022)

**Tabla 20.***Resultados laboratorio Vs Objetivos Resolución 5731 de 2008*

<b>Resultados laboratorio Vs Resolución 5731 de 2008 y porcentaje de cumplimiento</b>										
<b>Puntos de Muestreo</b>	<b>Caudal (L/s)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Conductividad (µS/cm)</b>	<b>pH</b>	<b>Oxígeno Disuelto (mg/l O<sub>2</sub>)</b>	<b>SST (mg/l)</b>	<b>DBO<sub>5</sub> (mg/l O<sub>2</sub>)</b>	<b>DQO (mg/l O<sub>2</sub>)</b>	<b>Coliformes Fecales (NMP/100ml)</b>	<b>% de Cumplimiento</b>
1	2420	12,4	260	5,64	0,46	860,5	61,13	89,14	138473266,29	16,6
2	6040.2	16,9	570	7,04	0,41	1286,67	92,15	148,56	229163777,02	33,3
3	10259.4	17,7	660	7,66	0,73	3292	101,62	155,13	2290184776,19	50
4	15877.7	18,6	740	7,75	0,33	1573	153,41	207,98	366447064,15	16,6
5	4737.9	18,4	720	7,54	0,53	1570,5	151,84	213,47	689039401,83	33,3
<b>Objetivo Resolución 5731 de 2008</b>				<b>6,5 – 8.5</b>	<b>0,5</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>160</b>	<b>100000</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Autora, (2022)

Como se observa en la Tabla No. 20 ninguno de los puntos de muestreo cumple con más del 70% de los objetivos de calidad dispuestos en la Resolución 5731 de 2008, solo el punto 3 llega a un porcentaje del 50% cumpliendo con los parámetros de pH, Oxígeno Disuelto y DQO. Los puntos 1 y 4 son los más críticos con un porcentaje de cumplimiento del 16,6% teniendo una pésima calidad hídrica. Estos resultados buscan que los entes de control en corresponsabilidad con los habitantes e industrias generadoras de residuos líquidos hacia el Río Fucha tomen acciones para mejora del cumplimiento normativo y apreciación del río en general.

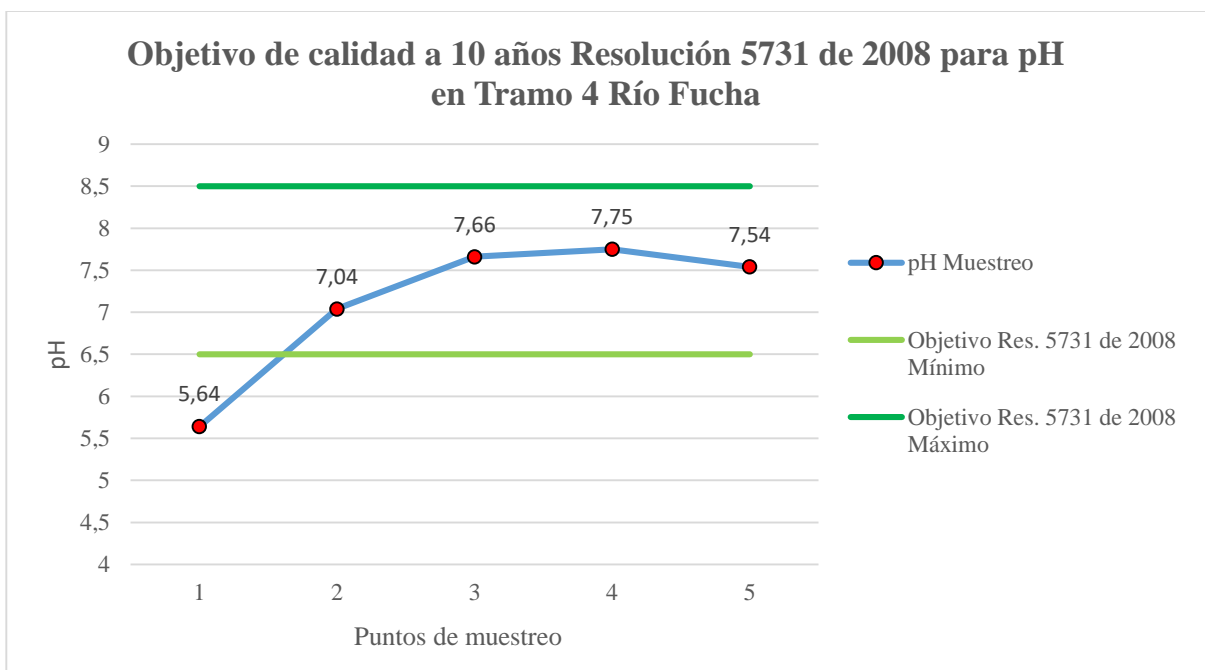


### Análisis pH con respecto a la Resolución 5731 de 2008

La Resolución 5731 de 2008 planteó como objetivo entre los años 2018 y 2020 para el tramo cuatro (4) del Río Fucha un máximo en el parámetro de pH entre 6,5 y 8,5, donde se evidencia que el primer punto de muestreo está por debajo de éste rango volviendo un agua ácida y después el pH cumple dentro de la norma.

#### Gráfica 11.

*Objetivo de calidad a 10 años Resolución 5731 de 2008 para pH Vs resultados laboratorio*



**Fuente:** Autora, (2022)

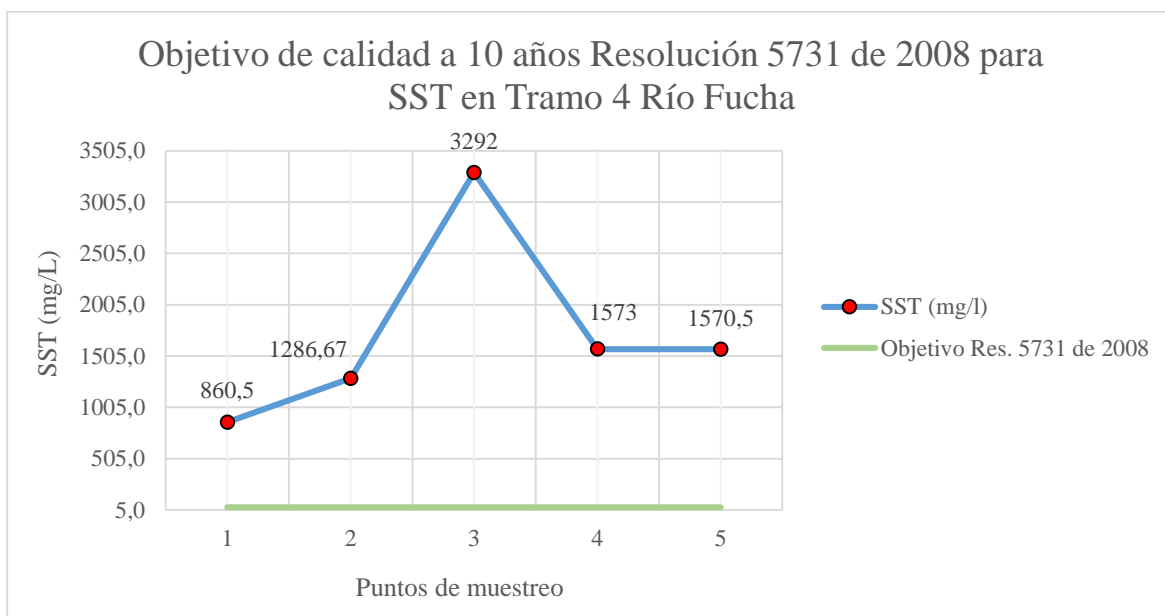
### Análisis de Sólidos Suspendedos Totales (SST) con respecto a la Resolución 5731 de 2008

El parámetro de Sólidos Suspendedos Totales (SST) es incumplido en todos los puntos de muestreo superando el máximo permisible de 30mg/L, colocando el punto número 3 como el más alto, con 3292mg/L de sólidos suspendidos en la muestra de agua residual provocado principalmente por escorrentía de los costados del canal, disposición inadecuada de residuos

sólidos por habitantes de calle y/o recicladores, industrias generadoras de residuos líquidos en aguas servidas con alto contenido de materia orgánica, construcciones y contaminación atmosférica dentro de la malla vial que rodea el tramo cuatro (4) del Río Fucha.

