



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**EVALUACIÓN FÍSICO-BIÓTICA Y ZONIFICACIÓN DE RIESGO ANTRÓPICO
EN LA RONDA HÍDRICA A MARGEN DERECHA DEL RÍO GUATAPURÍ.**

AUTOR (ES):

KEYLIN VANESSA ANGARITA QUINTERO

LAURA INES CAMACHO MUÑOZ

LINEY CAROLINA PETRO MACHUCA

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y/O TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR - CESAR
2022**



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**EVALUACIÓN FÍSICO-BIÓTICA Y ZONIFICACIÓN DE RIESGO ANTRÓPICO
EN LA RONDA HÍDRICA A MARGEN DERECHA DEL RÍO GUATAPURÍ.**

AUTOR (ES):

KEYLIN VANESSA ANGARITA QUINTERO

LAURA INES CAMACHO MUÑOZ

LINEY CAROLINA PETRO MACHUCA

Trabajo de grado para optar al título de ingeniero ambiental y sanitario

DIRECTOR / ASESOR:

ING. YIM JAMES RODRIGUEZ DIAZ

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR - CESAR
2022**



DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mis padres y especialmente a mi madre July Quintero que ha sido pilar fundamental en mi vida, por su apoyo a lo largo de este camino y nunca dejarme desfallecer, por darme valentía necesaria para poder culminar este proceso, a Dios por permitirme llegar a este momento, a mi hermano por ser mi compañía en este proceso académico y a mi abuela por siempre estar presente.

Este trabajo se lo quiero dedicar a mis padres Marelys y Luis por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida. A Dios por permitirme cumplir este objetivo y a todas las personas que han contribuido con la consecución de este logro.

Dedico este trabajo de manera especial a mi madre Luzmari por ser el pilar mas importante para la construcción de mi proyecto de vida, por haber formado en mi bases de amor, responsabilidad y deseos de superación. A Dios por concederme este triunfo. A mis abuelos Cristian y Blanca por enseñarme el camino de la vida, su bendición me guía y me protege, a mi hermano Jhan Paul, personas que me han ofrecido el amor y la calidez de la familia a la cual amo.



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios, por ser el motivo principal para salir adelante y lograr nuestros objetivos, al asesor Yim James Rodríguez Díaz, por su dirección, asesoría, seguimiento, motivación y apoyo en este proceso investigativo. Le agradecemos a la universidad y a su equipo de trabajo por brindarnos la confianza de ejecutar los respectivos ensayos de laboratorio en sus instalaciones y con ello lograr el buen desarrollo de esta investigación.

Finalmente, a nuestros amigos y familiares por el apoyo incondicional en toda esta carrera universitaria.



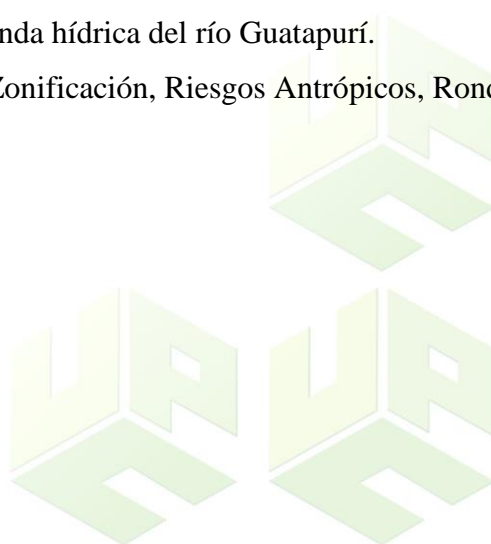


RESUMEN

El presente estudio corresponde al ejercicio de la evaluación físico-biótica y de zonificación de los riesgos antrópico que se ejercen sobre la ronda hídrica, la cual representa el estado de reflexión del territorio; ya que a través de esta se pretendía moldear la visión futura que se tiene sobre esta, la cual se encuentra sujeta a restricciones socioeconómicas y ambientales que configuran la realidad en la que se encontraba la cuenca; es por ello por lo que el presente documento, formulaba un conjunto de estrategias de control y seguimiento para brindarle recuperación y preservación al ecosistema que embarga a la ronda hídrica del río Guatapurí.

Ahora bien, el objetivo de este trabajo fue evaluar los factores físico-bióticos, es decir, aquellos que tienen que ver con el clima, la hidrología, la calidad del recurso hídrico y la flora de la ronda hídrica del margen derecho del río Guatapurí y a su vez, se estudió el riesgo asociado a las zonas de baja, media y alta influencia antrópica; para darle cumplimiento a este objetivo se establecieron un conjunto de características biofísicas e hidrológicas del área en estudio, en el cual se delimitaron tres puntos para la toma de las muestras, entre las que se destacaban Donachui, Chemesquemena y el Balneario Hurtado; luego, se procedió a la identificación y zonificación de las áreas de riesgo y conflictos y con todo ello, como resultado de esta investigación se formularon las estrategias de control y seguimiento para la recuperación y preservación del ecosistema de la ronda hídrica del río Guatapurí.

Palabras Claves: Evaluación, Biótica, Física, Zonificación, Riesgos Antrópicos, Ronda Hídrica, Río Guatapurí.





ABSTRACT

The present study corresponds to the exercise of the physical-biotic evaluation and zoning of the anthropic risks that are exerted on the hydric round, which represents the state of reflection of the territory; since through this it was intended to shape the future vision that we have about it, which is subject to socioeconomic and environmental restrictions that configure the reality in which the basin was found; That is why the present document formulated a set of control and monitoring strategies to provide recovery and preservation to the ecosystem that impounds the Guatapurí river water zone.

Now, the objective of this work was to evaluate the physical-biotic factors, that is, those that have to do with the climate, hydrology, the quality of the water resource and the flora of the water ring of the right bank of the Guatapurí River and In turn, the risk associated with areas of low, medium and high anthropic influence was studied; In order to fulfill this objective, a set of biophysical and hydrological characteristics of the study area were established, in which three points were delimited for taking the samples, among which Donachui, Chemesquemena and the Balneario Hurtado stood out; Then, the identification and zoning of the risk and conflict areas was carried out and with all this, as a result of this investigation, the control and monitoring strategies were formulated for the recovery and preservation of the ecosystem of the Guatapurí River water ring.

Key Words: Evaluation, Biotics, Physics, Zoning, Anthropic Risks, Water Ring, Guatapurí River.





TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	14
1. TITULO DEL PROYECTO O INVESTIGACION	16
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACION DEL PROBLEMA	17
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO O INVESTIGACION	19
4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	20
4.1 Objetivo General	20
4.2 Objetivos Específicos	20
5. MARCO REFERENCIAL	21
5.1 Antecedentes de la Investigación	21
5.2 Marco Teórico	23
5.3 Marco Conceptual	28
5.4 Marco Contextual (Localización Geográfica)	31
5.5 MARCO LEGAL	35
6. MARCO METODOLOGICO	37
6.1 Línea y Sub línea de Investigación	37
6.2 Tipo de Investigación	37
6.3 Nivel de Investigación	37
6.4 Población de Estudio	37
6.5 Muestra Poblacional	38
6.6 Diseño de la Investigación	38
6.7 Desarrollo Metodológico	38
7. RESULTADOS Y ANALISIS	53
7.1 Características Biofísicas e Hidrológicas de la Ronda Hídrica.	53
7.2 Identificación y Zonificación de las Zonas de Riesgo.	83
7.3 Estrategias de Control y Seguimiento para la Recuperación y Preservación del Ecosistema de la Ronda Hídrica del Río Guatapurí.	97
8. CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACION	101



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**

Referencias Bibliográficas	103
ANEXOS	107



Lista de Tablas

Tabla 1. Parámetros Fisicoquímicos.	23
Tabla 2. Normatividad tomada como referencia en el proyecto.	35
Tabla 3. Determinación de la población de estudio.	37
Tabla 4. Determinación de la muestra poblacional	38
Tabla 5. Parámetros para determinar en laboratorio	40
Tabla 6. Métodos de determinación de variables fisicoquímicas inicial.	45
Tabla 7. Escala de valoración y convenciones para las variables y componentes de los factores	45
Tabla 8. Funciones para la estimación de la vulnerabilidad y sus componentes.	46
Tabla 9. componentes, variables y criterios de evaluación para determinación de la vulnerabilidad por exposición.	47
Tabla 10. Componentes, variables y criterios de evaluación para determinación de la vulnerabilidad por fragilidad.	48
Tabla 11. Componentes, variables y criterios de evaluación para determinación de la vulnerabilidad determinada por capacidad de adaptación y respuesta.	50
Tabla 12. Matriz de evaluación para determinar vulnerabilidad por capacidad de gobernanza.	51
Tabla 13. Comparación de las muestras en relación con el pH.	55
Tabla 14. Comparación de la turbidez de las muestras.	57
Tabla 15. Comparación de la conductividad de las muestras.	59
Tabla 16. Comparación de la alcalinidad total de las muestras.	61
Tabla 17. Comparación de la alcalinidad fenoltaleína de las muestras.	63
Tabla 18. Relación de los diferentes tipos de alcalinidad, dependiendo de los resultados de la titulación con ácido.	63
Tabla 19. Comparación entre las muestras.	64
Tabla 20. Clasificación de las aguas según su dureza.	65
Tabla 21. Comparación de la dureza total de las muestras.	66
Tabla 22. Comparación del oxígeno disuelto de las muestras.	68
Tabla 23. Comparación de sólidos totales de las muestras.	71
Tabla 24. Análisis De Parámetros Biológicos	73
Tabla 25. Levantamiento de geoformas en los puntos de muestreo.	77
Tabla 26. Medición del diámetro de los árboles.	78
Tabla 27. DPA promedio por especie evidente en campo.	78
Tabla 28. Número de árboles por hectárea hallado en una sección de la ronda hídrica de la margen derecha del río Guatapurí.	80
Tabla 29. Número de individuos por especie.	80

Tabla 30. Tipo de cultivos.	83
Tabla 31. Gestión de riesgo zona de muestreo cuenca alta, Donachui	85
Tabla 32. Vulnerabilidad por capacidad de gobernanza y gestión territorial para el caso de la zona de muestreo de Donachui.	85
Tabla 33. Consolidado de resultados obtenidos en la estimación de vulnerabilidad (V) en Donachui	87
Tabla 34. Gestión de riesgo zona de muestreo cuenca media, Chemesquemena	88
Tabla 35. Vulnerabilidad por capacidad de gobernanza y gestión territorial para el caso de la zona de muestreo de Chemesquemena.	89
Tabla 36. Consolidado de resultados obtenidos en la estimación de vulnerabilidad (V) en la zona de Chemesquemena	91
Tabla 37. Gestión de riesgo zona de muestreo cuenca baja, balnearío Hurtado.	92
Tabla 38. Vulnerabilidad por capacidad de gobernanza y gestión territorial para el caso de la zona de muestreo en el balnearío hurtado	93
Tabla 39. Consolidado de resultados obtenidos en la estimación de vulnerabilidad (V) en la zona del balnearío hurtado.	95





Lista de Imágenes

Imagen 1. Cuenca del río Guatapurí.	32
Imagen 2. Las zonas de muestreo se ubicarán en tres puntos estratégicos.	32
Imagen 3. Ubicación Geográfica del punto de muestreo (P1) perteneciente al pueblo de Donachui.	33
Imagen 4. Ubicación Geográfica del punto de muestreo (P2) perteneciente al pueblo de Chemesquemena.	34
Imagen 5. Ubicación Geográfica del punto de muestreo (P3) perteneciente al Balnearío Hurtado	34
Imagen 6. Medición del pH para la muestra de agua in situ con pHmetro agregando solución indicadora de fonal rojo.	54
Imagen 7. Toma de valores de turbidez en laboratorio en el turbidímetro 2100N.	56
Imagen 8. Toma de la conductividad en laboratorio con las sondas de conductividad de 4 células del Thermo Scientific Oríon DuraProbe.	60
Imagen 9. Alcalinidad al naranja de metilo	61
Imagen 10. Medición de oxígeno disuelto en Tester HI9147.	67
Imagen 11. Crisol en la estufa	70
Imagen 12. Balanza Analítica	71
Imagen 13. Vulnerabilidad por exposición de la infraestructura	92
Imagen 14. Vulnerabilidad por exposición del sistema de producción.	96
Imagen 15. Vulnerabilidad por fragilidad ambiental (Azul) y Vulnerabilidad por exposición de infraestructura (amarillo).	97
Imagen 16. Punto De Muestreo 1 (Donachui)	107
Imagen 17. Punto 2 (Chemesquemena)	108
Imagen 18. Punto 3 (Balnearío Hurtado)	109
Imagen 19. Árbol gusanero	110
Imagen 20. Árbol níspero	111
Imagen 21. Árbol cañahuate	112
Imagen 22. Árbol ceiba	112
Imagen 23. Árbol de caucho	113
Imagen 24. árbol neem	114
Imagen 25. Árbol uvito	114
Imagen 26. Preparando muestras para la titulación de alcalinidad	115
Imagen 27. Titulación	116



Imagen 28. Resguardo indígena Donachui	117
Imagen 29. Habitantes del resguardo indígena Donachui	118
Imagen 30. Medición de DPA en Donachui	119
Imagen 31. Chemesquemena	120
Imagen 32. Chemesquemena	121
Imagen 33. Recolección de muestra de suelo en Chemesquemena	122





Lista de Gráficos

Gráfico 1. Factores del riesgo de desastres desde el enfoque holístico.	27
Gráfico 2. Comparación de los pH de las muestras.	55
Gráfico 3. Comparación de la turbidez de las muestras.	58
Gráfico 4. Comparación de la conductividad de las muestras.	60
Gráfico 5. Comparación de la alcalinidad de las muestras.	62
Gráfico 6. Comparación del oxígeno disuelto de las muestras	68
Gráfico 7. Comparación de solidos totales con las muestras	72
Gráfico 8. Comparación de los sólidos totales con las muestras	75





INTRODUCCION

La cuenca del río Guatapurí se encuentra ubicada geográficamente en la región norte del departamento del Cesar en límites de los Departamentos de Magdalena, Cesar y La Guájira, sobre el flanco suroriental de la Sierra Nevada de Santa Marta, en jurisdicción de los municipios de Valledupar y Pueblo Bello; el río Guatapurí nace a una altura aproximada de 5.000 msnm y desemboca en el margen derecho del Río Cesar a 105 msnm., cerca de Valledupar, donde interactúan en dependencia los recursos naturales con la infraestructura creada por el hombre, en donde esto favorece al desarrollo social y económico de los municipios, corregimientos y veredas cercanos a él, ya que suministra bienes para efectuar distintas actividades, ya sean industriales, socioeconómicas y ambientales, por lo que se ha convertido en un modelo fundamental de sostenibilidad y desarrollo (CORPOCESAR, 2019)

Actualmente la ronda hídrica del río Guatapurí está pronunciada como patrimonio ambiental y de protección por el POT (2016), sin embargo, se ha visto quebrantada a causa de la expansión urbana y a la transformación del espacio físico ambiental, lo cual a su paso ha provocado que se ejerzan modificaciones en las características de esta, lo que a su vez, afecta la conservación de todos sus elementos naturales; por otro lado, las constantes acciones contaminantes en el cauce principal y la deforestación entre un sin número de factores o actividades antrópicas ocasionadas por el hombre, han contribuido para que se presente un deterioro del territorio, lo cual confluye en el acrecentamiento de la susceptibilidad intrínseca del terreno y a la predisposición ante eventos amenazantes de alto riesgo.