### Gráfica 12.

*Objetivo de calidad a 10 años Resolución 5731 de 2008 para SST Vs Resultados laboratorio*



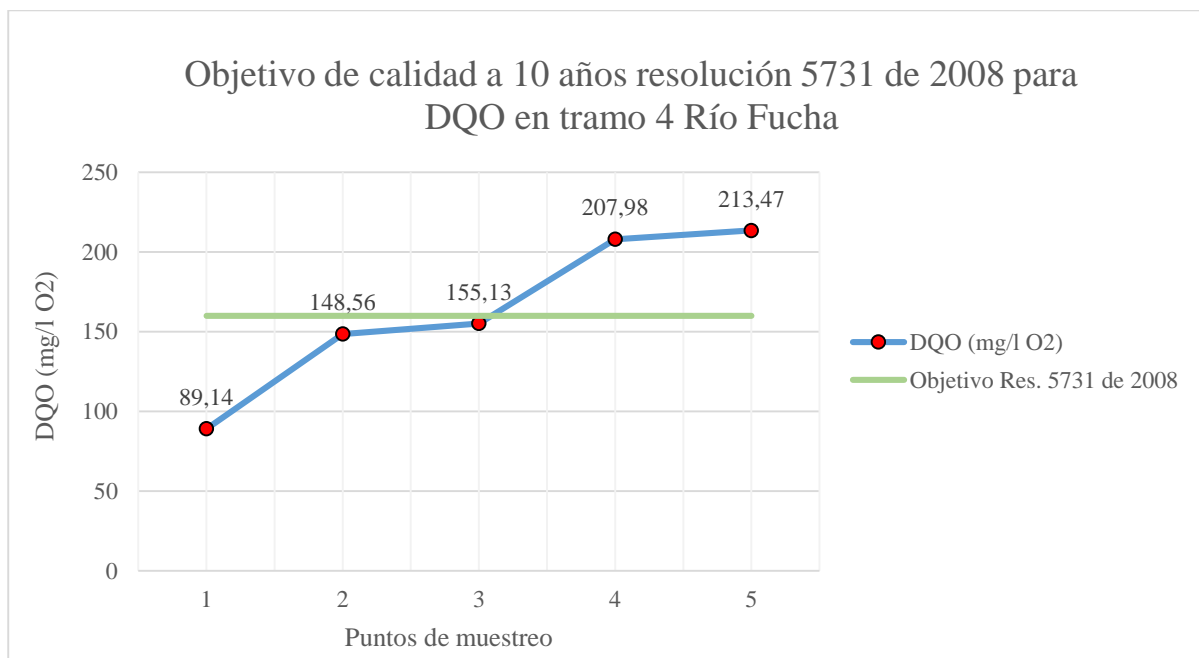
**Fuente:** Autora, (2022)

### Análisis DQO con respecto a la Resolución 5731 de 2008

Para el parámetro de Demanda Química de Oxígeno (DQO) se decretó un máximo de 160mg/L O<sub>2</sub>. En la Gráfica No. 3 nos indica que los 3 primeros puntos de muestreo cumplen por debajo del máximo permitido decretado por la Resolución 5731 de 2008 de 160mg/L de O<sub>2</sub>. Sin embargo, los puntos 4 y 5 aumenta esta concentración por la recepción del Canal del Río San Francisco y la presencia de parques industriales con actividad de faenado de ganado y aves. A comparación de los anteriores puntos que son más de zona residencial y comercial.

**Gráfica 13.**

*Objetivo de calidad a 10 años Resolución 5731 de 2008 para DQO Vs resultados laboratorio*



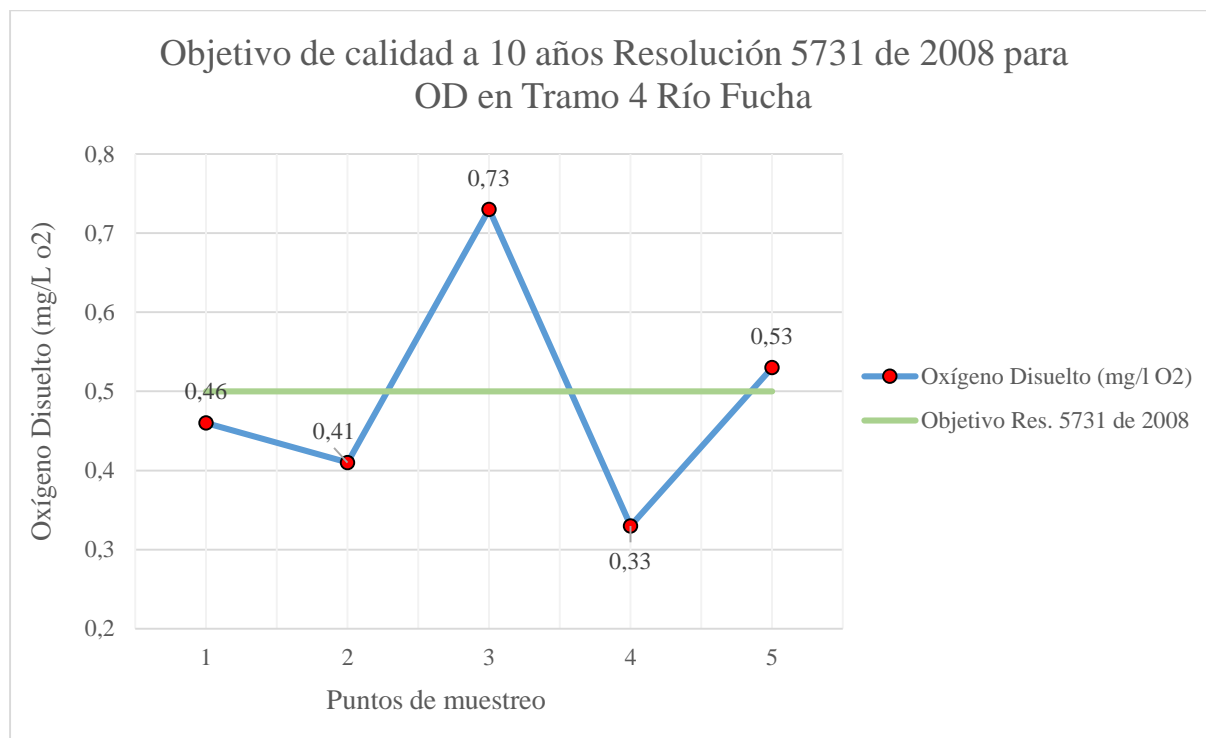
**Fuente:** Autora, (2022)

### **Análisis Oxígeno Disuelto con respecto a la Resolución 5731 de 2008**

Para el parámetro de Oxígeno Disuelto dispuesto en la Resolución 5731 de 2008 plantea para el cuarto tramo del Río Fucha un mínimo permitido de 0,5mg/L O<sub>2</sub>. Los resultados de laboratorio nos muestran que el 60% de los puntos muestreados no cumplen con la norma, es decir, los puntos 1,2 y 4, incumpliendo de manera significativa como causa a la pérdida de vida acuática como bioindicadores de un río sano y después, recuperándose de nuevo en el punto 3 con un importante pico como se muestra en la Gráfica No. 14 por la estructura hidráulica del canal como salidas de vertimientos elevada al río y bombeo para nivelación de aguas.

**Gráfica 14.**

*Objetivo de calidad a 10 años Resolución 5731 de 2008 para OD Vs resultados laboratorio*



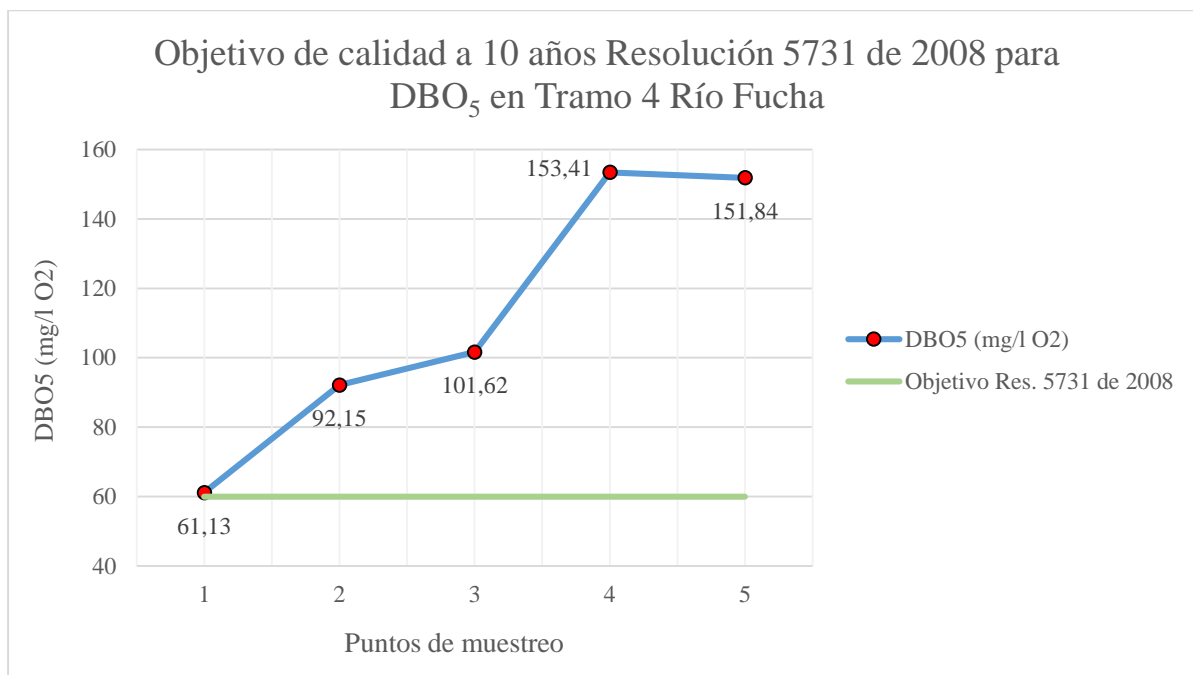
**Fuente:** Autora, (2022)

### ***Análisis DBO<sub>5</sub> con respecto a la Resolución 5731 de 2008***

En la Resolución 5731 de 2008 establece como objetivo de calidad para el parámetro de DBO<sub>5</sub> en 60mg/L O<sub>2</sub>. Incumpliendo en todo el tramo cuatro del Río Fucha este parámetro ya que los vertimientos hallados en su mayoría cuentan con gran cantidad de materia orgánica. En el punto 4 da un salto diferencial (Ver Gráfica No. 15) al punto 3 por el oxígeno disuelto bajo de éste punto y los agentes degradadores disponibles no cuentan con un medio adecuado para el consumo de la gran concentración de materia orgánica. Entregándole al Río Bogotá una concentración de DBO<sub>5</sub> máxima de 151,84mg/L O<sub>2</sub> el día que se realizó el desarrollo del muestreo.