Ahora bien, la importancia de esta investigación se basa en los acontecimientos que son producto del deterioro ambiental por actividades antrópicas efectuadas por el hombre en la ronda hídrica, las cuales se emanan en la ocurrencia de amenazas de tipo socio-natural, lo cual sumado a la falta de sensibilización pública e identificación de escenarios de riesgo que causan amenazas, hacen que se reduzcan en gran medida la capacidad de respuesta y resiliencia de toda una comunidad en general; es por esta razón que se ha generado la



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



necesidad de realizar este estudio en el año 2021 en tres puntos estratégicos ubicados y seleccionados secuencialmente en cuenca alta (sector Donachui), cuenca media (Chemesquemena) y cuenca baja (balneario hurtado) donde se presenta baja, media y alta actividad antropogénica respectivamente con el manejo de esta importante unidad hidrográfica, que relaciona los sistemas físico-bióticos y el sistema socioeconómico, comparándose los datos y resultados que se obtuvieron con el plan de ordenación y manejo de cuenca hidrográfica del río Guatapurí realizado por Corpocesar en el año 2019 con el fin de evaluar la calidad y disponibilidad de los recursos naturales, como también formular propuestas para la sustentabilidad ambiental de la cuenca a generaciones futuras sobre escenarios prospectivos.





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



1. TITULO DEL PROYECTO O INVESTIGACION

***EVALUACIÓN FÍSICO-BIÓTICA Y
ZONIFICACIÓN DE RIESGO
ANTRÓPICO EN LA RONDA
HÍDRICA A MARGEN DERECHA
DEL RÍO GUATAPURÍ***





2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACION DEL PROBLEMA

En la cuenca del río Guatapurí en ciertos períodos del año cuando se presentan fuertes lluvias que sumado a la inestabilidad de los taludes provoca graves daños a la ronda hídrica de la cuenca, y esto se debe principalmente al aumento del caudal normal del río, en donde se presentan casos mayores que implican el arrastre de los taludes, ocasionando así desbordamientos del caudal, que afectan el ecosistema y las poblaciones aledañas que habitan el sector, incitando deterioros materiales y afectaciones sociales (Jiménez, 2017).

Así pues, debido a la gran deforestación que se presenta en la ronda hídrica del río Guatapurí en ciertos sectores donde se utilizan estos terrenos de una forma indiscriminada para la plantación de cultivos y ganadería, se evidencian pérdidas en las especies ribereñas y en las características naturales del lugar, las cuales le brindan la estabilidad necesaria al terreno para mantener el nivel freático de la cuenca, y el equilibrio del ecosistema propio de la zona; todo esto, ha llegado a presentar alta inestabilidad en los taludes y una gran pérdida del ecosistema endémico, provocando inundaciones que hacen que se presente problemas en la salud de la población, pérdida de enseres y daño a las viviendas, afectando la calidad de vida de las personas (Castellar, 2017).

Es por esta razón, que esta situación obliga a las comunidades a utilizar intensivamente los recursos naturales y a crear conflictos de uso de la tierra que desencadena procesos de deterioro que afectan seriamente la calidad de vida y del entorno en zonas de riesgo por inundaciones y deslizamientos de tierra, lo cual amerita un tratamiento especial por parte del estado (Melo, 2000).

De este modo, en esta zona no existe un monitoreo sistemático de las autoridades ambientales para establecer un análisis de los componentes físico-bióticos, es decir, aquellos que implican el clima, la hidrología, la morfometría, las pendientes, y la calidad del recurso hídrico; todas ellas, proyectan la calidad ecológica de la ronda hídrica del río Guatapurí. Por



ello existe una necesidad de evaluar el ecosistema de la ronda en sitios con diferente actividades que generan riesgos de tipo antrópico, los cuales permiten cuantificar el daño ocasionado con el propósito de establecer estrategias de recuperación de este terreno y del ecosistema endémico del sitio en pro de dar una vida más digna a sus pobladores y a las especies de flora que habitan allí, con ayuda de estos mismos pobladores y las entidades encargadas que están en la obligación de realizar los estudios necesarios y velar por la protección de los recursos naturales.

Con este planteamiento, se hace necesaria la evaluación de los factores físicos – bióticos que intervienen en la ronda hídrica al margen derecho del río Guatapurí y a su vez, la valoración de los riesgos asociados en las diversas zonas (baja, media y alta) de la influencia antrópica de este; motivo por el cual se desarrolla esta problemática. Tomando en cuenta estos aspectos, se establece la siguiente interrogante de investigación: *¿Cuáles son los factores que intervienen en la ronda hídrica del margen derecho del río Guatapurí y cuáles son los riesgos asociados a este?* Esto con el propósito de formular un conjunto de estrategias de control y seguimiento para la recuperación y preservación del ecosistema en estudio.

Para responder la interrogante anterior se formulan las siguientes preguntas específicas:

- ❖ ¿Cuáles son las características biofísicas e hidrológicas que se evidencian en la ronda hídrica del margen derecho del río Guatapurí?
- ❖ ¿Cuáles son las zonas de riesgos teniendo en cuenta las características y los conflictos determinados en esta área de estudio?
- ❖ ¿Cuáles deben ser las estrategias que se deben llevar a cabo para brindar control y seguimiento en la recuperación y preservación del ecosistema de la ronda hídrica del río Guatapurí?



3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO O INVESTIGACION

Esta investigación ofrece un aporte teórico, puesto que ante las alarmantes crisis ambientales que pone en riesgo el ecosistema de la cuenca se hace necesario adoptar estrategias para conocer el estado y el grado de perturbación en los puntos seleccionados para el estudio. Por tal razón lo que se quiere lograr con este proyecto es una evaluación físico-biótica en la cuenca que permita generar estrategias que beneficien a dicha fuente hídrica, a partir de la determinación de las condiciones climatológicas, la calidad del recurso hídrico, las características morfométricas, los usos del suelo, las principales especies de flora que se encuentran allí.

Por otro lado, brinda un aporte metodológico, visto desde el punto de vista en que se basa en la evaluación de todos estos factores que intervienen en el margen derecho de la ronda hídrica del río Guatapurí, en donde se debe zonificar el riesgo antrópico en los tres puntos de muestreo seleccionados con el objetivo de proponer estrategias de control y seguimiento para la mitigación del mismo como también para la preservación y recuperación del ecosistema allí presente, a través del trabajo de campo que se realizará para cada uno de los componentes, variables y criterios de evaluación según las técnicas de investigación propuestas.

De este modo, esta investigación tiene un aporte práctico ya que puede generar un conocimiento sobre la riqueza y la biodiversidad del ecosistema estudiado y ser de utilidad a las autoridades ambientales encargadas del monitoreo del río para dar cumplimiento al artículo 206 (Rondas Hídricas) de la Ley 1450 de 2011 que contempla la normatividad para el uso adecuado, cuidado y conservación, de las rondas hídricas en Colombia.



4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

4.1 Objetivo General

Evaluar los factores físico-bióticos (clima, hidrología, calidad del recurso hídrico y flora) de la ronda hídrica del margen derecho del río Guatapurí y el riesgo asociado en zonas de baja, media y alta influencia antrópica.

4.2 Objetivos Específicos

- Establecer las características biofísicas e hidrológicas de la ronda hídrica a margen derecha del río Guatapurí a partir del estado de sus recursos y comparar los resultados a obtener con los establecidos en la norma (resolución 2115 del 2007).
- Identificar y zonificar las zonas de riesgo teniendo en cuenta las características y conflictos determinados en la ronda hídrica a margen derecha del río Guatapurí en las zonas de baja, media y alta influencia antrópica escogidas.
- Formular estrategias de control y seguimiento para la recuperación y preservación del ecosistema de la ronda hídrica del río Guatapurí.





5. MARCO REFERENCIAL

5.1 Antecedentes de la Investigación

En Colombia la Ronda Hídrica está definida como la faja paralela a los cuerpos de agua a que se refiere el literal d) del artículo 83 del Decreto Ley 2811 de 1974 y el área de protección o conservación aferente, es por ello, que para su normal funcionamiento hidráulico y su desarrollo, se gestiona un amplio rango de funciones entre ellas, entre las que se destaca ayudar a mantener la integridad hidrológica, hidráulica y ecológica del canal del cauce, el suelo y vegetación asociada, regular las crecidas, mantener un flujo base en el cauce, mantener buena calidad del agua, ayudar a proteger plantas y animales acuáticos, así como ribereños de las fuentes de contaminación de las tierras altas, atrapando o filtrando los sedimentos, los nutrientes y los químicos desde las actividades forestales y agropecuarias (Fowler, 2000).

Entre tanto, el trabajo de grado producido por Petro y Wees (2014) titulado “*Evaluación se la Calidad Fisicoquímica y Microbiológica del Agua del Municipio de Turbaco – Bolívar, Caribe Colombiano*”, en él se evaluaron las características físicas, químicas y biológicas del agua que es apta para consumo en el municipio de Turbaco (Bolívar); de este modo, para obtener dicho proceso evaluativo ejecutaron una serie de actividades que llevaron a cumplir con los objetivos de este. Las actividades que se llevaron a cabo fue el reconocimiento en campo, la ubicación de los nueve puntos de muestreo y el análisis de los respectivos parámetros de la calidad del agua, los cuales se basaron en la resolución 2115 del 2007; una vez efectuaron estas actividades, determinaron que varios de los factores fisicoquímicos en los distintos punto de muestreo están por encima de los valores mínimos requeridos; es por ello, que consideraron que el causante de esta situación es la ausencia del cloro libre, lo que da lugar a la deficiencia del proceso de tratamiento.

Ahora bien, Herrera J y Navarro B (2019) en su tesis titulada “*Determinación de la calidad ambiental del recurso hídrico del balneario hurtado – río Guatapurí a través de los índices biológicos BMWP COL, índice de bosque de ribera (qbr), índice de hábitat fluvial*



(ihf) y análisis fisicoquímicos , Valledupar –Colombia”, estos determinan la calidad ambiental de curso hídrico del río Guatapurí sobre el balneario hurtado entre las fechas de diciembre de 2018 hasta junio de 2019, aquí pues, se evalúan las características físico-químicas y microbiológicas del agua, su calidad, la heterogeneidad del hábitat fluvial, la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos del bosque de ribera, para ello se utilizaron los índices QBR, IHF, BMWP/COL e índice de contaminación ICO evaluados en 3 tramos (agua arriba- balneario –aguas abajo) en un trayecto de 1.387 km durante las temporadas de lluvia y sequía; los resultados aquí obtenidos fueron correlacionados utilizando la metodología de Spearman, en donde los índices biológicos mostraron el BMWP/COL presento calidad de agua muy limpias o poco contaminadas en ambas temporadas en los diferentes tramos de muestreo, por otro lado, con la aplicación de índice QBR, un estado natural y bien conservado del bosque de ribera (máxima calidad; QBR:90), no se encontraron sobre el área evaluada en consecuencia se presentaron riberas con degradación extrema en el balneario hurtado, pero aguas abajo la calidad de esta resulta ser mala y se evidencia que aguas arriba esta ligeramente perturbada.

Por otro lado, la investigación sobre la *Evaluación de los escenarios de riesgo y amenazas de la zona urbana y rural del municipio del Paso – Cesar* (Ditta y Ruiz, 2019), en esta se determina que el municipio de El Paso no ha estado aislado de las situaciones que se presentan a nivel nacional e internación en relación con los riesgos y las amenazas; es por ello, que debido a las situaciones de riesgo que se han presentado tanto en áreas urbanas como rurales, algunas de ellas asociadas a fenómenos de origen natural, socio-natural, tecnológico y algunas antrópico, se evidencian falencias en materia de riesgo de las que padece del municipio a nivel veredal es que no se tiene estudio que muestre el grado de exposición al riesgo a las que las comunidades rurales están expuestas, ni se tienen identificadas zonas que pueden ser de alto riesgo para estas comunidades teniendo en cuenta que el municipio de El Paso cuenta con varias veredas de las cuales muchas de ellas residen en zonas de alto riesgo de inundación.



Otro de los fenómenos de origen tecnológicos que también tienen incidencia en el municipio son los altos niveles de partículas suspendidas totales (PST) reportadas en la red de estaciones para el monitoreo de la calidad del aire, operadas por Corpocesar en colaboración con la universidad industrial de Santander, donde se detectó en su último reporte niveles de partículas suspendidas totales (PST) de $151,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cuando el máximo nivel permitido es $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Así pues, el municipio en sus áreas urbanas y rurales aplica por medio del control y la reducción del riesgo, asociaciones de los fenómenos de origen natural, socio – natural, tecnológico o antrópico, así como son la prestación efectiva de los servicios de respuesta y recuperación en caso de desastres, en el marco de la gestión integral del riesgo.

5.2 Marco Teórico

Las cuencas hidrográficas son la base principal del estudio de la hidrología, es por ello que Londoño, C (2001) comenta que las cuencas hidrográficas son un recurso natural, que los habitantes poseen con diversas condiciones ya sean físicas, biológicas, económicas, sociales y culturales, a las cuales se le confieren características particulares a cada una, importantes para considerarlas como unidades de planificación.

Entre tanto, el IDEAM ha establecido un inventario de las cuencas hidrográficas existentes en el país, las cuales se han dividido en 12 zonas con características hidrológicas representativas, para cada una de ellas se han cuantificado las cuencas de acuerdo con un orden de magnitud (Londoño, 2001).

Importancia Ambiental De Los Parámetros Físicoquímicos Como Indicadores De Contaminación

Los parámetros físicoquímicos dan una información extensa de la naturaleza de los compuestos químicos del agua y sus propiedades físicas, sin aportar información de su influencia en la vida acuática; los métodos biológicos aportan esta información, pero no señalan nada acerca del contaminante o de los contaminantes responsables, por lo que muchos



investigadores recomiendan la utilización de ambos en la evaluación del recurso hídrico (Samboni R., Carvajal E., & C., 2007).

Tabla 1. Parámetros Fisicoquímicos.