**Gráfica 15.**

*Objetivo de calidad a 10 años Resolución 5731 de 2008 para DBO<sub>5</sub> Vs resultados laboratorio*



**Fuente:** Autora, (2022)

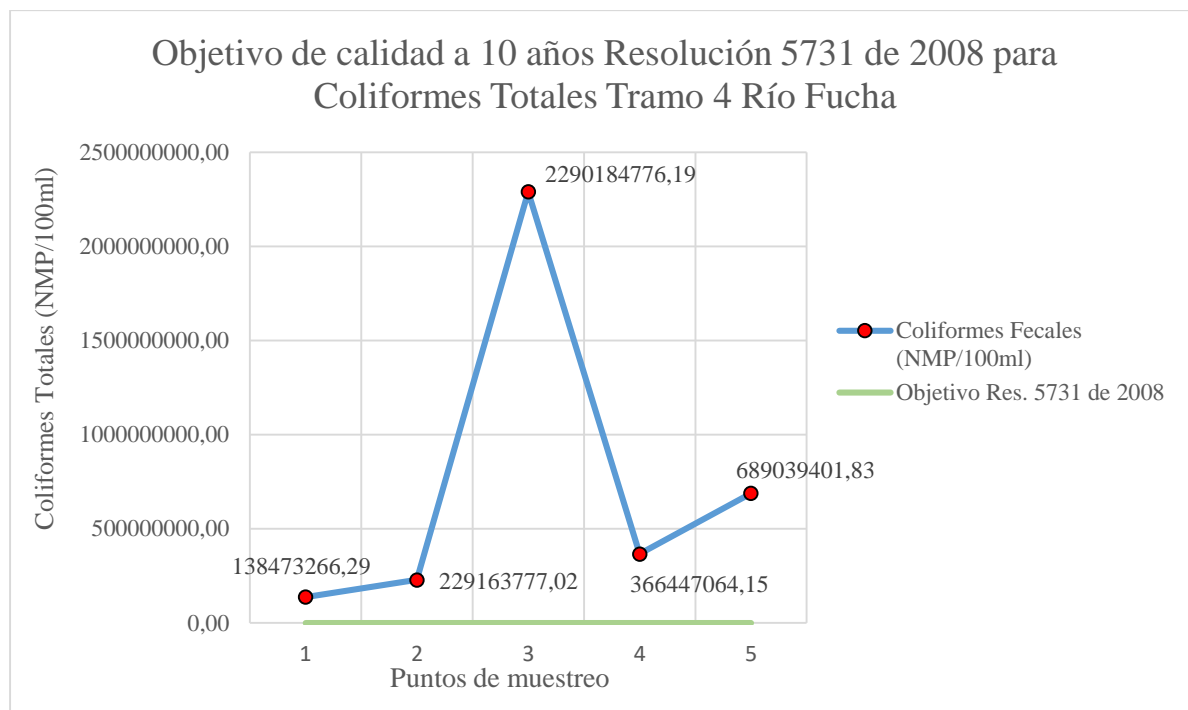
### ***Análisis Coliformes Totales con respecto a la Resolución 5731 de 2008***

El máximo permisible como objetivo a 10 años planteado para el parámetro de Coliformes Totales en la Resolución 5731 de 2008 es de 100000NMP/1000ml.

Al evaluar los datos alcanzados de Coliformes Totales en los cinco puntos de muestreo son alarmantes al sobrepasar considerablemente de los objetivos propuestos a 10 años la Resolución 5731 de 2008 para el tramo cuatro del Río Fucha, demostrando así que la actividad microbiana en presencia de excretas es proporcional debido a los vertimientos de origen doméstico que no cuentan con ningún tipo de tratamiento previo antes de realizar la descarga al río. Por otro lado, al recordar que la calidad hídrica del río es MUY MALA, lo cual impide que sea apta para reutilización para consumo humano o agrícola.

**Gráfica 16.**

*Objetivo de calidad a 10 años Resolución 5731 de 2008 para Coliformes Totales Vs resultados laboratorio*



**Fuente:** Autora, (2022)

## Conclusiones

Dentro de las actividades de reconocimiento preliminar y trabajo de campo en el tramo cuatro (4) del Río Fucha, se identificaron dieciocho (18) puntos de vertimientos puntuales de origen doméstico e industrial, de esta manera, el tramo recibe el caudal del Canal San Francisco en el punto de muestro No. 3 y que incide directamente en el deterioro de la calidad de agua del tramo.

El tramo cuatro (4) del Río Fucha recibe descargas provenientes del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial de las UPZs Tintal Norte y Castilla de la localidad de Kennedy y Granjas de Techo y Zona Franca por parte de la Localidad de Fontibón. En el momento de realizar el muestreo y consulta en literatura se evidencia un uso del suelo residencial, comercial, de bodegas y almacenamiento y manufacturero; identificando los puntos No. 3 y 4 los más críticos por estas actividades antrópicas alrededor del tramo.

En términos de calidad es muy bajo en comparación a los anteriores tramos y lo confirma el índice ICACOSU calculado en este trabajo investigativo, obteniendo para los 5 puntos de muestreo un índice de calidad hídrica MUY MALO, comportamiento dirigido principalmente a los parámetros de Coliformes Fecales y Sólidos Suspendidos Totales, mostrando valores muy altos por encima de los máximos permisibles por la norma distrital y nacional 100000NMP/100ml y 50mg/L, respectivamente.

La determinación del cumplimiento de los objetivos de calidad en la Resolución 5731 de 2008 a 10 años, con respecto al cuarto tramo del Río Fucha para los parámetros pH, OD, DQO, DBO<sub>5</sub>, Coliformes Fecales y SST, se obtuvo que: el pH cumple en 4 de los 5 puntos de monitoreo y por otro lado la DQO cumplen con los valores establecidos en la norma solamente en 3 puntos de monitoreo. Sin embargo, las proyecciones ejercidas por la SDA (Secretaría

Distrital de Ambiente) son bajas a largo plazo en correlación a las políticas y legislación nacional decretado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible aplicados a los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficial y los sistemas de alcantarillado público; provocando incertidumbres en la recuperación de la vida acuática del río por falta de vigilancia, control y seguimiento a las empresas del sector que generan descargas sin un tratamiento anticipado dañando así, más el río.

Las autoridades ambientales carecen de apropiación en términos del reconocimiento del Río Fucha como fuente de vida en su ronda ecológica y está dada solo para uso de flujo pluvial y sanitario a la población habitante del sector. Por esto, se entregaron los informes técnicos a la Secretaría Distrital de Ambiente y a las Alcaldías de Fontibón y Kennedy como principales involucrados para la preservación y cuidado del recurso hídrico del Río Fucha exigiendo la planeación, disposición y ejecución de programas de educación ambiental, de sanción disciplinaria a los generadores de residuos líquidos y la visibilización del cuerpo de agua como parte de nuestro territorio.



## Recomendaciones

Es necesario mayor control técnico y jurídico por parte de la Secretaria Distrital de Ambiente (SDA) como mayor autoridad ambiental competente en la ciudad, respecto a los vertimientos realizados al tramo cuatro (4) del río Fucha, ya que el resultado de la investigación evidencia descargas de tipo industria y domestico a la red de alcantarillado pluvial, es por ello que se deben identificar las fuentes de contaminación hídrica y exigir la aplicación de pretratamientos a sus descargas para que estas no se hagan directas al caudal del tramo y afecten la calidad hídrica del río en general.

La Resolución 5731 de 2008 establece los objetivos de calidad para la red hídrica de la ciudad en periodos de 4 y 10 años, siendo el año 2020 el último año en vigencia de dicha norma, por ende, la tesista del tramo cuatro (4) del río Fucha, recomienda a las autoridades ambientales tener en cuenta al momento de realizar la modelación ambiental y balances de cargas para planteamiento de nuevos objetivos de calidad en los próximos años que abarquen todos los parámetros de medición con valores que permitan la recuperación, autodepuración y el desarrollo ecológico de la cuenca hidrográfica, ya que este estudio evidencio qué, aunque se cumplen algunos objetivos de calidad hídrica para el tramo cuatro (4) del río Fucha sus aguas no cuentan con características que permitan algún tipo uso.

Es importante que la Universidad Nacional Abierta y a Distancia realice sinergias con entidades públicas o privadas que impulsen el desarrollo proyectos de investigación aplicados al área ambiental, de esta forma incentivar a estudiantes a que sigan indagando a cerca de realidades ambientales que sufre nuestros territorios y de qué forma podemos ayudar a mejorarlas.