Temperatura	Las descargas de aguas con temperaturas considerablemente mayores a las aguas receptoras pueden causar daños a la flora y fauna al intervenir con los procesos reproductivos de las especies. De igual forma, pueden incrementar el crecimiento de bacterias y otros organismos no autóctonos, acelerar las reacciones químicas y reducir los niveles de oxígeno, influyendo en la precipitación de muchos compuestos y acelerando la eutrofización.
Turbiedad	Incide directamente en la productividad y el flujo de energía dentro del ecosistema y es asociada con la presencia de organismos patógenos. Sirve para determinar el grado de tratamiento requerido por un agua natural, al igual que permite establecer su filtrabilidad, así como la efectividad de procesos de coagulación, sedimentación y filtración.
Sólidos	Producen alteraciones en el desarrollo de los estados tempranos de los peces, al modificar su movimiento natural y migración; igualmente, reducen la abundancia de alimentos e inciden sobre la productividad primaria del sistema. Son un parámetro útil para determinar la eficiencia de las unidades de tratamiento y son importantes para determinar la “fuerza” de las aguas residuales. En plantas de lodos activados se usan para controlar el proceso y factores del diseño de unidades de tratamiento biológico secundario, también son útiles para el diseño de tanques de sedimentación.
Conductividad	La variación de la conductividad proporciona información acerca de la productividad primaria y descomposición de la materia orgánica, e igualmente contribuye a la detección de fuentes de contaminación, la evaluación de la actitud del agua para riego y la evaluación de la naturaleza geoquímica del terreno.
PH	El intervalo de concentración adecuado para la proliferación y desarrollo de la vida acuática es bastante estrecho y crítico, la mayoría de los animales acuáticos prefieren un rango de 6.5 a 8.0, fuera de este rango se reduce la diversidad por estrés fisiológico, así como la reproducción. El grado de disociación de ácidos y bases es afectado por



	<p>cambios de pH, este efecto es importante debido a que la toxicidad de muchos compuestos es afectada por el grado de disociación.</p>
Alcalinidad	<p>Proporciona la acción buffer o amortiguadora de cambios de pH al agua, de tal forma que conocer la alcalinidad de un cuerpo de agua es fundamental para determinar su capacidad para mantener los procesos biológicos y una productividad sostenida y duradera. La alcalinidad es importante en los procesos de coagulación química, ablandamiento y control de la corrosión.</p>
Dureza	<p>Las aguas con bajas durezas se denominan “blandas” y biológicamente son poco productivas, por lo contrario, las aguas con durezas elevadas “duras” son más productivas. La productividad está generalmente dada por unas pocas especies que se han adaptado a estas condiciones, aguas con durezas intermedias pueden poseer fauna y flora más variada, pero son menos productivas en términos de biomasa. Para consumo humano se considera que las aguas blandas o duras son igualmente satisfactorias.</p>
Demanda química de oxígeno (DQO).	<p>El aumento de la DQO contribuye a la disminución de la capacidad de depuración de las fuentes hídricas, disminución del oxígeno disuelto, salinización de los suelos, y pérdida de la biodiversidad acuática y calidad del uso.</p>
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	<p>Se indica con este término la cantidad de oxígeno requerida por los microorganismos aeróbicos para poder proceder a la asimilación y a la degradación de las sustancias orgánicas presentes en aguas naturales o residuales y que constituyen el alimento de los microorganismos. Es aún más elevada cuanto mayor es la concentración de las sustancias orgánicas presentes en las aguas residuales y cuanto mayor es la velocidad de biodegradación microbiana. Con criterio del todo convencional se hace referencia a la DBO a los cinco (5) días, lo cual viene indicado con la sigla DBO5.</p>



Coliformes totales	El análisis bacteriológico es vital en la prevención de epidemias como resultado de la contaminación del agua. El ensayo se basa en que todas las aguas contaminadas por aguas residuales son potencialmente peligrosas, por tanto, en control sanitario se realiza para determinar la presencia de contaminación fecal. La determinación de la presencia del grupo Coliformes constituye en un indicio de polución, así como la eficiencia de la purificación y potabilidad del agua.
Oxígeno disuelto	Constituye uno de los elementos de mayor importancia en los ecosistemas acuáticos, ya que su presencia y concentración determina las especies, de acuerdo con su tolerancia y rango de adaptación, estableciendo la estructura y funcionamiento biótico de estos sistemas. La baja concentración de oxígeno disuelto en el agua es, generalmente, una indicación de alta contaminación, ya que sirve para denotar la presencia de organismos que “respiran” y se multiplican a una tasa superior a la difusión del oxígeno desde la atmósfera al agua.

Fuente. Tomado de la Corporación Autónoma regional del Tolima, 2006.

Análisis de Riesgos y Priorización de Escenarios.

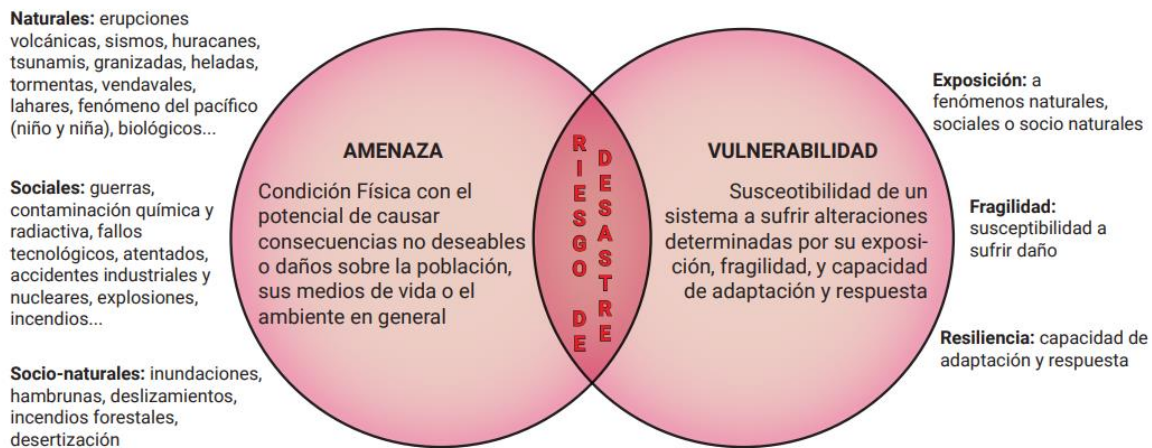
El riesgo de desastres es una construcción social, relacionada con el potencial de pérdidas o daños que pueden ocurrir a una comunidad, los ecosistemas que le sustentan o sus medios de vida, como resultado de la convolución o mutuo condicionamiento entre amenaza y vulnerabilidad. Estos constituyen lo que se denominan factores de riesgo, y que en el caso de la vulnerabilidad están fuertemente ligados al modelo de desarrollo. Es por ello, que un desastre se entiende como la materialización de un riesgo a tal escala que sus impactos superan la capacidad de respuesta o recuperación del sistema ambiental afectado, es por esta razón, que requiere de apoyo externo; en este sentido, no todo riesgo es un riesgo de desastre, ya que pueden ocurrir eventos en los que los niveles de daños y pérdidas generadas no comprometan de manera seria el funcionamiento del sistema; de allí que uno de los objetivos principales de los procesos de gestión de riesgos de desastres, el cual consiste en la



disminución de los niveles de daños o pérdidas probables a niveles aceptables, es decir, niveles de prevención y mitigación.

Ahora bien, en el Grafico 1 se sustenta cómo el riesgo de desastre se da en la medida en que coinciden unas condiciones de amenaza y vulnerabilidad, que son los factores de riesgo, de manera que para una adecuada gestión de este es necesario entender la forma en como interactúan dichos factores y configuran las diversas situaciones de riesgo concretas que representan posibilidades reales de afectación a las comunidades, a los ecosistemas que los soportan y a sus medios de vida.

Gráfico 1. Factores del riesgo de desastres desde el enfoque holístico.



Fuente: Vera, J y Albarracín, A (2017)

En dicho grafico se distinguen dos variables, la amenaza y la vulnerabilidad; en donde la amenaza hace referencia a los procesos externos e internos del sistema, es decir, son aquellos de origen natural, antrópicos o socio naturales, que interactúan con este y tienen el potencial de inducir una transformación significativa en él, ya sea de manera lenta o súbita. Por su parte, la vulnerabilidad es considerada como un factor interno de riesgo y alude a las características de un sistema desde el punto de vista de su exposición, de su capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural, antrópica o



socio natural, que implica una combinación de factores que determinan el grado al que un sistema se encuentra en riesgo por un evento distinto e identificable de la naturaleza o de la sociedad.

5.3 Marco Conceptual

- **Agua dulce.** Agua que generalmente contiene menos de 1000 miligramos por litro de sólidos disueltos.
- **Aguas Naturales.** Agua cruda, subterránea, de lluvia, de tormenta, de tormenta residual y superficial.
- **Alcalinidad.** La alcalinidad es un fenómeno que representa la capacidad de neutralización ácida de un sistema acuoso.
- **Amenaza:** Fenómeno natural o provocado por la actividad humana que se torna peligroso para las personas, propiedades, instalaciones y para el medio ambiente.
- **Análisis de vulnerabilidad:** Proceso para determinar los componentes críticos o débiles de los sistemas y las medidas de emergencia y mitigación ante las amenazas.
- **Análisis fisicoquímico de agua.** Son aquellas pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas, químicas o ambas.
- **Análisis microbiológico del agua.** Son aquellas pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.
- **Biodiversidad.** Conjunto de todos los seres vivos del planeta, el ambiente en el que viven y la relación que guardan con otras especies.
- **Bioindicadores.** Organismos cuya presencia, ausencia o distribución está asociada a un factor o a una combinación de factores ambientales particularmente significativa o relevante. Los organismos bioindicadores tienen interés científico en la investigación ecológica y aplicación en el análisis ambiental, por ejemplo, en estudios de contaminación.



- **Calidad de recurso hídrico.** La calidad del agua potable es una cuestión que preocupa en países de todo el mundo, en desarrollo y desarrollados, por su repercusión en la salud de la población. Los agentes infecciosos, los productos químicos tóxicos y la contaminación radiológica son factores de riesgo.
- **Caudal.** Cantidad de fluido que circula a través de una sección de un ducto, ya sea tubería, cañería, oleoducto, río, canal, por unidad de tiempo.
- **Clima.** Estadística del tiempo atmosférico, normalmente sobre un intervalo de 30 años.
- **Cuenca hidrográfica.** Es una zona de terreno donde toda el agua que cae en ella, incluida la de las precipitaciones y la nieve derretida, converge en un único punto en un área de terreno bajo que corresponde a la salida de la cuenca y en la cual toda el agua de esta se une a un cuerpo de agua como un mar, un río, un lago, un estuario o el océano.
- **Deforestación.** Es un proceso provocado generalmente por la acción humana, en el que se destruye la superficie forestal.
- **Ecosistema.** Conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico.
- **Estado de emergencia:** Situación declarada ante la inminencia del impacto de una amenaza o después de que ésta ha ocurrido.
- **Estrategias.** Plan que especifica una serie de pasos o de conceptos que tienen como fin la consecución de un determinado objetivo.
- **Evaluación.** Acción y a la consecuencia de evaluar, que permite indicar, valorar, establecer, apreciar o calcular la importancia de una determinada cosa o asunto.
- **Flora.** Conjunto de vegetación que comprende una región o país.
- **Hábitat.** Lugar que presenta las condiciones apropiadas para que viva un organismo, especie o comunidad animal o vegetal.



- **Hidrología.** Disciplina científica dedicada al estudio de las aguas de la Tierra, incluyendo su presencia, distribución y circulación a través del ciclo hidrológico, y las interacciones con los seres vivos.
- **Índice biológico.** Atributos de los sistemas biológicos que se emplean para descifrar factores de su ambiente.
- **Margen.** Extremidad u orilla de una cosa.
- **Método cualitativo.** Busca adquirir información en profundidad para poder comprender el comportamiento humano y las razones que gobiernan tal comportamiento.
- **Método cuantitativo.** Se vale de los números para examinar datos o información. Es uno de los métodos utilizados por la ciencia. La matemática, la informática y las estadísticas son las principales herramientas.
- **Mitigación.** Reducción de la vulnerabilidad.
- **Morfometría.** Medición de la forma o estructura de los organismos y sus partes.
- **Muestreo.** Técnica para la selección de una muestra a partir de una población. Al elegir una muestra aleatoria se espera conseguir que sus propiedades sean extrapolables a la población. Este proceso permite ahorrar recursos, y a la vez obtener resultados parecidos a los que se alcanzarían si se realizase un estudio de toda la población.
- **Organismo.** Conjunto de órganos que constituyen un ser vivo
- **Parámetro.** Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad del agua.
- **Pendiente.** Inclinação de un elemento lineal, natural o constructivo respecto de la horizontal (de 0° o 180°).
- **Plan de emergencia:** Conjunto de medidas a aplicar antes, durante y después que se presenta una amenaza como respuesta al impacto de esta.



- **Plan de mitigación:** Conjunto de medidas y obras a implementar antes del impacto de las amenazas para disminuir la vulnerabilidad de los componentes y de los sistemas.
- **Preservación.** Cuidar, amparar o defender algo con anticipación, con el objetivo de evitar un eventual perjuicio o deterioro.
- **Recuperación.** Es la acción y efecto de recuperar o recuperarse (volver en si o a un estado de normalidad, volver a tomar lo que antes se tenía, compensar).
- **Recursos naturales.** Bienes que son de origen natural, que no se encuentran alterados por la actividad humana, de los cuales las sociedades se valen mediante su explotación para lograr su bienestar y desarrollo.
- **Río.** Corriente natural de agua que fluye con continuidad por un cauce de tierra.
- **Ronda hídrica.** Espacio que requiere un cuerpo de agua llámese quebrada o llámese río para que cumplan las funciones hidrológicas hidráulicas.
- **Trabajo de campo.** Parte de un proyecto de investigación donde se lleva la teoría al entorno donde se aplica o identifica.
- **Zonificación.** Parte del proceso de ordenamiento territorial. Consiste en definir zonas con un manejo o destino homogéneo que en el futuro serán sometidas a normas de uso a fin de cumplir los objetivos para el área.

5.4 Marco Contextual (Localización Geográfica)

El río Guatapurí tiene origen a 4.400 metros sobre el nivel del mar que yace entre las hermosas montañas de la sierra nevada de santa marta. La cuenca del río Guatapurí tiene una superficie de 836 kilómetros cuadrados con un caudal medio de 11 metros cúbicos por segundo, en una trayectoria que lo lleva por un cañón de fuerte caída rodeado de rocas ígneas y otros minerales. En su recorrido se encuentra el río Donachui, el río Curiba, el río los Mangos y el río Mamaqueca, entre otros afluentes de sus aguas, con los cuales baña después a la ciudad de Valledupar en su parte nororiental y de igual forma surte el acueducto local.