## Referencias Bibliográficas

- Abad, C., Capa, K., Vaca, L., & Salazar, J. (2 de junio de 2015). *Proceso de contaminación y tratamiento de aguas*. Universidad Nacional de Loja:  
[https://www.academia.edu/33787860/UNIVERSIDAD\\_NACIONAL\\_DE\\_LOJA](https://www.academia.edu/33787860/UNIVERSIDAD_NACIONAL_DE_LOJA)
- Alcaldía Local de Fontibón. (2020). *Plan Ambiental Local de Fontibón 2021 - 2024*.  
<http://fontibon.gov.co/noticias/fontibon-tiene-plan-ambiental-local-periodo-2021-2024#:~:text=El%20Plan%20Ambiental%20Local%20DPAL,identificaci%C3%B3n%20de%20problem%C3%A1ticas%20ambientales%20estructurales>.
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (26 de junio de 2019). *Manual para la realización de aforos de caudal en fuentes superficiales de agua*.  
<https://www.metropol.gov.co/area/Documents/transparencia/M-GAA-RR-03%20Manual%20para%20la%20realizaci%C3%B3n%20aforos%20caudal%20fuentes%20superficiales.pdf>
- Cámara de Comercio de Bogotá. (noviembre de 2006). *Perfil económico y empresarial - Localidad Kennedy*.  
[file:///C:/Users/Usuario/Downloads/6221perfil\\_economico\\_kennedy%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/6221perfil_economico_kennedy%20(3).pdf)
- Cámara de Comercio de Bogotá. (julio de 2007). *Perfil económico y empresarial, Localidad de Fontibón*. bibliotecadigital.ccb.org.co:  
[https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/2850/5850\\_perfilfontibon.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/2850/5850_perfilfontibon.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- CEPAL. (16 de diciembre de 1999). *Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos*.  
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/31384/1/S99120968\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/31384/1/S99120968_es.pdf)
- CORNARE. (14 de febrero de 2014). *Sistema de Gestión Integral de Cornare - Instructivo recolección muestras de agua*. [https://www.cornare.gov.co/laboratorio/I-MA-01\\_Recoleccion\\_Muestras\\_de\\_Agua\\_V.05.pdf](https://www.cornare.gov.co/laboratorio/I-MA-01_Recoleccion_Muestras_de_Agua_V.05.pdf)
- EAAB . (2 de febrero de 2022). *PTAR Canoas*.  
[https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/ambiente/saneamiento/rio-bogota/ptar-canoas/!ut/p/z1/nZFBb4JAEIV\\_Sw9cmXGBLe1tIUptFLrajbgXAw1daZA1SOHvl6Q9CDGUOLeZfO\\_N5A1liEGWSZOrpM51mRRdv5f0QLmPMxdJGMMyXFDkj78E8FIRuZ7AbAIv1E3LKeOTYIdorAnKKHnvF0NsQz0IMorv0](https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/ambiente/saneamiento/rio-bogota/ptar-canoas/!ut/p/z1/nZFBb4JAEIV_Sw9cmXGBLe1tIUptFLrajbgXAw1daZA1SOHvl6Q9CDGUOLeZfO_N5A1liEGWSZOrpM51mRRdv5f0QLmPMxdJGMMyXFDkj78E8FIRuZ7AbAIv1E3LKeOTYIdorAnKKHnvF0NsQz0IMorv0)
- GREPALMA. (4 de septiembre de 2018). *Generalidades y conceptos Sistemas de Tratamiento de Efluentes*. <https://www.grepalma.org/wp-content/uploads/2018/09/4.-Generalidades-y-conceptos-sistemas-de-tratamiento-de-efluentes.pdf>
- IDEAM. (12 de julio de 2006). *Conductividad eléctrica por el método electrométrico en aguas*.  
<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Conductividad+El%C3%A9ctrica.pdf>

/f25e2275-39b2-4381-8a35-97c23d7e8af4#:~:text=La%20conductividad%20es%20una%20medida,la%20temperatura%20de%20la%20medici%C3%B3n.

- IDEAM. (4 de junio de 2007). *Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 días, incubación y electrometría*.  
<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Bioqu%C3%ADmica+de+Ox%C3%ADgeno..pdf/ca6e1594-4217-4aa3-9627-d60e5c077dfa#:~:text=Esencialmente%2C%20la%20DBO%20es%20una,d%C3%ADas%20a%2020%20C2%B0C>.
- IDEAM. (28 de diciembre de 2007). *Demanda Química de Oxígeno por reflujos cerrados y volumetría*.  
<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Qu%C3%ADmica+de+Ox%C3%ADgeno..pdf/20030922-4f81-4e8f-841c-c124b9ab5adb#:~:text=La%20Demanda%20Qu%C3%ADmica%20de%20Ox%C3%ADgeno,agente%20oxidante%2C%20temperatura%20y%20tiempo>.
- IDEAM. (30 de agosto de 2007). *Determinación de Escherichia Coli y Coliformes Totales en agua por el método de filtración por membrana en Agar Chromocult*. ideam.gov.co:  
<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Coliformes+totales+y+E.+coli+en+Agua+Filtraci%C3%B3n+por+Membrana.pdf/5414795c-370e-48ef-9818-ec54a0f01174>
- IDEAM. (2007). *Informe Final Contrato 111*.  
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/020735/Informe%20Final/INFORME%20FINAL%20IDEAM.pdf>
- IDEAM. (2007). *Sistema de Información del Medio Ambiente - Total de sólidos en suspensión*.  
[https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/solidos\\_suspension.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/solidos_suspension.pdf)
- IDEAM. (7 de mayo de 2013). *Calidad de agua continental - Promedio Oxígeno Disuelto*.  
<http://www.ideam.gov.co/documents/11769/646961/V3.08+HM+Promedio+oxigeno+disuelto.pdf/80f1e000-abc2-4087-8f2d-6739d9d27e7e>
- IDEAM. (2013). *Índice de calidad del agua en corrientes superficiales (ICA)*.  
[http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/36-3.21\\_HM\\_Indice\\_calidad\\_agua\\_3\\_FI.pdf/9d28de9c-8b53-470e-82ab-daca2d0b0031](http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/36-3.21_HM_Indice_calidad_agua_3_FI.pdf/9d28de9c-8b53-470e-82ab-daca2d0b0031)
- IDEAM. (2015). *Medición de caudal*.  
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/012406/Cap11.pdf>
- IDEAM. (2022). *Glosario*. <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/glosario>
- IDIGER. (junio de 2018). *Localidad de Fontibón - Caracterización General de Escenarios de Riesgo*.

- <https://www.idiger.gov.co/documents/220605/308252/Identificaci%C3%B3+y+priorizaci%C3%B3n.pdf/6637c155-697a-43df-8fef-c6a8b7f3488e>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (26 de mayo de 2015). *Decreto 1076*.  
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (16 de enero de 2018). *Decreto 50*.  
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=85084>
- Ministerio de Ambiente, V. y. (9 de mayo de 2007). *Decreto 1575* .  
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=30007>
- Naciones Unidas. (2022). *Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos*.  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Organización Internacional del Trabajo. (2017). *Monitoreo y evaluación*.  
<https://www.oitinterfor.org/sites/default/files/edit/docref/genero/monitoreo.pdf>
- Revista Semana. (2020). *Bogotá: Renace el alma de la sabana*.  
[http://especiales.semana.com/rios-de-colombia/bogota.html#:~:text=Los%20r%C3%ADos%20urbanos%20que%20pasan,a%20uno%207%20\(malo\)](http://especiales.semana.com/rios-de-colombia/bogota.html#:~:text=Los%20r%C3%ADos%20urbanos%20que%20pasan,a%20uno%207%20(malo)).
- SDA y EAAB. (agosto de 2008). *Calidad del Sistema Hídrico de Bogotá*.  
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021211/Calidadsistemahidricobogota.pdf>
- Secretaría de Ambiente. (13 de mayo de 2022). *Distrito avanza y ratifica su compromiso con la descontaminación del río Bogotá*. [https://ambientebogota.gov.co/es/nota-principal/-/asset\\_publisher/vRkc1u7VgGg4/content/distrito-avanza-y-ratifica-su-compromiso-con-la-descontaminacion-del-rio-bogota?\\_101\\_INSTANCE\\_vRkc1u7VgGg4\\_redirect=%2Fes%2Finicio](https://ambientebogota.gov.co/es/nota-principal/-/asset_publisher/vRkc1u7VgGg4/content/distrito-avanza-y-ratifica-su-compromiso-con-la-descontaminacion-del-rio-bogota?_101_INSTANCE_vRkc1u7VgGg4_redirect=%2Fes%2Finicio)
- Secretaría de Ambiente. (2022). *Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB)* .  
<http://rmcab.ambientebogota.gov.co/home/map>
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2008). *Resolución 5731*.  
<https://www.ambientebogota.gov.co/documents/10184/2406242/Resoluci%C3%B3n+No.+5731+de+2008.pdf/fdce4ee8-451e-47af-9048-f10782143258>
- Secretaría Distrital de Ambiente. (1 de septiembre de 2015). *Descripción y contexto de las cuencas hídricas del Distrito Capital (Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo)*.  
<https://ambientebogota.gov.co/documents/10184/794838/Informe+t%C3%A9cnico+de+Contexto+de+los+r%C3%ADos+de+Bogot%C3%A1.pdf/90a7c467-3d00-4682-b019-7ae76e1410a8>
- Secretaría Distrital de Ambiente. (15 de septiembre de 2021). *Observatorio Ambiental de Bogotá - Plan Ambiental Local de Kennedy*.

[https://oab.ambientebogota.gov.co/?post\\_type=dlm\\_download&p=19519#:~:text=El%20Plan%20Ambiental%20Local%20de,identificaci%C3%B3n%20de%20problem%C3%A1ticas%20ambientales%20estructurales.](https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=19519#:~:text=El%20Plan%20Ambiental%20Local%20de,identificaci%C3%B3n%20de%20problem%C3%A1ticas%20ambientales%20estructurales.)

Secretaría Distrital de Planeación. (2018). *Río Fucha: Diseño de la estrategia de intervención integral y multidimensional en materia socioeconómica, ambiental y urbanística para el río Fucha y su área de entorno*. ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ:  
[http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/tomo1\\_final.pdf](http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/tomo1_final.pdf)

Simanca Herrera, F., Garzón Rubiano, D., Blanco Garrido, F., Carreño Hernández, P., Garcés Polo, S., Romero, J., & Gomez Charris, Y. (november de 2020). *Evaluation of water quality state through regulations and physicochemical indicators for the administration of water resources in the Integrated Management District of Salto del Tequendama*.  
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877050920323097?token=1EDCEBD4C87245AB0CB4B802CDF2C7090BA538F00DFF0AAE57FE79FAA6DE2BDB4611DFA6A7D1AAED75361839F435E771&originRegion=us-east-1&originCreation=20220830044317>

Sostenible, M. d. (25 de julio de 2014). *Resolución 1207*. [https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/05/Resoluci%C3%B3n\\_1207\\_2014-Reuso-aguas-tratadas-1.pdf](https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/05/Resoluci%C3%B3n_1207_2014-Reuso-aguas-tratadas-1.pdf)

Anexos

Anexo A.