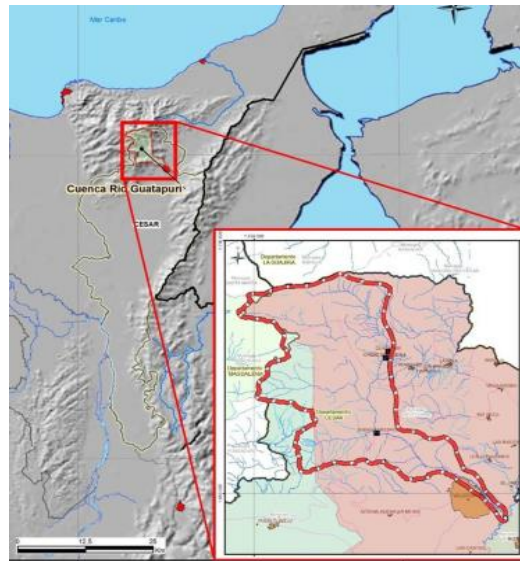


**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

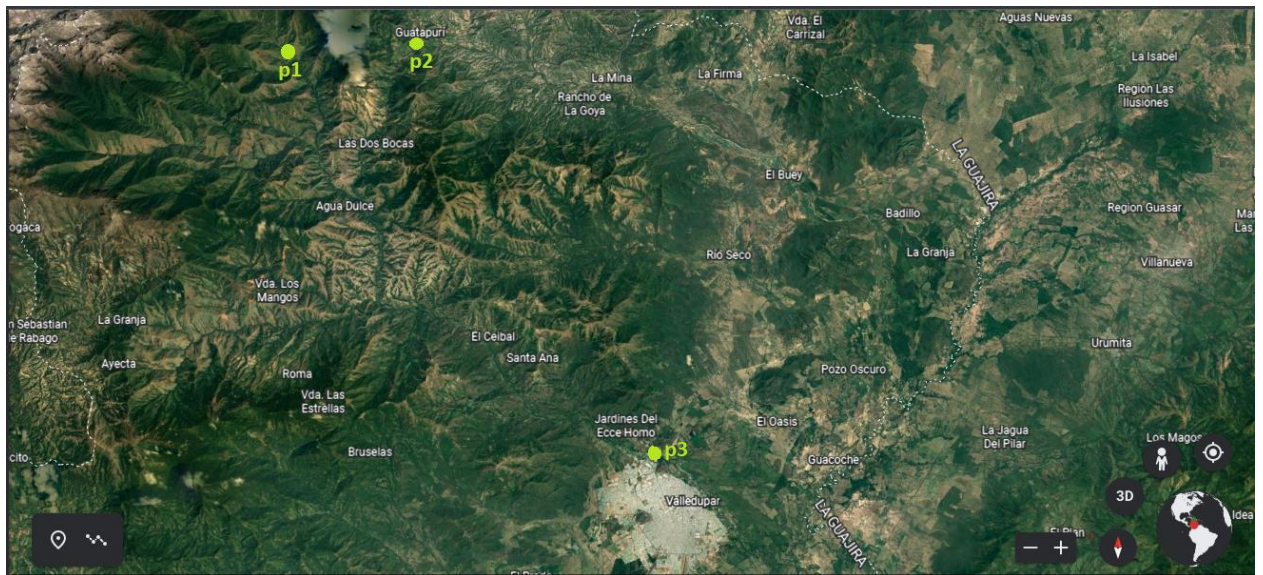


Imagen 1. Cuenca del río Guatapurí.



Fuente. Tomada de Corpocesar (2015)

Imagen 2. Las zonas de muestreo se ubicarán en tres puntos estratégicos de la cuenca:



Fuente. Tomada de Google Earth (2021)





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



El punto 1 se encuentra ubicado en el resguardo indígena Donachui (Ver Imagen 2) en un punto alto como zona de baja influencia antrópica, este tiene las siguientes coordenadas $10^{\circ}43'01''$ N y $73^{\circ}28'00''$ W.

Imagen 3. Ubicación Geográfica del punto de muestreo (P1) perteneciente al pueblo de Donachui.



Fuente. Tomada de Google Earth (2021)

El segundo punto corresponde al corregimiento de Chemesquemena (Ver Imagen 3) esta es una zona de media influencia antrópica y se encuentra delimitada por las siguientes coordenadas $10^{\circ}42'43''$ N y $73^{\circ}24'09''$ W.





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Imagen 4. Ubicación Geográfica del punto de muestreo (P2) perteneciente al pueblo de Chemesquemena.



Fuente. Tomada de Google Earth (2021)

El punto 3 se ubica una zona de alta influencia antrópica, la cual pertenece a el balneario hurtado del municipio de Valledupar y se sitúa geográficamente sobre el punto $10^{\circ}30'05''$ N y $73^{\circ}16'08''$ W (Ver Imagen 4).

Imagen 5. Ubicación Geográfica del punto de muestreo (P3) perteneciente al Balneario Hurtado.



Fuente. Tomada de Google Earth (2021)



Con el tiempo la cuenca del río Guatapurí ha presentado una serie de transformaciones en su parte media, donde se encuentra ubicada la ciudad de Valledupar y sus aproximaciones, pues aquí es donde se han efectuado diversas intervenciones humanas o actividades antrópicas y es donde más se evidencia la carencia de muchos bosques, árboles, riesgos de erosión y deslizamientos que se presentan por la falta de control hídrico y las constantes quemas en estas áreas; ahora bien, en su parte media baja, es decir, aquella que bordea el río Guatapurí que es la que se encuentra en el balneario hurtado, se topa que a su margen derecho se encuentra poblada por asentamientos o barrios subnormales que poco a poco se han ido complicando la cuenca, especialmente en relación con temas de contaminación. Por otra parte, en la zona urbana se llevan a cabo extracciones de minerales sobre el río Guatapurí, las cuales de cierto modo alteran la calidad de los suelos, erosionan el lecho del río por la suma de sedimentos al agua y a su vez, esto altera su cauce natural (CORPOCESAR, 2019).

5.5 MARCO LEGAL

Tabla 2. Normatividad tomada como referencia en el proyecto.

Orden Jerárquico		Descripción	Aplicabilidad
LEYES	Ley 1450 de 2011	Expidió el plan nacional de desarrollo 2010 – 2014. “prosperidad para todos”	Aporte a las autoridades ambientales encargadas del monitoreo del río, generando conocimiento sobre la riqueza y biodiversidad.
	Resolución 0098 del 02 de marzo 2020	Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Guatapurí.	Presentación de resultados, fase de diagnóstico, caracterización básica de la cuenca, caracterización del método físico – biótico de la cuenca y caracterización de las



RESOLUCIONES			condiciones sociales, culturales y económicas de la cuenca.
	Resolución 2115 de 2007	Control y vigilancia de calidad de agua para consumo humano.	comparar los resultados a obtener con los establecidos en la norma.
	Resolución 1096 de 2000	R.A.S.	Comparar resultado obtenido en el laboratorio para oxígeno disuelto con la resolución.

Fuente: Tomado de diversas normas, leyes, decretos y resoluciones.





6. MARCO METODOLOGICO

6.1 Línea y Sub línea de Investigación

La Universidad Popular del Cesar, tiene una serie de líneas de investigación, por lo cual, a la que mejor se adapta este estudio es a la de *Sostenibilidad y Gestión Ambiental*; a su vez, se maneja una sub línea de investigación para la cual se ha determinado *Ciencia, Tecnología e Innovación en Ambiente, Biodiversidad y Hábitat*.

6.2 Tipo de Investigación

Esta investigación resulta ser un estudio *mixta*, de *tipo explicativo*, ya que esta se encuentra dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales, es decir, se enfoca en explicar porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o porque se relacionan dos o más variables (Hernández, pág. 87 tabla 5.1). A esto se le suma, el trabajo de campo que se realizara, para proporcionar un sentido de entendimiento del fenómeno al que se hace referencia.

6.3 Nivel de Investigación

De acuerdo con la naturaleza del estudio de la investigación esta puede caracterizarse inicialmente como *exploratoria* y terminar como *explicativa* de manera más estructurada.

6.4 Población de Estudio

La población sobre la cual se realizará el estudio será el río Guatapurí en 3 puntos específicos, determinados de acuerdo con sus condiciones geográficas y antropogénicas.

Tabla 3. Determinación de la población de estudio.

LOCALIZACION GEOGRAFICA	CONDICIONES ANTROPOGENICAS
Cuenta Alta	Baja influencia antrópica (parámetros normales)
Cuenca Media	Índice de influencia antrópica a determinar de acuerdo con el muestreo y resultados obtenidos.
Cuenca Baja	Índice de influencia antrópica a determinar de acuerdo con el muestreo y resultados obtenidos.

Fuente: Autor Propio (2021)



6.5 Muestra Poblacional

La cantidad y tipo de muestras tomadas serán las mismas en los 3 sitios determinados, esto con el fin de que el proceso arroje los mejores resultados esperados y poder esclarecer las hipótesis válidas para la evaluación de los componentes de la ronda hídrica.

El área de muestreo es lineal, en cada zona será de 100 m de longitud por 30 m de ancho correspondiente a la ronda hídrica del río como lo indica la guía técnica de criterio para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia.

Tabla 4. Determinación de la muestra poblacional

VARIABLES	MUESTRA
Análisis físico químico y microbiológico del agua.	Muestras compuestas de 1,5 L (250 ml cada 30 min)
Análisis del suelo	Muestra compuesta
Flora y vegetación riparia	Inventario forestal

Fuente: Autor Propio (2021)

6.6 Diseño de la Investigación

6.7 Desarrollo Metodológico

Para la ejecución del proyecto se tendrán en cuenta las siguientes etapas:

Trabajo de campo

Ubicación de puntos de muestreo

La ubicación de los puntos de muestreo está en tres zonas estratégicas de la cuenca en estudio, de acuerdo con el capítulo del marco contextual (localización geográfica) ítem 5.4, la primera en el resguardo indígena Donachui en un punto alto como zona de baja influencia antrópica ya que esta tiene un diferencia considerablemente menor (aproximadamente 600 habitantes ya que no existe un censo), la segunda en el corregimiento de Guatapurí en una zona de media influencia antrópica, y por último una de alta influencia antrópica en el balneario hurtado del municipio de Valledupar.



Identificación: Los puntos de muestreo serán identificados y reconocidos claramente a través de coordenadas e imágenes, de manera que permitiera las ubicaciones exactas en muestreos futuros.

Representatividad. Se evitarán zonas de embalse o turbulencias no característicos del cuerpo de agua. Eligiendo un punto en donde el río estuviese lo más regular, accesible y uniforme en profundidad. Además, será importante considerar las referencias geográficas y topográficas para la ubicación de cada punto de monitoreo pudiendo ser un puente, roca grande, árbol, kilometraje vial y localidad. Estos puntos permitirán determinar:

- La calidad del recurso hídrico en cada una de las zonas punto de referencia.
- En qué nivel están afectando los contaminantes a los factores físico-bióticos e hidrológicos del cuerpo de agua.
- Identificar las zonas de riesgo.
- Determinar las zonas del conflicto de uso del suelo para proceder a formular estrategias de control y prevención para la población aledaña a cada punto de muestreo.

- **COMPONENTE HIDROLÓGICO.**

Técnica De Investigación De La Calidad Del Agua

Trabajo en campo.

Toma de muestras

En este caso, la toma de muestras varía dependiendo del tipo de agua y el uso al que esté destinada; es por esto por lo que existen dos tipos de muestras, una simple que es aquella que se recoge de una sola vez, reflejándose de esta forma las condiciones del medio en un momento concreto, como lo son el pH, el oxígeno disuelto, la temperatura, etc., que precisen una determinación rápida. Por otro lado, existe una muestra compuesta, esta a su vez, está formada por varias muestras simples recogidas a lo largo de un período de tiempo y combinadas según unas proporciones concretas, referidas a parámetro de interés como el caudal; este muestreo brinda las condiciones medias del flujo del afluente en un tiempo determinado (Instituto Nacional de Salud, 2011).



Ahora bien, para obtener resultados comparables, el esfuerzo de muestreo comprende una extensión de 100 m de longitud por cada zona de muestreo. Se realizará el muestreo en las tres (3) zonas, que se ubicaran en el margen derecho del río Guatapurí; la primera en el resguardo indígena Donachui en un punto alto como zona de baja influencia antrópica, la segunda en el corregimiento de Guatapurí en una zona de media influencia antrópica, y por último una de alta influencia antrópica en el balneario hurtado del municipio de Valledupar.

Caracterización de los parámetros fisicoquímicos in situ.

Se hará uso de equipos portátiles para mediciones de potencial de hidrogeno con el kit de medición de pH agregando indicador de fenol rojo a la muestra de agua tomada en cada uno de los tres puntos de muestreo escogidos y temperatura con un termómetro flotante que permite temperaturas en el rango de 0 a 50°C.

Toma de muestras para el análisis fisicoquímico y microbiológico.

Se tomará un recipiente de 250 ml directamente en el cuerpo de agua muestreado cada 30 minutos y se debe vaciar la muestra a un recipiente de 1.5 L, con alcohol al 70% en solución con glicerina al 15% (forrado con bolsa negra para no permitir la interacción de la muestra con la luz solar con el fin de garantizar mayor preservación de ésta) hasta que este casi por llenar dejando un espacio; deberá ser tapado rápidamente con el fin de asegurar su integridad. (Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio, artículo 27 del decreto 1575 de 2007).

Trabajo en laboratorio

Parámetros para determinar en laboratorio

Será necesario tomar en cuenta una serie de parámetros físicos, químicos y biológicos. A continuación, se nombra cada uno de ellos:

Tabla 5. Parámetros para determinar en laboratorio

FISICO	METODO	QUIMICO	METODO	BIOLÓGICO	METODO	ORGANICOS	METODOS
Turbiedad	Turbidímetro 2100N	Dureza total y cálcica	titulación con EDTA	Coliformes totales	9223 BSTN	DBO5	Metodo respirometr



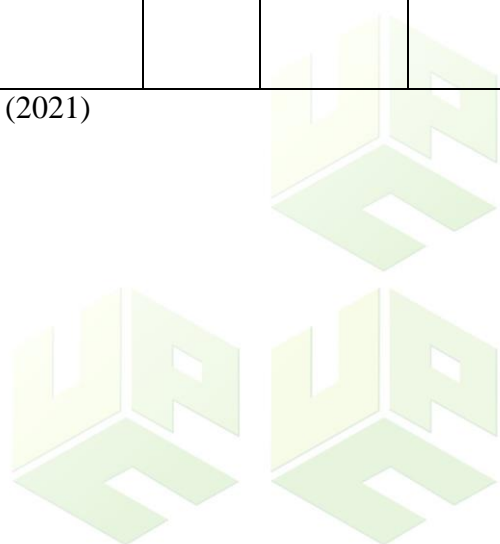
			(versenato de sodio).				ico “oxitop”
Solidos Totales		alcalinidad	titulación con un ácido mineral fuerte H ₂ SO ₄ de concentración 0,02N			DQO	Método titulométrico o de reflujo cerrado.
Color		pH	Ph-metro con reactivo				
Olor y sabor		Conductividad	laboratorio con las sondas de conductividad de 4 células del Thermo Scientific™ Orion™ DuraProbe™.				
		Oxígeno disuelto	tester HI9147 de oxígeno disuelto.				

Fuente. Autor Propio (2021)

● **COMPONENTE GEOMORFOLÓGICO.**

Técnica De Investigación del suelo.

Trabajo de campo.





Con el fin de realizar la respectiva caracterización inicial de los suelos, se realizará la toma de muestras compuestas en el área de estudio y se procederá a realizar los análisis fisicoquímicos en el laboratorio.

Es importante señalar que la técnica con que se realiza el muestreo depende del objetivo del estudio. De esta forma, se puede decir que hay técnicas para el muestreo de suelos en aspectos como fertilidad, clasificación, física, mineralogía, determinación de micro y Microorganismos, mecánica, etc.

Para la toma de muestras con pala:

- ☐ Excave un hoyo de aproximadamente 25 x 25 cm de lado y 20 cm de profundidad, retire los primeros 2cm del suelo y extraiga la muestra. En general la profundidad de muestreo está entre 2 y 20 cm que es el área de acción de las raíces.
- ☐ Se mezcla en un balde las submuestras hasta obtener una muestra compuesta homogénea.
- ☐ Se empaca aproximadamente 1 kg de muestra en bolsas plásticas o de papel encerado que no hayan sido usadas antes. *No usar bolsas o empaques que contengan fertilizantes u otras sustancias químicas (herbicidas, pesticidas, enmiendas, etc.).* Luego, se proceda a identificar la muestra en forma concisa y exacta, todo lo aquí expuesto se encuentra en la Guía de Muestreo del IGAC (2017).