Hoja de campo para la caracterización in situ

Cadena de custodia MUESTREO AGUAS		CODIF-LA-033							
ELABORADO POR	FECHA	REVISADO POR	FECHA						
Muestreador	2016-05-11	JOB de muestreo	2015-05-12						
MUESTREO		OTROS							
MUESTREO		MUESTREO							
<p><b>INFORMACIÓN DE MUESTREO</b></p> <p>Entidad: <b>SANJA LLANA TAFETA</b></p> <p>Municipio: <b>BOGOTÁ - Cundinamarca</b></p> <p>Dirección: <b>Calle 46 sur # 40-25 Est. 40</b></p> <p>Proyecto: <b>CAMPANA AGUA TAFETA</b></p> <p>Tabla: <b>01</b></p>									
<p><b>VERIFICACIÓN DE EQUIPOS</b></p> <p>Origen: <b>Disuelto</b></p> <p>Cod Equip: <b>SIS 1399-1427</b></p> <p>Cod Equip: <b>SIS 1399-1427</b></p> <p>Conductividad: <b>COND. H2O</b></p>									
<p><b>ANÁLISIS SOLICITADOS</b></p> <p>Origen: <b>Disuelto</b></p> <p>Cod Equip: <b>SIS 1399-1427</b></p> <p>Conductividad: <b>COND. H2O</b></p>									
PUNTO	TIPO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA	TIPO DE ENVASE			VOL. MUESTRA (ml)	PRESERVACION COD.	VERIFICACION PH
				PLASTICO	VIDRIO	AMBAR			
PUNTO 1	X	08/03/22	6:20	Diso.	Diso.	Diso.	Disuelto	CO901	2201149
PUNTO 2	X	08/03/22	7:33	Diso.	Diso.	Diso.	Disuelto	CO902	2201150
PUNTO 3	X	08/03/22	8:40	Diso.	Diso.	Diso.	Disuelto	CO903	2201151
PUNTO 4	X	08/03/22	9:50	Diso.	Diso.	Diso.	Disuelto	CO904	2201152
PUNTO 5	X	08/03/22	11:19	Diso.	Diso.	Diso.	Disuelto	CO905	2201153
<p>Observaciones:</p>									
<p>Responsible: <b>SANJA LLANA TAFETA</b></p> <p>Muestreador: <b>SANJA LLANA TAFETA</b></p> <p>Nombre: <b>SANJA LLANA TAFETA</b></p> <p>Apellido: <b>SANJA LLANA TAFETA</b></p>									
<p>TIPO DE AGUA: COD. TIPO DE AGUA: COD. TIPO DE AGUA: COD. TIPO DE AGUA: COD.</p> <p>Residual Domestica: A102: Residual Industrial: A103: Natural Lixiviado: NLE: Salinizada: SLE: Envasada: ENV:</p>									
<p>TIPO DE AGUA: COD. TIPO DE AGUA: COD. TIPO DE AGUA: COD. TIPO DE AGUA: COD.</p> <p>Residual Domestica: A102: Residual Industrial: A103: Natural Lixiviado: NLE: Salinizada: SLE: Envasada: ENV:</p>									

NOTA: SI LA VERIFICACION DE LOS EQUIPOS NO CUMPLE LOS CRITERIOS DE ACEPTACION ESTOS SE DEBEN CALIBRAR.

**Anexo B.***Informe resultados ex situ Punto 1 - Laboratorio All Chem LTDA*

TRANSVERSAL 39 N° 20A - 72 TELÉFONO: 7450682 Bogotá, D.C. www.allchem.com.co

LABORATORIO DE ANÁLISIS, ENSAYOS Y ASESORIAS

Bogotá 22 de abril, 2022

Informe de Resultados

INF - 2201149-0

Página 1 de 1

Nombre: SANDRA LILIANA - 1023928302  
 Dirección: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_  
 Muestras suministradas por: SANDRA FARFAN  
 Fecha de recepción: 09 de marzo, 2022 Proced. de Muestreo: Puntual  
 Fecha toma de muestra: 08 de marzo, 2022 12:00  
AV. Boyaca Calle 13

Descripción: Agua Residual

Lote: Punto 1

No. de Ingreso: C090122

Análisis Realizado	Métodos	Técnicas	Unidades	Resultado
DBO-5 Aguas	SM 5210 B - SM 4500 O G	Electrométrico	mgO <sub>2</sub> /L	61.13
DQO Aguas	SM 5220 B	Titulación	mgO <sub>2</sub> /L	89.14
Oxígeno Disuelto Aguas	SM 4500-O G	Electrométrico	mgO <sub>2</sub> /L	0.46

\* Muestra tomada por el cliente.

**FIN DE INFORME**

\_\_\_\_\_  
**Héctor Rafael Pérez Portillo**  
 T.P.Q. 0975  
 Gerente General.

\_\_\_\_\_  
**Nidya Gómez Velasco**  
 T.P.Q. 0867  
 Directora Técnica.

Cualquier inquietud o comentario favor comunicarla al correo: [direccion\\_calidad@allchem.com.co](mailto:direccion_calidad@allchem.com.co).

CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS, ALIMENTOS PARA CONSUMO HUMANO Y PECUARIO, PRODUCTOS QUÍMICOS Y/O FARMACÉUTICOS,  
 ESTUDIOS DE ESTABILIDAD, VALIDACIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS Y ASESORIAS DE PRODUCCIÓN.

Los resultados sólo están relacionados con las muestras analizadas. Es válido únicamente con firmas y en original. Este informe de resultados no deberá reproducirse parcial ni totalmente sin la aprobación por escrito del Laboratorio.

ALLCHEM Compañía Limitada se compromete a mantener la confidencialidad de los resultados de los ensayos.

**Anexo C.***Informe resultados ex situ Punto 2 - laboratorio All Chem LTDA*

TRANSVERSAL 39 N° 20A - 72 TELÉFONO: 7450682 Bogotá, D.C. [www.allchem.com.co](http://www.allchem.com.co)

LABORATORIO DE ANÁLISIS, ENSAYOS Y ASESORIAS

Bogotá 22 de abril, 2022

Informe de Resultados INF - 2201150-0

Página 1 de 1

Nombre: SANDRA LILIANA - 1023928302  
 Dirección: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_  
 Muestras suministradas por: SANDRA FARFAN  
 Fecha de recepción: 09 de marzo, 2022 Proced. de Muestreo: Puntual  
 Fecha toma de muestra: 08 de marzo, 2022 12:00  
Cra 79 Calle 16

Descripción: Agua Residual

Lote: Punto 2

No. de Ingreso: C090222

Análisis Realizado	Métodos	Técnicas	Unidades	Resultado
DBO-5 Aguas	SM 5210 B - SM 4500 O G	Electrométrico	mgO <sub>2</sub> /L	92.15
DQO Aguas	SM 5220 B	Titulación	mgO <sub>2</sub> /L	148.56
Oxígeno Disuelto Aguas	SM 4500-O G	Electrométrico	mgO <sub>2</sub> /L	0.41

\* Muestra tomada por el cliente.

**FIN DE INFORME**

\_\_\_\_\_  
**Héctor Rafael Pérez Portillo**  
 T.P.Q. 0975  
 Gerente General.

\_\_\_\_\_  
**Nidya Gómez Velasco**  
 T.P.Q. 0867  
 Directora Técnica.

Cualquier inquietud o comentario favor comunicarla al correo: [direccion\\_calidad@allchem.com.co](mailto:direccion_calidad@allchem.com.co).

CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS, ALIMENTOS PARA CONSUMO HUMANO Y PECUARIO, PRODUCTOS QUÍMICOS Y/O FARMACÉUTICOS,  
 ESTUDIOS DE ESTABILIDAD, VALIDACIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS Y ASESORIAS DE PRODUCCIÓN

Los resultados sólo están relacionados con las muestras analizadas. Es válido únicamente con firmas y en original. Este informe de resultados no deberá reproducirse parcial ni totalmente sin la aprobación por escrito del Laboratorio.

ALLCHEM Compañía Limitada se compromete a mantener la confidencialidad de los resultados de los ensayos.



**Anexo D.***Informe resultados ex situ Punto 3 - laboratorio All Chem LTDA*TRANSVERSAL 39 N° 20A - 72 TELÉFONO: 7450682 Bogotá, D.C. [www.allchem.com.co](http://www.allchem.com.co)

LABORATORIO DE ANÁLISIS, ENSAYOS Y ASESORÍAS

Informe de Resultados

INF - 2201151-0

Bogotá 22 de abril, 2022

Página 1 de 1

Nombre: SANDRA LILIANA - 1023928302

Dirección: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

Muestras suministradas por: SANDRA FARFAN

Fecha de recepción: 09 de marzo, 2022 Proced. de Muestreo: Puntual

Fecha toma de muestra: 08 de marzo, 2022 12:00

Aguas Abajo Cra 81 A

Descripción: Agua Residual

Lote: Punto 3

No. de Ingreso: C090322

Análisis Realizado	Métodos	Técnicas	Unidades	Resultado
DBO-5 Aguas	SM 5210 B - SM 4500 O G	Electrométrico	mgO <sub>2</sub> /L	101.62
DQO Aguas	SM 5220 B	Titulación	mgO <sub>2</sub> /L	155.13
Oxígeno Disuelto Aguas	SM 4500-O G	Electrométrico	mgO <sub>2</sub> /L	0.73

\* Muestra tomada por el cliente.