Por otro lado, se analiza la textura y para realizar este procedimiento es necesario tener en cuenta los siguientes materiales:

- ☐ Martillo de madera o de otra superficie suave, o tapón de goma.
- ☐ Bandejas.
- ☐ Tamiz de acero inoxidable o de otro material inerte, con orificios de 2 mm.
- ☐ Bolsas o frascos de plástico con tapa para almacenar las muestras.

Una vez, se tengan estos materiales, se procese a efectuar el respectivo ensayo:



1. Se homogeniza bien la muestra de terreno, disgregando los terrones manualmente o mediante presión con un martillo de madera o un tapón de goma, eliminando las piedras y los residuos vegetales de mayor tamaño tales como raíces gruesas.
2. Se separa una fracción de al menos 500 g de la muestra de terreno (en adelante muestra de laboratorio o simplemente muestra de suelo), esparcir la sobre una bandeja plástico.
3. Se coloca la muestra a secar al aire, dejando la bandeja en un ambiente ventilado libre de contaminación.
4. Se tamiza la muestra a través del tamiz de 2 mm. Los terrones que no pasan por el tamiz se disgregan en un mortero y se tamizan nuevamente. Los fragmentos orgánicos y grava que permanecen en el tamiz se eliminan, a menos que se requiera conocer el porcentaje de grava.
5. La muestra de fracción <2 mm se homogeniza y se almacena en una bolsa o frasco plástico y constituye la muestra de suelo seco al aire que se somete a los procedimientos analíticos usuales. El remanente de la muestra de terreno se almacena en una bolsa plástica y permanece como contramuestra.

En medio de este proceso analítico, es necesario determinar potencio métricamente el pH del suelo y para efectuarlo se necesitaron los siguientes materiales:

- pH metro
- agua destilada
- balanza
- frasco de vidrio
- soluciones buffer pH 4 y pH 7

Y el procedimiento es el siguiente:

1. se pase el suelo por un tamiz de 2mm
2. se pesan 20g de suelo seco y tamizado y póngalo en un frasco para hacer la medición.



3. se mide 20 ml de agua destilada en una probeta y adiciónelo al suelo
4. se agita con una varilla de vidrio para homogenizar y deje en reposo por 30 minutos
5. se enciende el pH metro y calíbrese con las soluciones buffer pH 7 y pH 4 (se recomienda sacar en un recipiente a parte una cantidad de buffer antes de calibrar el pH-metro con el fin de evitar contaminación).
6. Para calibrar el pH metro, introduzca el electrodo limpio en la solución Buffer pH 7 y con el destornillador gire el tornillo de la izquierda (pH 7) hasta que la pantalla muestre el valor 7.00; retire el electrodo, lávelo con agua destilada y séquelo suavemente.
7. Ahora, se introduce el electrodo en la solución Buffer pH 4 y gire el tornillo de la derecha (pH 4/10) hasta que la pantalla muestre el valor 4.00.
8. Con el pH metro calibrado, se procede a hacer la medición: Agitando la suspensión e introduciendo el electrodo y esperando hasta que la lectura se estabilice.
9. se toma el dato de pH en una hoja de resultados.
10. Si se van a realizar varias mediciones, se debe lavar bien el electrodo con agua destilada después de cada medición.
11. se limpia el electrodo con agua destilada y se disponen los residuos adecuadamente, no se debe hacer en el sifón.

Por otro lado, el procedimiento llevado a cabo determinar el color del suelo por medio del método Munsell es el siguiente:

Se realiza la medición del color, esta se efectúa en campo utilizando una muestra, bajo dos condiciones: seco y húmedo, identificando la condición física de la muestra (agregado de suelo separado, fricciónado, triturado o triturado y alisado). Para describir el color se utilizan dos parámetros: a) el color Munsell y b) la notación Munsell.



Tabla 6. Métodos de determinación de variables fisicoquímicas inicial.

VARIABLES	MÉTODOS
<u>ANÁLISIS FÍSICO DE SUELOS</u>	
<i>Textura</i>	<i>Método: IGAC 2006 / Técnica: Bouyoucos</i>
<i>Ph</i>	<i>Phmetro</i>
<i>Color</i>	<i>Notación Munsell</i>

Fuente. Autor Propio (2021)

Técnica De Investigación de la flora y vegetación riparia.

Temporada de inventario

El inventario de las unidades de vegetación o tipos de vegetación se realizará a través de la técnica del muestreo, con el objeto de poder estimar los valores de sus parámetros a través de los siguientes criterios:

Flora predominante

Densidad de flora

Diámetro a la altura del pecho (DPA)

El sistema de indicadores propuesto se basa en el modelo conceptual planteado, el cual identifica la exposición, fragilidad y capacidad de adaptación y respuesta como factores de vulnerabilidad, los cuales a su vez presentan una serie de componentes. En este sentido, para cada una de las variables se ha establecido una escala de valoración y unas convenciones, como se indica en la Tabla 8.

Tabla 7. Escala de valoración y convenciones para las variables y componentes de los factores de vulnerabilidad.

Categoría	Valor	Convención
Bajo	1	



Medio	3	
Alto	5	

Fuente. Vera, J y Albarracín, A (2017)

Dado que la vulnerabilidad es función de la exposición, la fragilidad y la capacidad de adaptación y respuesta, se propone estimar la vulnerabilidad global en función de estos tres factores. En la Tabla 9 se presentan las funciones propuestas para estimar cada una de las variables consideradas, así como cada uno de los componentes de los factores de vulnerabilidad identificados.

Tabla 8. Funciones para la estimación de la vulnerabilidad y sus componentes.

Tipo de vulnerabilidad	Función
Vulnerabilidad global (V)	$V = \frac{VE + VF + VCAyR}{3}$ <p>Vulnerabilidad global (V) Vulnerabilidad por exposición (VE) Vulnerabilidad por fragilidad (VF) Vulnerabilidad determinada por capacidad de adaptación y respuesta (VCA y R)</p>
Vulnerabilidad por exposición (VE)	$VE = \frac{VEE + VEI + VESP + VEP}{4}$ <p>Vulnerabilidad por exposición de los ecosistemas (VEE) Vulnerabilidad por exposición de la infraestructura (VEI) Vulnerabilidad por exposición de los sistemas de producción (VESP) Vulnerabilidad por exposición de la población (VEP)</p>
Vulnerabilidad por fragilidad (VF)	$VF = \frac{VFF + VFSE + VFA + VFI}{4}$ $VF = \frac{CPUS + NDEF + IECC}{3}$ <p>Vulnerabilidad por fragilidad física (VFF) Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (VFSE) Vulnerabilidad por fragilidad ambiental (VFA)</p>



	<p>Vulnerabilidad por fragilidad institucional (VFI) Conflictos por uso del suelo (CPUS) Nivel o grado de deforestación (NEDF) Impacto estimado del cambio climático (IECC)</p>
<p>Vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación y respuesta (VCA y R)</p>	$VCAyR = \frac{VCAyRACE + VCAyRPR + VCAyGGT}{3}$ <p>Vulnerabilidad determinada por ahorro y capacidad de endeudamiento (VCA y RACE) Vulnerabilidad determinada por percepción del riesgo (VCA y RPR) Vulnerabilidad determinada por la gobernanza y capacidad de gestión territorial (VCA y GGT)</p>

Fuente. Vera, J y Albarracín, A (2017)

En esta misma línea, en las Tablas 10, 11 y 12 se desagregan cada uno de los componentes, las variables por medir y los criterios de evaluación propuestos para la estimación de la vulnerabilidad por exposición, la fragilidad y la capacidad de adaptación y la respuesta; dichos criterios y variables han sido establecidos con base en criterios discutidos por los autores con expertos regionales en gestión del riesgo de desastres. En la Tabla 13 se presenta una matriz propuesta para valorar la gobernanza y capacidad de gestión territorial.

Tabla 9. componentes, variables y criterios de evaluación para determinación de la vulnerabilidad por exposición.

COMPONENTE	VARIABLES DE MEDICIÓN		CRITERIOS DE EVALUACIÓN
Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas (VEE)	Localización	Bosque natural	Más del 20% del total de los elementos expuestos en zonas de nivel de amenaza alta, vulnerabilidad alta (3 puntos)
		Parques naturales	
		Humedales	
		Paramos	
		Reservas naturales	



Vulnerabilidad por exposición de infraestructura (VEI)	Localización	Vías de comunicación y puentes	Menos del 20% del total de los elementos expuestos en zonas de nivel de amenaza alta y más del 30% en amenaza media, vulnerabilidad media (2 puntos)
		Líneas vitales (acueducto, energía eléctrica, alcantarillado, combustible)	
		Hospitales, escuelas, ancianatos, mataderos, etc.	
Vulnerabilidad por exposición de población (VEP)	Localización	Viviendas	Menos del 20% de elementos en amenaza alta y más del 60% del total de los elementos expuestos se encuentran en zonas de nivel de amenaza baja, vulnerabilidad baja (1 punto)
Vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción (VESP)	Localización	Cultivos, Producción pecuaria, plantaciones forestales, minera, comercial o recreativa	

Fuente. Vera, J y Albarracín, A (2017)

Tabla 10. Componentes, variables y criterios de evaluación para determinación de la vulnerabilidad por fragilidad.

COMPONENTE	VARIABLES DE MEDICIÓN		CRITERIOS
Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (VfSE)	Condiciones de vida la población	Promedio de puntaje de SISBEN	<50 puntos, vulnerabilidad alta (3 puntos) 50 a 75 puntos, vulnerabilidad media (2 puntos) > 75 puntos, vulnerabilidad baja (1 punto)



Vulnerabilidad por fragilidad ambiental (VFA)	Equilibrio en la relación sociedad-naturaleza (degradación de base ecosistémica y practicas productivas inadecuadas, efectos estimados del cambio climático.	Conflictos por uso del suelo	<p>Área en conflicto > 40%, vulnerabilidad alta (3 puntos)</p> <p>Área en conflicto 20,1 a 40%, vulnerabilidad media (2 puntos)</p> <p>Área en conflicto <20%, vulnerabilidad baja (1 punto)</p>
		Nivel de deforestación	<p>Coberturas boscosas <20%, vulnerabilidad alta (3 puntos)</p> <p>Coberturas boscosas entre 20,1 a 50%, vulnerabilidad media (2 puntos)</p> <p>Coberturas boscosas >50%, vulnerabilidad baja (1 punto)</p>
		Variaciones de temperatura, precipitación, perdida de suelo, etc.	<p>Impacto estimado alto, vulnerabilidad alta (3 puntos)</p> <p>Impacto estimado media, vulnerabilidad media (2 puntos)</p> <p>Impacto estimado bajo, vulnerabilidad baja (1 punto)</p>
Vulnerabilidad por fragilidad física (VFF)	Sismo resistencia, materiales de construcción, características	Viviendas	Inadecuada (cumple menos de 2 criterios), vulnerabilidad alta (3 puntos)
		Infraestructura productiva social y de servicios	



	estructurales y estado de mantenimiento		Deficiente (cumple 2 criterios), vulnerabilidad media (2 puntos) Optima (cumple 3 o más criterios), vulnerabilidad baja (1 punto)
Vulnerabilidad por fragilidad institucional (VFI)	Grado de riesgo de corrupción de las entidades públicas locales o regionales	Índice de transparencia de las entidades publicas	< 60 puntos, vulnerabilidad alta (3 puntos) 60 a 80 puntos, vulnerabilidad media (2 puntos) >80 puntos, vulnerabilidad baja (1 punto)

Fuente. Vera, J y Albarracín, A (2017)

Tabla 11. Componentes, variables y criterios de evaluación para determinación de la vulnerabilidad determinada por capacidad de adaptación y respuesta.

COMPONENTE	VARIABLES DE MEDICIÓN		CRITERIOS
Ahorro y capacidad de endeudamiento (VCAyRACE)	Viabilidad financiera del ente territorial (Artículo 79 ley 617 de 2000)	Índice de desempeño fiscal de los departamentos y municipios	<60 puntos, vulnerabilidad alta (3 puntos) 60 a 75 puntos, vulnerabilidad media (2 puntos) >75 puntos, vulnerabilidad baja (1 punto)
		Percepción de la comunidad	



Percepción del riesgo (VCAyRPR)	Nivel de prioridad dado a la gestión del riesgo	Percepción desde la institucionalidad	No es tenido en cuenta, vulnerabilidad alta (3 puntos)
			Se tiene en cuenta, pero no es prioritario, vulnerabilidad media (2 puntos)
Gobernanza y capacidad de gestión territorial (VCAyRGT)	Existencia e implementación de planes estratégicos que contemplan el componente de gestión del riesgo.	POT	Evaluada con base en la matriz de la tabla 12
		Plan de desarrollo	Vulnerabilidad alta (3 puntos)
		POMCA	
		Estudios de riesgo (vulnerabilidad y amenaza)	Vulnerabilidad media (2 puntos)
		PGAR	Vulnerabilidad baja (1 punto)

Fuente. Vera, J y Albarracín, A (2017)

Tabla 12. Matriz de evaluación para determinar vulnerabilidad por capacidad de gobernanza.

Instrumento que contempla la gestión del riesgo	No cuenta	Desactualizado y aplica	Desactualizado y no aplica	Actualizado y no aplica	Actualizado y aplica
POT	Alta	Media	Alta	Media	Baja
POMCA	Alta	Media	Alta	Media	Baja
PGAR	Alta	Media	Alta	Media	Baja
Política pública	Alta	Media	Alta	Media	Baja



Plan de desarrollo	Alta	Media	Alta	Media	Baja
Estudios de riesgos	Alta	Media	Alta	Media	Baja

Fuente. Vera, J y Albarracín, A (2017)





7. RESULTADOS Y ANALISIS

Para el desarrollo y análisis del proyecto se hicieron consultas del documento público de la corporación autónoma regional del cesar “**FORMULACIÓN DEL POMCA DEL RÍO GUATAPURÍ – CESAR**”, donde se tomó información del **CONTRATO DE CONSULTORÍA NO. 19-6-0145-0-2015**: “Elaborar (Formular) los Planes de Ordenación y Manejo de las cuencas hidrográficas del Río Guatapurí (Código 2801-01) y del Río Bajo Cesar – Ciénaga de Zapatosa (Código 2805-02)”, en el marco del proyecto “Incorporación del Componente de Gestión del Riesgo como Determinante Ambiental del Ordenamiento Territorial en los Procesos de Formulación y/o Actualización de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas Afectadas por el Fenómeno de la Niña 2010-2011”: Resolución 0098 del 2 de marzo de 2020, presentación de resultados, fase de diagnóstico, caracterización básica de la cuenca, caracterización del medio físico-biótico de la cuenca y caracterización de las condiciones sociales, culturales y económicas de la cuenca.