**FIN DE INFORME**

\_\_\_\_\_  
**Héctor Rafael Pérez Portillo**  
 T.P.Q. 0975  
 Gerente General.

\_\_\_\_\_  
**Nidya Gómez Velasco**  
 T.P.Q. 0867  
 Directora Técnica.

Cualquier inquietud o comentario favor comunicarla al correo: [direccion\\_calidad@allchem.com.co](mailto:direccion_calidad@allchem.com.co).

CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS, ALIMENTOS PARA CONSUMO HUMANO Y PECUARIO, PRODUCTOS QUÍMICOS Y/O FARMACÉUTICOS, ESTUDIOS DE ESTABILIDAD, VALIDACIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS Y ASESORÍAS DE PRODUCCIÓN.

Los resultados sólo están relacionados con las muestras analizadas. Es válido únicamente con firmas y en original. Este informe de resultados no deberá reproducirse parcial ni totalmente sin la aprobación por escrito del Laboratorio.

ALLCHEM Compañía Limitada se compromete a mantener la confidencialidad de los resultados de los ensayos.

**Anexo E.***Informe resultados ex situ Punto 4 - laboratorio All Chem LTDA*

TRANSVERSAL 39 N° 20A - 72 TELÉFONO: 7450682 Bogotá, D.C. www.allchem.com.co

LABORATORIO DE ANÁLISIS, ENSAYOS Y ASESORÍAS

Bogotá 22 de abril, 2022

Informe de Resultados

INF - 2201152-0

Página 1 de 1

Nombre: SANDRA LILIANA - 1023928302  
 Dirección: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_  
 Muestras suministradas por: SANDRA FARFAN  
 Fecha de recepción: 09 de marzo, 2022 Proced. de Muestreo: Puntual  
 Fecha toma de muestra: 08 de marzo, 2022 12:00  
Av. Ciudad De Cali

Descripción: Agua Residual

Lote: Punto 4

No. de Ingreso: C090422

Análisis Realizado	Métodos	Técnicas	Unidades	Resultado
DBO-5 Aguas	SM 5210 B - SM 4500 O G	Electrométrico	mgO <sub>2</sub> /L	153.41
DQO Aguas	SM 5220 B	Titulación	mgO <sub>2</sub> /L	207.98
Oxígeno Disuelto Aguas	SM 4500-O G	Electrométrico	mgO <sub>2</sub> /L	0.33

\* Muestra tomada por el cliente.

**FIN DE INFORME**

\_\_\_\_\_  
 Héctor Rafael Pérez Portillo  
 T.P.Q. 0975  
 Gerente General.

\_\_\_\_\_  
 Nidya Gómez Velasco  
 T.P.Q. 0867  
 Directora Técnica.

Cualquier inquietud o comentario favor comunicarla al correo: [direccion\\_calidad@allchem.com.co](mailto:direccion_calidad@allchem.com.co)

CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS, ALIMENTOS PARA CONSUMO HUMANO Y PECUARIO, PRODUCTOS QUÍMICOS Y/O FARMACÉUTICOS,  
 ESTUDIOS DE ESTABILIDAD, VALIDACIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS Y ASESORÍAS DE PRODUCCIÓN.

Los resultados sólo están relacionados con las muestras analizadas. Es válido únicamente con firmas y en original. Este informe de resultados no deberá reproducirse parcial ni totalmente sin la aprobación por escrito del Laboratorio.

ALLCHEM Compañía Limitada se compromete a mantener la confidencialidad de los resultados de los ensayos.

**Anexo F.***Informe resultados ex situ Punto 5 - Laboratorio All Chem LTDA*

TRANSVERSAL 39 N° 20A - 72 TELÉFONO: 7450682 Bogotá, D.C. www.allchem.com.co

LABORATORIO DE ANÁLISIS, ENSAYOS Y ASESORÍAS

Informe de Resultados

INF - 2201153-0

Bogotá

22 de abril, 2022

Página 1 de 1

Nombre: SANDRA LILIANA - 1023928302  
 Dirección: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_  
 Muestras suministradas por: SANDRA FARFAN  
 Fecha de recepción: 09 de marzo, 2022 Proced. de Muestreo: Puntual  
 Fecha toma de muestra: 08 de marzo, 2022 12:00  
Diagonal 15 A

Descripción: Agua Residual

Lote: Punto 5

No. de Ingreso: C090522

Análisis Realizado	Métodos	Técnicas	Unidades	Resultado
DBO-5 Aguas	SM 5210 B - SM 4500 O G	Electrométrico	mgO <sub>2</sub> /L	151.84
DQO Aguas	SM 5220 B	Titulación	mgO <sub>2</sub> /L	213.47
Oxígeno Disuelto Aguas	SM 4500-O G	Electrométrico	mgO <sub>2</sub> /L	0.53

\* Muestra tomada por el cliente.

**FIN DE INFORME**

\_\_\_\_\_  
**Héctor Rafael Pérez Portillo**  
 T.P.Q. 0975  
 Gerente General.

\_\_\_\_\_  
**Nidya Gómez Velasco**  
 T.P.Q. 0867  
 Directora Técnica.

Cualquier inquietud o comentario favor comunicarla al correo: [direccion\\_calidad@allchem.com.co](mailto:direccion_calidad@allchem.com.co).

CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS, ALIMENTOS PARA CONSUMO HUMANO Y PECUARIO, PRODUCTOS QUÍMICOS Y/O FARMACÉUTICOS,  
 ESTUDIOS DE ESTABILIDAD, VALIDACIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS Y ASESORÍAS DE PRODUCCIÓN.

Los resultados sólo están relacionados con las muestras analizadas. Es válido únicamente con firmas y en original. Este informe de resultados no deberá reproducirse parcial ni totalmente sin la aprobación por escrito del Laboratorio.

ALLCHEM Compañía Limitada se compromete a mantener la confidencialidad de los resultados de los ensayos.

**Anexo G.***Radicado: Informe técnico – Secretaría Distrital de Ambiente (SDA)*

Bogotá D.C., 8 de agosto de 2022

Respetada

**CAROLINA URRUTIA**  
**SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE BOGOTÁ D.C.**  
**Subdirección de Recurso Hídrico y del Suelo – Cuenca Fucha**  
 Dirección: Av. Caracas No. 54-38  
 E-mail: [atencionalciudadano@ambientebogota.gov.co](mailto:atencionalciudadano@ambientebogota.gov.co)  
 Bogotá, Cundinamarca

**SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE**  
 Resolución 000000000000  
 AL RECTOR DE LA UNAD  
 Fecha 2022/08/08 12:07:2  
 Págs: 05/2001  
 País: CO  
 ASUNTO: NOTIFICACION DE LOS RESULTADOS O  
 DEBIDO SUBDIRECCION DE RECURSO HIDRICO  
 CAROLINA URRUTIA  
 TEL: 011 2611 1111

**ASUNTO: NOTIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO AMBIENTAL EN EL TRAMO CUATRO DEL RÍO FUCHA.**

Cordial saludo,

En relación con el asunto en referencia, el proyecto investigativo del tramo cuatro del Río Fucha – Semillero METAMORFO de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, desarrollado por la estudiante Sandra Liliana Farfán Triana aspirante al título de Ingeniera Ambiental y la directora del proyecto aplicado Luisa Fernanda Uribe Laverde, deseamos informar a la Secretaría Distrital de Ambiente los siguientes resultados:

Venimos adelantando actividades académicas y de investigación en el tramo cuatro del Río Fucha desde finales del año 2020, con la finalidad de determinar el estado actual del río con respecto al cumplimiento de la Resolución 5731 de 2008. (...) "*Por la cual se deroga la Resolución 1813 de 2006 y se adoptan nuevos objetivos de calidad para los Ríos Salitre, Fucha, Tunjuelo y Canal Torca en el Distrito Capital*" (...) donde se establecen los objetivos de calidad a 10 años para la red hídrica de Bogotá.

A partir de la bibliografía consultada, los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) y estados actuales de los ríos en Bogotá, la SDA estableció objetivos graduales de calidad hídrica para los ríos Salitre, Fucha, Tunjuelo y Torca quienes son desembocados al Río Bogotá, que se encuentran en jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente, con el propósito de recuperar los ríos hasta que su uso sea, el de preservar la flora y fauna manteniendo su valor ecosistémico.

Para cumplir con el objetivo de la investigación, se recolectó información representativa sobre las condiciones sociales, económicas, territoriales y ambientales del tramo cuatro del Río Fucha adaptados al área de influencia entre las localidades de Kennedy y Fontibón, se procedió al monitoreo ambiental con un laboratorio acreditado por el IDEAM y los laboratorios de microbiología y de física de la UNAD, se establecieron cinco (5) puntos de medición hídrica teniendo en cuenta su representatividad, accesibilidad y seguridad de la zona.

Los resultados obtenidos en laboratorio fueron analizados con respecto a la norma y en base a estos datos se desarrolló el cálculo para establecer el Índice de Calidad – ICACOSU (Índice de Calidad de Agua General en Aguas Superficiales) en el tramo en mención integrando estos resultados en el *Anexo 1. Informe Técnico y Resultados Obtenidos*.

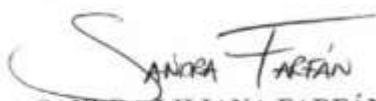
Teniendo en cuenta lo anterior, damos a conocer de manera libre el siguiente oficio con los resultados de los parámetros medidos en el tramo cuatro (4) del Río Fucha, los cuales son divulgados formalmente para así mismo, generar de forma respetuosa los siguientes interrogantes que surgieron durante la investigación:

1. ¿Cómo han intervenido en la resignificancia hacia la cuenca del Río Fucha como territorio de vida con la población habitante y circuncidante del cauce en pro del reconocimiento eco-ambiental para mejora y preservación de la calidad hídrica del tramo cuatro y del río en general?
2. ¿El último informe técnico de los objetivos de calidad para el tramo cuatro del Río Fucha cumple con la normativa decretada en la Resolución 5731 de 2008? ¿En correlación con los índices de calidad hídrica en qué condición cualificada se encuentra el tramo cuatro?
3. Las 3 estaciones de monitoreo ubicadas a lo largo del tramo cuatro del Río Fucha han sido clave para la toma de decisiones jurídicas y territoriales, ¿Qué control de vigilancia o Licencias Ambientales cuentan los puntos de vertimiento industrial dentro del Sistema de Alcantarillado sanitario de Bogotá para el tramo cuatro del Río Fucha?
4. El ingreso del Canal San Francisco en uno de los afluentes que aumenta los datos de los parámetros de medición para la calidad hídrica del Río Fucha ¿Existe un plan de manejo para las aguas servidas de este canal que no influya de manera negativa al Río Fucha?
5. Con respecto a la Resolución 1256 de 2021 “*Por la cual se reglamenta el uso de las aguas residuales y se adoptan otras disposiciones*” en el **Artículo 5, Parágrafo 3** (...) “*Para el agua residual para el uso industrial, no se establecen criterios de calidad desde el punto de vista ambiental; lo anterior, sin perjuicio de las disposiciones establecidas en materia sanitaria y demás disposiciones que regula la actividad.*” (...) ¿Qué tan adecuado puede ser la aplicación de este método de reutilización del agua residual doméstico vertido al Río Fucha y sea entregada a las industrias sin cumplir con criterios de calidad?
6. La Resolución 5731 de 2008 ha sido aplicada hasta el año 2018 como el objetivo a 10 años prorrogada por la Resolución 3162 de 2015 para los años 2016 al 2020. ¿A este año 2022 y los próximos años ya se ha establecido una nueva normativa que exija el

cumplimiento de cada parámetro físico-químico-biológico para la mejora del Sistema Hídrico Distrital de la ciudad de Bogotá?

Agradecemos la atención prestada en la recepción de los resultados obtenidos en el proceso investigativo en el proyecto aplicado al cumplimiento de los objetivos normativos y esperando pronta respuesta a las preguntas relacionadas con la finalidad de concluir la investigación.

Cordialmente,



**SANDRA LILIANA FARFÁN TRIANA**

C.C. 1.023'928.302

Celular: 3142018956

[slfarfant@unadvirtual.edu.co](mailto:slfarfant@unadvirtual.edu.co)

[sanlifatri08@gmail.com](mailto:sanlifatri08@gmail.com)

Calle 46b Sur #1D -25 Este – Canadá Güira – Bogotá

Anejo 1. Páginas: 15 – 15 folios

Trámite: Radicado ventanilla correspondencia SDA

Elaboró: Sandra Liliana Farfán Triana

Revisó y aprobó: Luisa Fernanda Uribe Laverde – Directora del proyecto

**Anexo H.***Radicado: Informe técnico – Alcaldía Local de Kennedy*

Bogotá D.C., 8 de agosto de 2022

Respetada

**YEIMY CAROLINA AGUDELO HERNÁNDEZ**  
**ALCALDESA LOCAL DE KENNEDY**  
 Despacho – Transversal 78 K No. 41A – 04 Sur  
 (+57) 601 448 14 00  
 Bogotá - Cundinamarca

Alcaldía Local de Kennedy

**No. 2022-581-011307-2**

022-08-08 15:01 - Folios: 2 Anexos: 15

Asunto: Area de Gestión de Desaz

de DE SANDRA LILIANA FARFÁN TRIANA



**ASUNTO: NOTIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO AMBIENTAL EN EL TRAMO CUATRO DEL RÍO FUCHA – UPZ AFECTADAS TINTAL NORTE Y CASTILLA**

Cordial saludo.

En relación con el asunto en referencia, el proyecto investigativo del tramo cuatro del Río Fucha – Semillero METAMORFO de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, desarrollado por la estudiante Sandra Liliana Farfán Triana aspirante al título de Ingeniera Ambiental y la directora del proyecto aplicado Luisa Fernanda Uribe Laverde, deseamos informar a la Secretaría Distrital de Ambiente los siguientes resultados:

Venimos adelantando actividades académicas y de investigación en el tramo cuatro del Río Fucha desde finales del año 2020, con la finalidad de determinar el estado actual del río con respecto al cumplimiento de la Resolución 5731 de 2008. (...) *“Por la cual se deroga la Resolución 1813 de 2006 y se adoptan nuevos objetivos de calidad para los Ríos Salitre, Fucha, Tunjuelo y Canal Torca en el Distrito Capital”* (...) donde se establecen los objetivos de calidad a 10 años para la red hídrica de Bogotá.

A partir de la bibliografía consultada, los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) y estados actuales de los ríos en Bogotá, la SDA estableció objetivos graduales de calidad hídrica para los ríos Salitre, Fucha, Tunjuelo y Torca quienes son desembocados al Río Bogotá, que se encuentran en jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente, con el propósito de recuperar los ríos hasta que su uso sea, el de preservar la flora y fauna manteniendo su valor ecosistémico.

Para cumplir con el objetivo de la investigación, se recolectó información representativa sobre las condiciones sociales, económicas, territoriales y ambientales del tramo cuatro del Río Fucha adaptados al área de influencia entre las localidades de Kennedy y Fontibón, se procedió al monitoreo ambiental con un laboratorio acreditado por el IDEAM y los laboratorios de microbiología y de física de la UNAD, se establecieron cinco (5) puntos de medición hídrica teniendo en cuenta su representatividad, accesibilidad y seguridad de la zona.



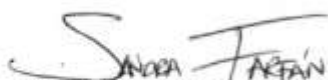
Los resultados obtenidos por parte de los laboratorios fueron analizados con respecto a la norma y en base a éstos se desarrolló el cálculo para establecer el índice de calidad ICACOSU (Índice de Calidad de Agua General en Aguas Superficiales) en el tramo en mención. Entregando a usted el *Anexo 1. Resumen del Informe Técnico y Resultados Obtenidos*, teniendo en cuenta que todo el tramo es compartido con la jurisdicción de la localidad de Fontibón.

Con base a lo anteriormente mencionado, como tesista del proyecto curricular de Ingeniería Ambiental de la UNAD da a conocer bajo el presente oficio los resultados obtenidos en el tramo cuatro del río Fucha solicitando a la Alcaldía Local de Kennedy en representación a la alcaldesa Yeimy Agudelo Hernández o a quién delegue, dar respuesta a los siguientes interrogantes:

1. La política de espacio público y medio ambiente del Decreto 425 de 2011 menciona: (...) *"Proteger, recuperar, restaurar y preservar los elementos constitutivos de la estructura ecológica principal, principalmente los corredores ecológicos de ronda del Canal del río Fucha y el Canal Comuneros, haciendo énfasis en el mejoramiento y preservación de sus condiciones ambientales"* (...), desde la localidad de Kennedy ¿Qué actividades socio ambientales han llevado a cabo este año para la protección, recuperación, restauración y preservación de la calidad hídrica del tramo cuatro (4) del Río Fucha?
2. ¿Cuentan con planes y programas ambientales estratégicos que involucren a la comunidad aledaña para la conservación de su territorio?
3. ¿El monitoreo ambiental realizado por las estaciones de calidad hídrica a lo largo del tramo cuatro del Río Fucha ha trascendido en la toma de decisiones sobre las descargas indirectas o mixtas (fluvial y sanitaria) en su control y clausura de éstas?
4. ¿Cuáles son los objetivos de intervención integral y multisectorial a los que se ha comprometido la Alcaldía Local de Kennedy en función del Río Fucha? ¿Se han cumplido a la fecha?
5. ¿Existe la promoción de mesas permanentes de dialogo ambiental y cultural para la construcción de diálogos y acciones positivas entorno al Río Fucha?

Agradecemos la atención prestada y esperamos que el informe adjunto permita establecer la formulación de estrategias eco-ambientales en pro del sistema hídrico de Bogotá y los objetivos de calidad de agua se cumplan con el apoyo y gestión de las localidades involucradas.

Cordialmente,



**SANDRA LILIANA FARFÁN TRIANA**

C.C. 1.023'928.302

Celular: 3142018956

[slfarfant@unadvirtual.edu.co](mailto:slfarfant@unadvirtual.edu.co)

[sanlifatri08@gmail.com](mailto:sanlifatri08@gmail.com)

Calle 46b Sur #1D -25 Este – Canadá Güira – Bogotá



**Anexo I.***Radicado: Informe técnico – Alcaldía Local de Fontibón*

Bogotá D.C., 8 de agosto de 2022.