7.1 Características Biofísicas e Hidrológicas de la Ronda Hídrica.

Dando cumplimiento al primer objetivo, en donde se busca establecer las características biofísicas e hidrológicas de la ronda hídrica a margen derecha del río Guatapurí, esto a partir del estado de sus recursos y a su vez, se busca comparar los resultados finales con los parámetros establecidos en la resolución 2115 del 2007 basándose en información secundaria del documento de Corpocesar POMCA del río Guatapurí. Aquí pues, se establecen los resultados obtenidos en el laboratorio de la Universidad Popular del Cesar y en el laboratorio Comercial Bioindalamb, efectuados a las tres muestras de agua y suelo respectivamente; las cuales se tomaron en tres puntos distintos de la cuenca: Donachui (P1), Chemesquemena (P2) y el Balneario Hurtado (P3). Para su correcto análisis e interpretación se determinan estos parámetros, se comparan y analizan los resultados con ayuda de la normativa establecida en el marco legal.



Basándose en el capítulo del marco metodológico (desarrollo metodológico) ítem 6.7 que describe como se tomaron las muestras para su posterior análisis, las características hidrológicas que se estudiaron fueron las siguientes:

☐ **Potencial de Hidrogeno**

Cuando se examina un agua en su origen con objeto a valorar su uso potencial como agua de bebida, este parámetro tiene valores entre 4 y 9; estos valores se encuentran frecuentemente entre 5,5 y 8,6. En las aguas naturales, el pH es principalmente función del sistema de carbonatos (dióxido de carbono, ácido carbónico, bicarbonato y carbonato). La entrada de ácidos aun sistema de agua puede alterar sustancialmente el pH. La principal fuente de ácido son los drenajes de zonas mineras la deposición acida atmosférica. El agua con bajo pH puede corroer las tuberías de distribución de las plantas de agua potable (Saade, 2017). El valor para el potencial de hidrógeno pH del agua para consumo humano, deberá estar comprendido entre 6,5 y 9,0. Teniendo en cuenta lo expuesto en la Resolución 2115 del 2007, en donde dicta que “Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.”

Imagen 6. Medición del pH de la muestra de agua in-situ con pH metro agregando solución indicadora de fenol rojo. (Basándose en el capítulo de desarrollo metodológico ítem 6,7)



Fuente. Autor Propio (2021)

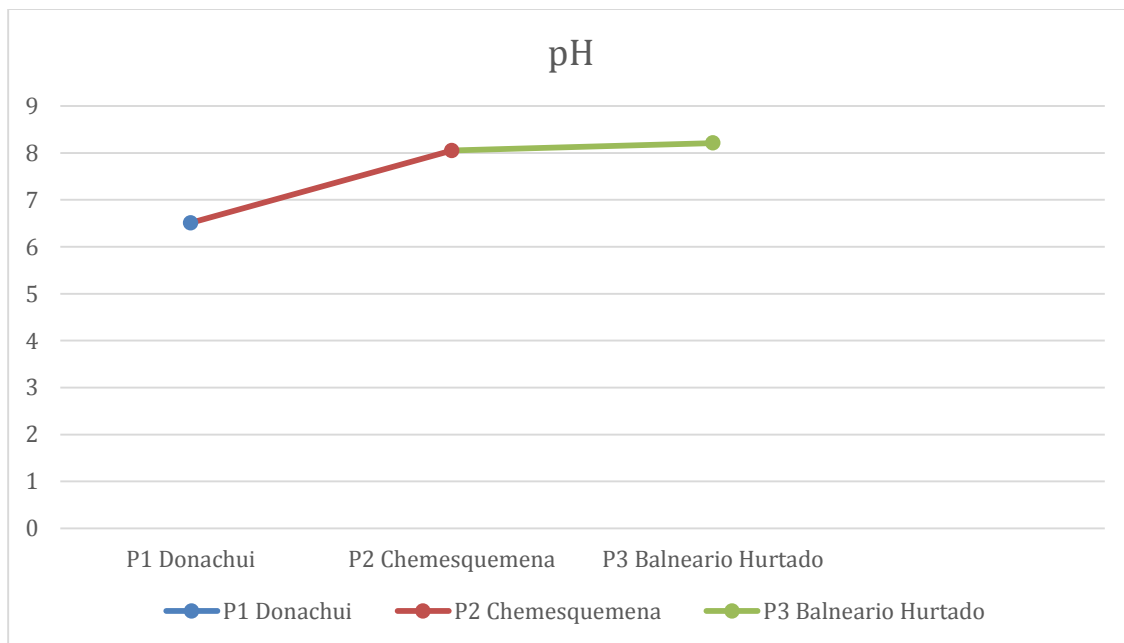


Tabla 13. Comparación de las muestras en relación con el pH.

Toma De Muestra	Parámetro	Unidad	Valor	Valor Máximo Aceptable	Cumple con la Resolución 2115 de 2007
PUNTO 1	pH	Unidad	6,51	6,5 – 9	SI
PUNTO 2			8,05		SI
PUNTO 3			8,21		SI

Fuente. Autor Propio (2022)

Gráfico 2. Comparación del pH de las muestras en los tres puntos de estudio seleccionados.



Fuente. Autor Propio (2022)

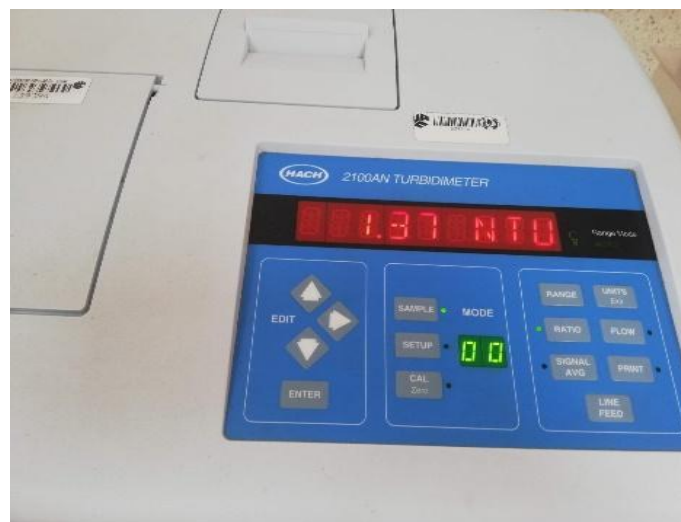


El pH en la muestra de agua cruda de cada punto cumple con la resolución 2115 del 2007 ya que abarca un rango entre 6,5 y 9. Este es un indicativo del grado de acidez, basicidad y alcalinidad del agua. La variación de este parámetro en los tres puntos estudiados afecta la composición de la fauna y flora de los cuerpos de agua e influye en el grado de toxicidad de ciertos compuestos, como el amoníaco, metales pesados, hidrógeno sulfurado, entre otros (Pérez & Restrepo, 2008)

Turbidez

La turbidez o turbiedad es una expresión de la propiedad o efecto óptico causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua, en otras palabras, es la propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz reemitida y no transmitida a través de la suspensión. La turbiedad en un agua puede ser ocasionada por una gran variedad de materiales en suspensión que varían en tamaño, desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otras arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finalmente dividida, organismos plantónicos y microorganismos (Moreno y López, 2019).

Imagen 7. Toma de valores de turbidez en laboratorio en el Turbidímetro 2100N.



Fuente. Autor Propio (2021)



Tabla 14. Comparación de la turbidez de las muestras.

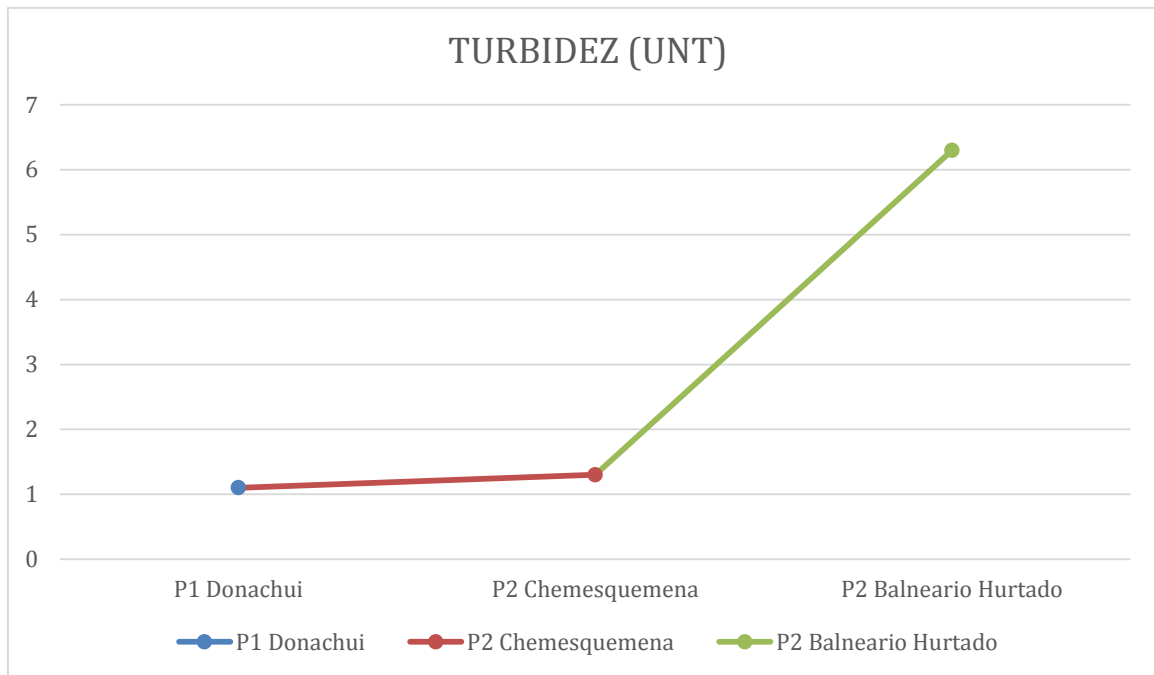
Toma De Muestra	Parámetro	Unidad	Valor	Valor Máximo Aceptable	Cumple con la Resolución 2115 de 2007
PUNTO 1	Turbidez	UNT	1,1	2	SI
PUNTO 2			1,3		SI
PUNTO 3			6,3		NO

Fuente. Autor Propio (2022)

Teniendo en cuenta que las muestras del punto 1 fueron tomadas en el mes de abril, las del punto 2 en el mes de septiembre y las del punto 3 en el mes de octubre, todas en el año 2021 en la gráfica 3 se evidencia que el agua que se encuentra en el balneario Hurtado posee un valor alto de turbiedad, se ve un cambio significativo en esta característica en comparación a las muestras 3 y 4. Sin embargo, de acuerdo con la normatividad vigente (resolución 2112 de 2007) la turbiedad permitida es de 2 UNT, por lo que solo la muestra 1 y 2 cumple. Estos valores pueden verse afectado por diferentes características presentes en la zona del balneario como son la carga de sedimentos, fuertes lluvias, erosión de la ribera del río debido a la deforestación, lo cual podría alterar los valores de la turbidez del agua. Esto indicando que la escorrentía natural ocasionada en época húmeda posiblemente realiza arrastre de contaminantes y con ello aportes de cargas domésticas que son generadas en la parte del sector recreativo del Balneario Hurtado y en la parte más baja de la cuenca, conducida al final de esta donde tributa al río Cesar (CORPOCESAR, 2018). Algunas actividades como: construcciones de carreteras, canteras, minería; dejan el suelo expuesto a la erosión, permitiendo que por escorrentía se altere este parámetro en ríos (Pérez & Restrepo, 2008).



Gráfico 3. Comparación de la turbidez de las muestras.



Fuente. Autor Propio (2022)

Conductividad

La conductividad del agua es una expresión numérica que indica la habilidad para transportar una corriente eléctrica, depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. Por tanto, cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas, en la movilidad de los iones disueltos y en su valencia, implica un cambio en la conductividad. Por esta razón el valor de la conductividad se usa mucho en análisis de aguas para obtener un estimativo rápido del contenido de sólidos disueltos (Quintanilla, 2000).



Imagen 8. Toma de la conductividad en laboratorio con las sondas de conductividad de 4 células del Thermo Scientific™ Oríon™ DuraProbe™.



Fuente. Autor Propio (2021)

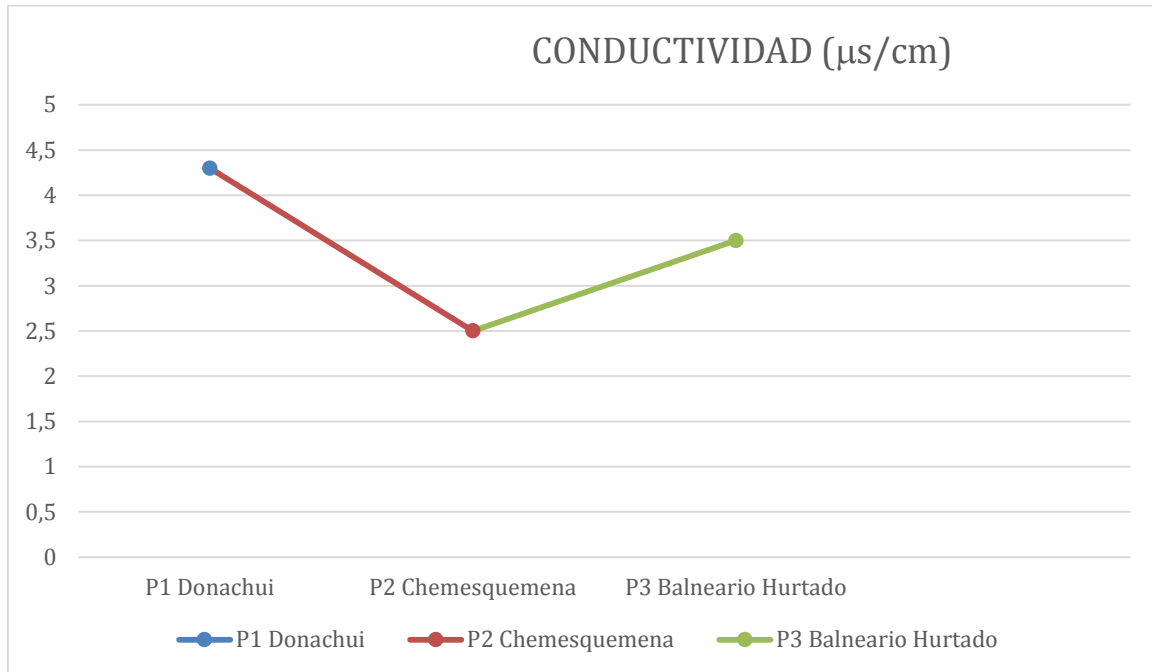
Tabla 15. Comparación de la conductividad de las muestras.

Toma De Muestra	Parámetro	Unidad	Valor	Valor Máximo Aceptable	Cumple con la Resolución 2115 de 2007
PUNTO 1	Conductividad	$\mu\text{S/cm}$	23,40	1000	SI
PUNTO 2			27,92		SI
PUNTO 3			54,61		SI

Fuente. Autor Propio (2022)



Gráfico 4. Comparación de la conductividad de las muestras con la resolución 2115 de 2007.