Respetado:

Alcaldía Local de Fontibón

**R No. 2022-591-006941-2**

2022-08-08 13:20 - Folios: 2 Anexos: 15

Destino: Area de Gestión de la Court

Rem: D SANDRA LILIANA FARFÁN TRI

**CARLOS LEONARDO LOZADA CARVALHO**  
**ALCALDE LOCAL DE FONTIBÓN**

Despacho – Carrera 99 No. 19 – 43

(+57) 601 267 01 14

Bogotá - Colombia

**ASUNTO: NOTIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO AMBIENTAL EN EL TRAMO CUATRO DEL RÍO FUCHA – UPZ AFECTADAS GRANJAS DE TECHO Y ZONA FRANCA.**

Cordial saludo,

En relación con el asunto en referencia, el proyecto investigativo del tramo cuatro del Río Fucha – Semillero METAMORFO de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, desarrollado por la estudiante Sandra Liliana Farfán Triana aspirante al título de Ingeniera Ambiental y la directora del proyecto aplicado Luisa Fernanda Uribe Laverde, deseamos informar a la Secretaría Distrital de Ambiente los siguientes resultados:

Venimos adelantando actividades académicas y de investigación en el tramo cuatro del Río Fucha desde finales del año 2020, con la finalidad de determinar el estado actual del río con respecto al cumplimiento de la Resolución 5731 de 2008. (...) *“Por la cual se deroga la Resolución 1813 de 2006 y se adoptan nuevos objetivos de calidad para los Ríos Salitre, Fucha, Tunjuelo y Canal Torca en el Distrito Capital”* (...) donde se establecen los objetivos de calidad a 10 años para la red hídrica de Bogotá.

A partir de la bibliografía consultada, los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) y estados actuales de los ríos en Bogotá, la SDA estableció objetivos graduales de calidad hídrica para los ríos Salitre, Fucha, Tunjuelo y Torca quienes son desembocados al Río Bogotá, que se encuentran en jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente, con el propósito de recuperar los ríos hasta que su uso sea, el de preservar la flora y fauna manteniendo su valor ecosistémico.

Para cumplir con el objetivo de la investigación, se recolectó información representativa sobre las condiciones sociales, económicas, territoriales y ambientales del tramo cuatro del Río Fucha adaptados al área de influencia entre las localidades de Kennedy y Fontibón, se procedió al monitoreo ambiental con un laboratorio acreditado por el IDEAM y los laboratorios de

microbiología y de física de la UNAD, se establecieron cinco (5) puntos de medición hídrica teniendo en cuenta su representatividad, accesibilidad y seguridad de la zona.

Los resultados obtenidos por parte de los laboratorios fueron analizados con respecto a la norma y en base a éstos se desarrolló el cálculo para establecer el índice de calidad ICACOSU (Índice de Calidad de Agua General en Aguas Superficiales) en el tramo en mención. Entregando a usted el *Anexo 1. Resumen del Informe Técnico y Resultados Obtenidos*, teniendo en cuenta que todo el tramo es compartido con la jurisdicción de la localidad de Kennedy.

Con base a lo anteriormente mencionado, como tesista del proyecto curricular de Ingeniería Ambiental de la UNAD da a conocer bajo el presente oficio los resultados obtenidos en el tramo cuatro del río Fucha solicitando a la Alcaldía Local de Fontibón en representación del alcalde Carlos Leonardo Lozada Carvalho o a quién delegue, dar respuesta a los siguientes interrogantes:

1. En temporadas de lluvia los barrios aledaños al Río Fucha en la zona de desembocadura al Río Bogotá, UPZ Zona Franca se encuentran en estado de vulnerabilidad por inundación. ¿Desde la Alcaldía de Fontibón cómo manejan esta amenaza natural de desbordamiento al aumentar el caudal del Río Fucha?
2. ¿Cuentan con planes y programas ambientales estratégicos que involucren a la comunidad aledaña para la conservación de su territorio?
3. ¿El monitoreo ambiental realizado por las estaciones de calidad hídrica a lo largo del tramo cuatro del Río Fucha ha trascendido en la toma de decisiones sobre las descargas indirectas o mixtas (fluvial y sanitaria) en su control y clausura de éstas?
4. ¿Cuáles son los objetivos de intervención integral y multisectorial a los que se ha comprometido la Alcaldía Local de Fontibón en función del Río Fucha? ¿Se han cumplido a la fecha?
5. ¿Existe la promoción de mesas permanentes de dialogo ambiental y cultural para la construcción de diálogos y acciones positivas entorno al Río Fucha?

Agradecemos la atención prestada y esperamos que el informe adjunto permita establecer la formulación de estrategias eco-ambientales en pro del sistema hídrico de Bogotá y los objetivos de calidad de agua se cumplan con el apoyo y gestión de las localidades involucradas.

Cordialmente,

  
**SANDRA LILIANA FARFÁN TRIANA**  
C.C. 1.023'928.302  
Celular: 3142018956  
[sifarfant@unadvirtual.edu.co](mailto:sifarfant@unadvirtual.edu.co)  
[sanlifatri08@gmail.com](mailto:sanlifatri08@gmail.com)

## Anexo J.

### Participación V Encuentro de Semilleros de Investigación Zona Centro. Retos de la Investigación Formativa en Tiempos de Pandemia

Programación y Plantillas V Encuentro de Semilleros de Investigación ZCBC

Investigación Zona Centro Bogotá Cundinamarca <investigacionzcbc@unad.edu.co>

Presentación V Encuentro.pptx  
Modelo de poster V Encuentro...

2 archivos adjuntos (7 MB) Guardar todo en OneDrive - Universidad Nacional Abierta y a Distancia Descargarlo

Estimados Estimados Participantes:

El Sistema de Gestión de la Investigación agradece a todos su interés en participar el V Encuentro de Semilleros de la Zona Centro Bogotá - Cundinamarca, el cual se realizará el 16 y 17 de abril de 2021. A continuación se envía la programación:

[Programación V Encuentro de Semilleros de Investigación](#)

Se adjuntan las plantillas.

Plantilla Poster: Proyecto modalidad propuesta, en curso, terminado, idea de negocio, plan de negocio, empresa puesta en marcha e innovación y/o desarrollo.

Plantilla Presentación: Experiencias significativas y Talleres.

Cordialmente,

   
**Carlos Edwin Carranza Gutiérrez - Líder de Investigación**  
 Sistema de Gestión de la Investigación  
 Zona Centro Bogotá-Cundinamarca

☎ 057 3443700 ext. 1042703 📠skype: cecarranzag1

Centro: Transversal 31 # 12-38 Sur  
 Bogotá  
 Universidad Nacional Abierta y a Distancia | UNAD

Ingresar a nuestra página principal: <https://investigacion.unad.edu.co/>

POSTER V ENCUENTRO - SANDRA FARFÁN

Para Sandra L. ANAYA HERNÁNDEZ

Proyecto B-C  
 Universidad Nacional Abierta y a Distancia | UNAD

**'CONDICIONALES' - UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD):** La influencia de los factores en este proceso de condicionales y cómo puede ser utilizado por el sistema de investigación a su nivel de trabajo. El papel de la gestión estratégica, cualitativa y cuantitativa de la investigación en el desarrollo de la investigación y el desarrollo de la investigación por la UNAD. El papel de la investigación de la investigación de la investigación y el desarrollo de la investigación por la UNAD.

Para Sandra L. ANAYA HERNÁNDEZ

Sandra L. ANAYA HERNÁNDEZ

Para Sandra L. ANAYA HERNÁNDEZ

Buen día profesora Sandra L. ANAYA HERNÁNDEZ, espero que esté bien y que le guste el poster que le he enviado. Espero que le guste y que le sirva de ayuda. Espero que le guste y que le sirva de ayuda.

Gracias.

Anexo K.

Formato de autorización salida de elementos UNAD

**UNAD**  
Universidad Nacional  
Abierta y a Distancia

**FORMATO DE AUTORIZACIÓN SALIDA DE ELEMENTOS**  
PROCEDIMIENTO RELACIONADO: SINISTRALIDAD DE BIENES

CÓDIGO: F-4-B-3  
VERSIÓN: 1, 25, 10, 2017  
PÁGINAS: 1 de 1

1. Ciudad: Bogotá      2. Centro: Jose Celestino Mula

3. Fecha de Salida de Elemento: 1 marzo de 2022

4. Fecha de Retiro de Elementos: 8 de marzo de 2022

5. Se autoriza a: Sandra Liliana Farfán Triana y Luisa Fernanda Uribe Lavande

6. Identificación con: C.C.  C.E.  Matrícula: 1023928300

7. Dependencia: ECAPMA

8. Pateñador de la institución los siguientes bienes de propiedad de la UNAD y/o elementos tecnológicos de Leasing, en calidad de:

Evento	Problema	X	Reparación
Mantenimiento	Centro Regional		

8. Listado de Elementos:

Nº	Descripción	Marca	Placa	Serial	Destino
1	SET de medio ambiente		202210238300		Río Facha
2					
3					

**Mega favor equipo lab**

Luisa Fernanda Uribe Lavande <luisauribe@unad.edu.co>  
Para: SANDRA LILIANA FARFÁN TRIANA. Lun 28/03/2022 10:42

**CONFIDENCIAL – UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD).** La información contenida en este mensaje es confidencial y sólo puede ser utilizada por la persona u organización a la cual está dirigida. Si usted no es el receptor autorizado, cualquier revelación, difusión, distribución o copia de este mensaje está prohibida y será sancionada por la ley. Si por error recibe este mensaje, favor remitirlo de vuelta y borrar el mensaje recibido inmediatamente.

Regresar    Retirar

SANDRA LILIANA FARFÁN TRIANA  
Para: Luisa Fernanda Uribe Lavande Lun 28/03/2022 10:42

Curso equis.docx

F-4-B-3 formato de salida de elementos

1. Enviar equipo (1 de 1)

2. Enviar foto de Destino - Universidad Nacional Abierta y a Distancia

3. Descargar todo

Profa Luisa envía los archivos con las respectivas modificaciones.

Luisa Fernanda Uribe Lavande <luisauribe@unad.edu.co>  
Para: SANDRA LILIANA FARFÁN TRIANA. Lun 28/03/2022 10:48

F-4-B-3 formato de salida de elementos

Activar Windows  
Windows no se puede activar. Haga clic aquí para activar Windows.