Fuente. Autor Propio (2022)

En la figura, se observa que el parámetro de la conductividad varía de forma ascendente, sin embargo, cada uno de los datos obtenidos en laboratorio están por debajo del valor máximo permitido en la resolución 2115 de 2007 ($1000 \mu\text{s}/\text{cm}$), por lo tanto, este parámetro en las 3 muestras cumple el criterio. No obstante, se observa que la conductividad aumenta a medida que se descendió en la cuenca del río. Esto en los tres puntos de estudio se debe principalmente a la mayor superficie lavada de cuenca y a la solubilidad de los terrenos de la misma, aunque la mayor contaminación de las aguas existente en los tramos bajos también contribuye a los valores más altos de estos parámetros (Toro *et al*, 2002).



Alcalinidad Total

La determinación de la alcalinidad en una muestra de agua se realiza por medio de titulación con un ácido mineral fuerte H_2SO_4 de concentración 0,02N, hasta puntos de neutralización indicados por indicadores colorantes. En este procedimiento se usarán como indicadores para determinar la alcalinidad de la muestra la fenolftaleína y el metil naranja. La fenolftaleína tinte la muestra a color rosado en pH mayores de 8,3 y vira a incolora por valores de pH menores a 8,3 el metil naranja es de color amarillo en presencia de formas de alcalinidad, o sea con pH mayor de 4,5, y vira a color naranja en condiciones acidas.

Imagen 9. Alcalinidad al naranja de metilo



Fuente. Autor Propio (2021)

Tabla 16. Comparación de la alcalinidad total de las muestras.

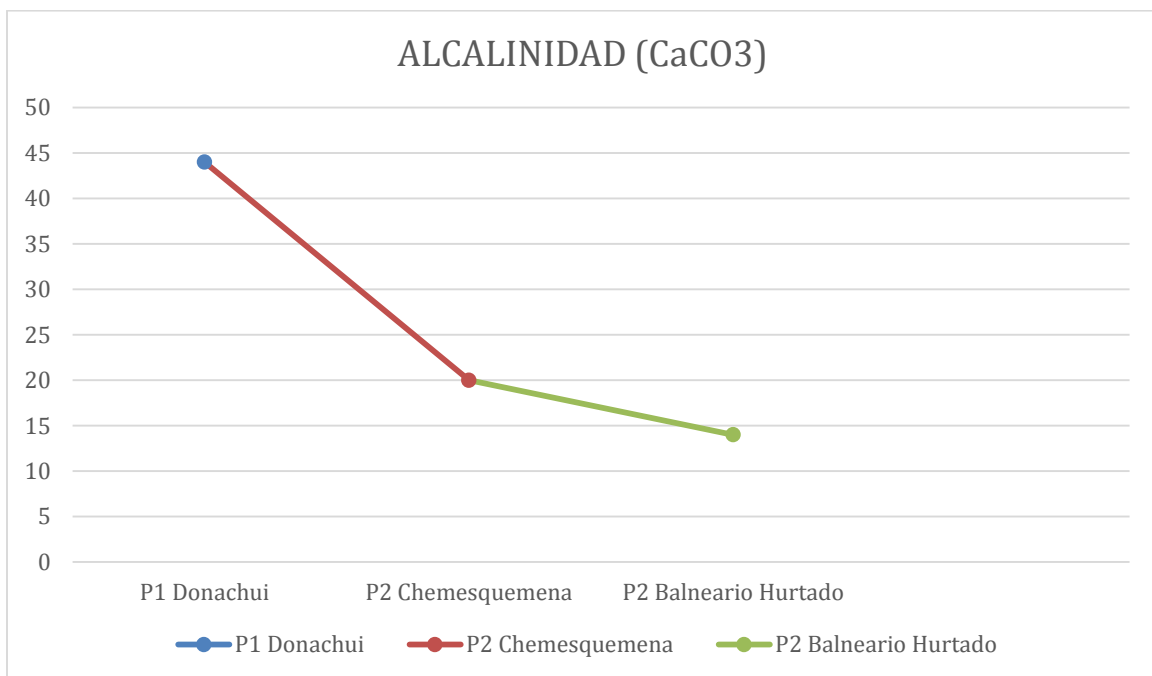
Toma De Muestra	Parámetro	Unidad	Valor	Valor Máximo Aceptable	Cumple con la Resolución 2115 de 2007
PUNTO 1	alcalinidad	mg/l de $CaCO_3$	44	200	SI



PUNTO 2			20		SI
PUNTO 3			14		SI

Fuente. Autor Propio (2022)

Gráfico 5. Comparación de la alcalinidad de las muestras en los tres puntos con la resolución 2115 de 2007.



Fuente. Autor Propio (2022)

Según los parámetros establecidos por la Resolución 2115 de 2007 el valor máximo permitido de alcalinidad es 200 mg/L CaCO₃, para todas las muestras este parámetro si cumple.

En esta relación se aprecia que la alcalinidad disminuye de un punto de muestreo al siguiente y durante cada uno de los muestreos, esto se debe a que en el agua de los puntos estudiados ambas características pueden coexistir indicando que tiene una alta capacidad para



amortiguar cambios en su pH debido a la adición de ácidos o bases. Se considera como posible causa de este efecto el vertimiento de soluciones diluidas de ácidos y bases por parte de la población aledaña a cada uno de los puntos (Suarez, García y Vaca, 2012).

Alcalinidad A La Fenolftaleína

Tabla 17. Comparación de la alcalinidad fenolftaleína de las muestras.

Toma De Muestra	Parámetro	Unidad	Valor	Valor Máximo Aceptable	Cumple con la Resolución 2115 de 2007
PUNTO 1	alcalinidad	mg/l de CaCO ₃	0	200	SI
PUNTO 2			0		SI
PUNTO 3			0		SI

Fuente. Autor Propio (2022)

Teniendo en cuenta la Tabla 18, ninguna de las tres muestras posee alcalinidad a la fenolftaleína. Cuando se le agrego el indicador a la muestra viro a incoloro debido a que el pH de cada una es menor de 8.3

Tabla 18. Relación de los diferentes tipos de alcalinidad, dependiendo de los resultados de la titulación con ácido.

Resultado de la titulación.	Alcalinidad debida al OH en mg/L CaCO ₃	Alcalinidad debida a CO ₃ en mg/LCaCO ₃	Alcalinidad debida HCO ₃ mg/LCaCO ₃
F = 0	0	0	T
F < ½ T	0	2F	T – 2F



$F = \frac{1}{2} T$	0	2F	0
$F > \frac{1}{2} T$	$2F - T$	$2 (T - F)$	0
$F = T$	T	0	0

Fuente. Tomada del IDEAM, 2005

En donde:

F = Alcalinidad a la Fenolftaleína

T = Alcalinidad total

Según esta tabla como $F=0$ entonces:

Tabla 19. Comparación entre las muestras.

Toma de muestra.	Resultado De La Titulación.	Alcalinidad Debida Al OH En Mg/L Caco₃	Alcalinidad Debida A CO₃ En Mg/Lcaco₃	Alcalinidad Debida HCO₃ En Mg/Lcaco₃
PUNTO 1	$F = 0$	0	0	44
PUNTO 2	$F=0$	0	0	20
PUNTO 3	$F=0$	0	0	14

Fuente. Autor Propio (2022)

La Alcalinidad en la mayor parte de las aguas naturales superficiales está determinada principalmente por el sistema Carbonato. Es decir: $HCO_3 - CO_3 = OH^-$ y H^+ . Como la mayor parte de las aguas naturales presentan valores de pH entre 6 y 9, y la principal especie que contiene H_2CO_3 en este intervalo es el HCO_3^- , la alcalinidad se equipara a la concentración de Bicarbonato (Anaya, 2017). La muestra de agua de cada punto en estudio presenta una alcalinidad debida a HCO_3 mg/LCaCO₃ según los resultados obtenidos en el laboratorio.



Basándose en el valor resultante del pH de las muestras (la acidez de la disolución), estas están en equilibrio con el bicarbonato y el dióxido de carbono, también sus valores de alcalinidad al ser comparados con la investigación antes citada califica las muestras de los tres puntos en estudio del río como agua alcalina, se puede confirmar entonces que los resultados obtenidos son aceptables ya que cuando el agua de río tiene alcalinidades inferiores es propenso a contaminación porque este no posee la capacidad para oponerse a las modificaciones que generan disminución de la acidificación del pH (García, 2010).

Dureza

La dureza en el agua es causada principalmente por la presencia de iones de calcio y magnesio. Algunos otros cationes divalentes también contribuyen a la dureza como son, estroncio, hierro y manganeso, pero en menor grado ya que generalmente están contenidos en pequeñas cantidades. Desde el punto de vista sanitario, las aguas duras son tan satisfactorias para el consumo humano como las aguas blandas; sin embargo, un agua dura requiere demasiado jabón para la formación de espuma y crea problemas de lavado; además deposita lodo e incrustaciones sobre las superficies con las cuales entra en contacto, así como en los recipientes, calderas o calentadores en los cuales se calienta. La determinación de la dureza, total y de calcio se realiza por el método de titulación con EDTA (versenato de sodio).

Tabla 20. Clasificación de las aguas según su dureza.

0 – 75 mg/L CaCO ₃	Agua blanda
75 – 150 mg/L CaCO ₃	Agua semidura
150 – 300 mg/L CaCO ₃	Agua dura
más de 300 mg/L CaCO ₃	Agua muy dura



Fuente. Tomada de Oñate, B (2018)

El límite para dureza en agua potable es de 160 mg CaCO₃/L. Para aguas de caldera de presión intermedia el límite es 1 mg/L y de presión alta, 0.07 mg CaCO₃/L, en aguas de enfriamiento 650 mg CaCO₃/L Este método es aplicable a aguas potables, superficiales, contaminadas y aguas residuales. El ácido etilendiaminotetraacético y sus sales de sodio (EDTA) forman un complejo de quelato soluble al añadirlo a las soluciones de algunos cationes metálicos. Cuando se añade EDTA al agua que contiene calcio y magnesio, aquél se combina primero con el calcio. De acuerdo con los criterios actuales, la dureza total se define como la suma de las concentraciones de calcio y magnesio, ambos expresados como carbonato de calcio, en miligramos por litro (IDEAM, 2015)

Tabla 21. Comparación de la dureza total de las muestras.

Toma De Muestra	Parámetro	Unidad	Valor	Valor Máximo Aceptable	Cumple con la Resolución 2115 de 2007
PUNTO 1	Dureza total	mg/l de CaCO ₃	0	0-75 mg/L CaCO ₃ (agua blanda)	SI
PUNTO 2			0		SI
PUNTO 3			0		SI

Fuente. Autor Propio (2022)

La muestra no presentó coloración luego de añadir el negro T, por lo tanto, significa que no hay presencia de iones de calcio y magnesio, y su dureza total es de 0. Según la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS), esta se define como agua blanda ya que presenta concentraciones inferiores a 60 mg/L de carbonato de calcio (CaCO₃).



Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto se considera como la cantidad efectiva de oxígeno gaseoso (O₂) en el agua, expresada en términos de su presencia en el volumen de agua (miligramos de O, por litro) o de su proporción en el agua saturada (porcentaje) (Naciones Unidas, 2005). El oxígeno disuelto –OD– 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 (que en general pueden subsistir a concentraciones de OD superiores a 4 mg/l). La medida de OD puede usarse como indicador del grado de contaminación orgánica, de la tasa de degradación de sustancias orgánicas e inorgánicas susceptibles de ser oxidadas) y de la capacidad de autodepuración de corrientes superficiales (CAN, 2005). El método que se utilizó para tomar el valor de OD en cada muestra en el laboratorio se realizó con un tester HI9147 de oxígeno disuelto.

Imagen 10. Medición de oxígeno disuelto en laboratorio en Tester HI9147.



Fuente. Autor Propio (2021)

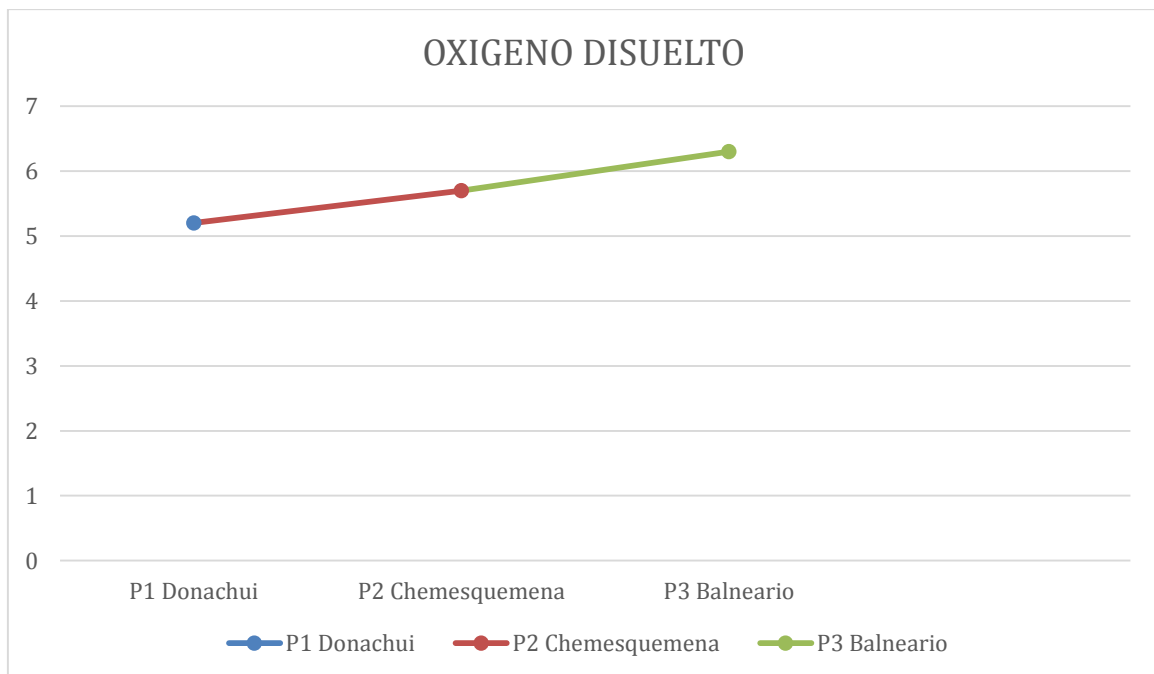


Tabla 22. Comparación del oxígeno disuelto de las muestras.

Toma De Muestra	Parámetro	Unidad	Valor	Valor Máximo Aceptable	Cumple con la Resolución 2115 de 2007
PUNTO 1	OD	mg/L	5,2	≥4 mg/L	SI
PUNTO 2			5,7		SI
PUNTO 3			6,3		SI

Fuente. Autor Propio (2022)

Gráfico 6. Comparación del oxígeno disuelto de las muestras en los tres puntos.



Fuente. Autor Propio (2022)



Según la RESOLUCION 1096 DE 2000 se establece que el oxígeno disuelto debe ser mayor o igual a 4,0 mg/L para fuentes de agua aceptables, por lo cual las muestras cumplen con este parámetro con agua apropiada y óptima para la vida acuática, desde el punto 1 al punto 3 de estudio de la cuenca factores como: alta intensidad lumínica, así como mayor turbulencia del cuerpo de agua pueden aumentar los niveles de oxígeno disuelto (Valencia, 2011).

Sólidos Totales

Los sólidos totales son aquellos que permanecen como residuo en el recipiente, después de haberlos secado a 103° - 105° C durante una hora. Incluye el material volátil, fijo, disuelto, suspendido y sedimentable. Sus unidades de medida son mg/ L de sólidos.

$$\text{Sólidos Totales (mg/L)} = [(P_2 - P_1) / V_m] \times 10^6$$

- Donachui

$$P_1 = 48,5661 \text{ mg}$$

$$P_2 = 48,5671 \text{ mg}$$

$$V_m = 20 \text{ ml}$$

$$ST = \left[\frac{(48,5671 - 48,5661)}{20} \right] \times 10^6$$

$$ST = 50 \text{ mg/L}$$

- Chemesquemena

$$P_1 = 48,5661 \text{ mg}$$

$$P_2 = 48,5675 \text{ mg}$$

$$V_m = 20 \text{ ml}$$

$$ST = \left[\frac{(48,5675 - 48,5661)}{20} \right] \times 10^6$$

$$ST = 70 \text{ mg/L}$$



- Balneario Hurtado

$$P_1 = 48,5661 \text{ mg}$$

$$P_2 = 48,5867 \text{ mg}$$

$$V_m = 20 \text{ ml}$$

$$ST = \left[\frac{(48,5680 - 48,5661)}{20} \right] \times 10^6$$

$$ST = 95 \text{ mg/L}$$

Existe más presencia de sólidos totales en la zona del balneario esto se debe a que allí el agua es usada para fines recreativos y de agroindustria.

Imagen 11. Crisol en la estufa



Fuente. Autor Propio (2021)



Imagen 12. Balanza Analítica



Fuente. Autor Propio (2021)

Tabla 23. Comparación de sólidos totales de las muestras.

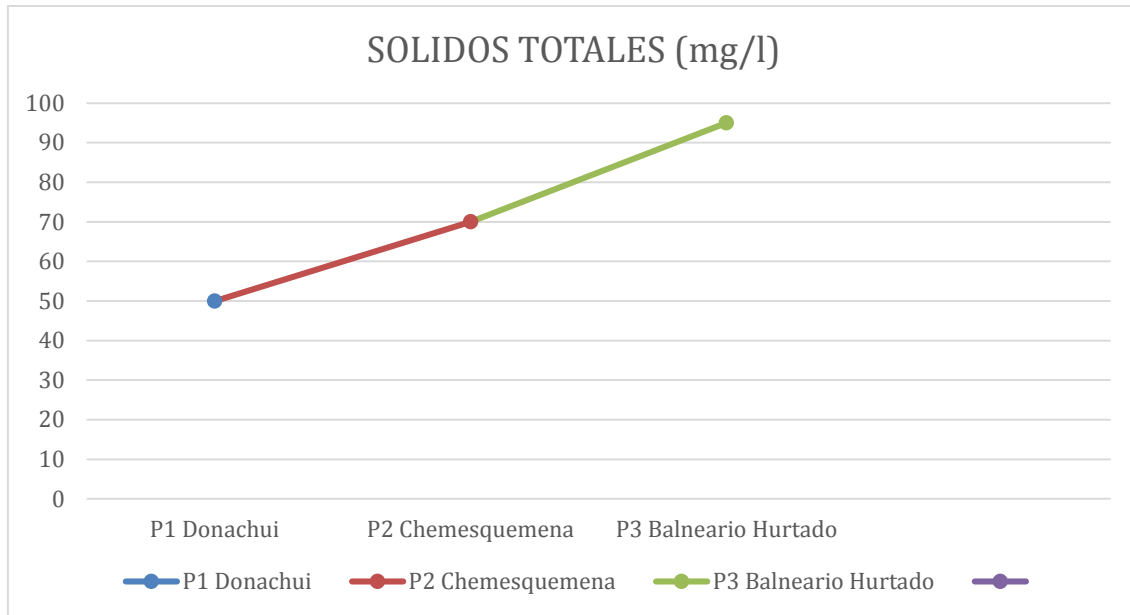
Toma De Muestra	Parámetro	Unidad	Valor	Valor Máximo Aceptable	Cumple
MUESTRA 1	Sólidos totales	mg/l de sólidos	50	500 mg/l	SI
MUESTRA 2			70		SI
MUESTRA 3			95		SI

Fuente. Autor Propio (2021)



Según el DECRETO 475 DE 1998 se establece que el valor de los sólidos totales debe ser menor o igual a 500 mg/L para fuentes de agua aceptables, por lo cual las muestras cumplen con este parámetro.

Gráfico 7. Comparación de sólidos totales con las muestras en los tres puntos



Fuente. Autor Propio (2022)

Con estos sólidos totales de las muestras de cada punto se pudo establecer relaciones con otros parámetros como la DQO y la DBO en esos mismos puntos de estudio, generando resultados más acertados (Sierra, 2011).

Análisis De Parámetros Biológicos

La descomposición bioquímica de substratos orgánicos se lleva a cabo por microorganismos. En este caso estamos hablando de bacterias aeróbicas, las cuales necesitan energía que producen del oxígeno para completar la descomposición. El oxígeno es consumido y como resultado se reduce el nivel que hay de este disuelto en el agua. Si existe una gran cantidad de materia orgánica en el agua, la demanda de oxígeno es asimismo mayor para que se lleve a cabo la descomposición. La calidad del agua se controla por las



autoridades para proteger la salud de los usuarios y otros efectos de mala calidad del agua. Un nivel alto de DBO puede indicar la existencia de contaminación fecal o partículas de carbón orgánico disuelto provenientes de diferentes fuentes que no son de humanos o animales. Esta clase de contaminación puede afectar seriamente la salud de los humanos y causa problemas en la industria (Demanda Biológica de Oxígeno, 2015).

Tabla 24. Análisis De Parámetros Biológicos

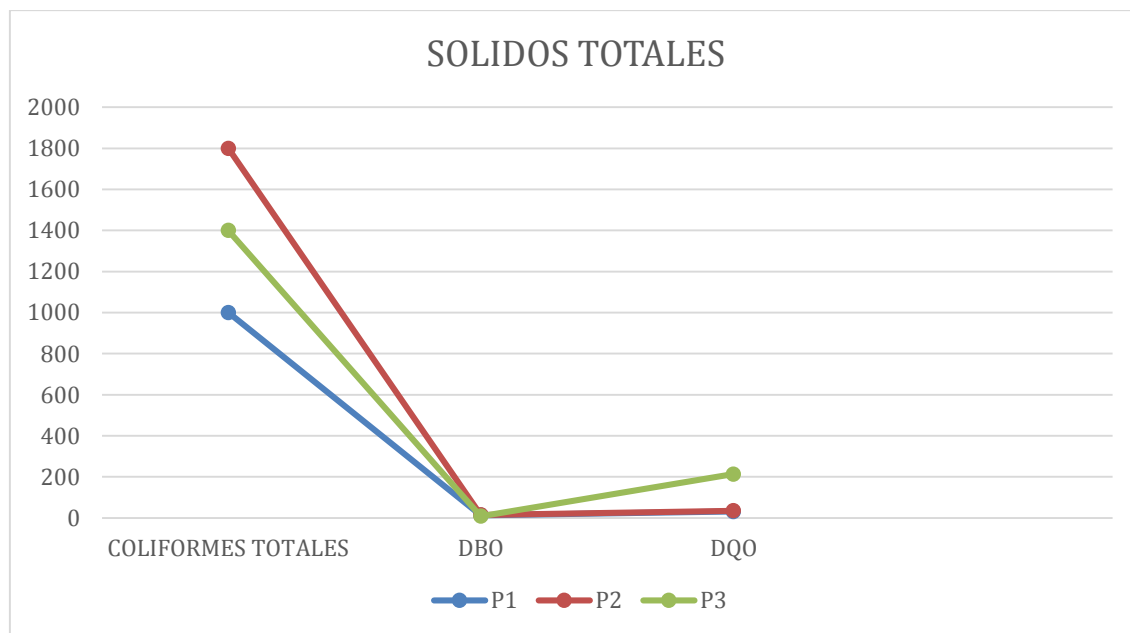
<u>MUESTRA P1</u>			
Parámetro	Unidad	Resultado	Método Analítico
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	1000	9223 BSTN
DBO	mg/L de O ₂	13.2	METODO RESPIROMETRICO “OXITOP”
DQO	mg/L de O ₂	31	Método titulométrico de reflujo cerrado
<u>MUESTRA P2</u>			
Parámetro	Unidad	Resultado	Método Analítico
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	1800	9223 BSTN
DBO	mg/L de O ₂	14.6	METODO RESPIROMETRICO “OXITOP”
DQO	mg/L de O ₂	35	Método titulométrico de reflujo cerrado



<u>MUESTRA P3</u>			
Parámetro	Unidad	Resultado	Método analítico
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	1400	9223 BSTN
DBO	mg/L de O ₂	8	METODO RESPIROMETRICO “OXITOP”
DQO	mg/L de O ₂	213	Método titulométrico de reflujo cerrado

Fuente. Autor Propio (2021)

Gráfico 8. Comparación de los sólidos totales con las muestras en los tres puntos



Fuente. Autor Propio (2021)



Se realizaron las pruebas de DBO, DQO y coliformes totales en las muestras, para así conocer las características biológicas y químicas de cada punto donde fueron tomadas, estas corresponden al agua cruda, se comparan, siendo el punto del balneario hurtado el que más DQO requiere debido a que es el que se encuentra más intervenido con actividad antrópica del hombre.

La variable DQO en cada punto de estudio presentó valores dentro de los límites permisibles establecidos (75 mg/L) para hábitat de peces. La variable de Coliformes totales presentó valores de UFC (Unidades formadoras de colonia) permisibles para la calidad de agua referente a coliformes totales y cumple con lo dispuesto en la normativa colombiana según el Decreto 1594 (20000 UFC). La variable demanda biológica de oxígeno en cinco días (DBO5) presentó en los tres puntos de estudio valores dentro de los límites permisibles para fuentes que por tratamientos convencionales sirven para consumo humano (7 mg/L O₂, Decreto 1594 de 1984, Art. 38). De igual forma, esta variable está dentro del límite permisible para calidad de agua para hábitat de peces. Todo lo anterior señala, que en general, el río analizado no tiene altos niveles de materia orgánica biodegradable. Los bajos niveles de DBO5 reportados en este estudio, indican que la mayoría de la DQO se debe a materia no biodegradable, en algunos casos, relacionada con la geología de la región, tal como se ha señalado en el análisis.

Análisis Del Parámetro Suelo

Los suelos edáficos, delimitados en la subcuenca se desarrollan en tres geoformas (montañas, colinas y llanuras aluviales) y en ellas los factores formadores de suelos actúan originando suelos de baja a mediana fertilidad (Serpa, 2017). En las partes montañosas y colinadas, el clima y el relieve son los principales factores formadores; en las partes planas aluviales el clima y material parental son los factores de mayor importancia en el desarrollo y génesis de los suelos. En general, los suelos se han desarrollado a partir de materiales ígneos



y metamórficos de fácil alteración, los que afectados por procesos de degradación natural y antrópica generan el estado actual de deterioro del medio edáfico en la subcuenca.

De este modo, el muestreo constituye la etapa inicial y fundamental para la adecuada interpretación de los resultados obtenidos en el laboratorio. Pero debido a que el suelo es un material muy heterogéneo, con diferentes condiciones de origen, topografía, manejo, tipos de vegetación, etc.; es necesario definir unidades con características más o menos similares, que permitan establecer lo que se conoce como unidades de muestreo.

En medio de todo este proceso de análisis se obtuvieron los siguientes resultados en donde se por sector se recopilaban las características particulares de cada uno de ellos, así como se muestra a continuación:

✓ **Sector Donachui**

Se obtuvo un pH de 7.02, este resulta ser un pH neutro o casi neutro, con este pH se puede decir que el suelo está óptimo para cultivos. Por otro lado, se tiene el color del suelo que es Marrón claro [10YR 6/4] este determina que el óxido de hierro es quien le da la coloración y esto se debe a que tiene mayor aireación. Entre tanto, la textura de este suelo es Arenosa, esta se da debido a la composición granulométrica del suelo, cómo lo es el % de arena gruesa, arena fina, lima y arcilla.

✓ **Sector Chemesquemena**

Se tiene un pH de 7,2, este es un pH neutro o casi neutro, con este pH se puede decir que el suelo está óptimo para cultivos. El color del suelo es Marrón medio [10YR 5/4] por el óxido de hierro que es el que le aporta el color, pero al ser este un poco más oscuro tiene menos partículas de hierro y un poco más materia orgánica. La textura es franco arenoso, esta se da por la composición granulométrica del suelo, cómo lo es el % de arena gruesa, arena fina, lima y arcilla.



✓ **Sector del Balneario Hurtado**

El pH de esta zona es de 7,6, este es un pH básico, con este pH se puede decir que el suelo está en el límite de ya no poder cultivar en él. El color es Marrón oscuro [10YR 4/4], este color más oscuro y siendo un poco más verdoso lo da el contenido de materia orgánica en el suelo, ya que al cavar encontramos en el perfil del suelo la coloración más oscura. Mientras que la textura es Franco arenoso, y esto se da por la composición granulométrica del suelo, cómo lo es el % de arena gruesa, arena fina, lima y arcilla.

Al obtener todos estos resultados se concluye que la calidad del suelo es excelente en la zona de Donachui, se le ha dado un buen manejo y uso de este y esto se debe a que es un suelo poco intervenido por el hombre, donde se recalca que los pueblos indígenas velan por conservar y proteger la tierra.

Para la caracterización biofísica e hidrológica del río Guatapurí es necesario definir su ronda hídrica, se dice que el límite físico de la ronda hídrica es un sistema lotico, las riberas tienen un papel fundamental en la ecología del paisaje. Es decir, el movimiento lateral del recurso hídrico permite la integridad y conectividad del ecosistema (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

En los 3 puntos de muestreo Donachui, Chemesquemena y el balneario hurtado respectivamente, de acuerdo con el levantamiento de información en campo (evidencia de geoformas) se dice que:

Tabla 25. Levantamiento de geoformas en los puntos de muestreo

NOMBRE SUBCUENCA	HF	CLASIFICACIÓN N	CLASIFICACIÓN
Río Donachui	0.485	MA	Moderadamente achatada



Donachui Bajo	0.364	MA	Moderadamente achatada
Guatapurí medio	0.297	LA	Ligeramente achatada
Guatapurí Bajo	0.287	LA	Ligeramente achatada

Fuente. Información tomada del Pomca ítem 3.5.3.1.1 Factor de Forma (HF)

Es necesario realizar un inventario forestal en las zonas de estudio de la ronda hídrica, es decir, conocer la ubicación y la información detallada de los tres puntos del inventario en el área mencionada en el capítulo desarrollo metodológico ítem 6.7 del documento, esto por medio del trabajo de campo para realizar mediciones del diámetro de las especies a la altura del pecho, medida tomada a la altura de 1.20 metro del suelo con una cinta métrica

Tabla 26. Medición del diámetro de los árboles.

Zona	Diámetro a la altura del pecho (DPA) (m)					Total
	0 - 0,50	0,50 - 1	1 - 1,5	1,5 - 2	+2	
Donachui	0	8	6	10	8	32
Chemesquemena	5	3	9	11	6	34
Balneario Hurtado	14	21	10	17	9	71

Fuente. Autor Propio (2021)

Tabla 27. DPA promedio por especie evidente en campo

DPA (m) promedio por especie		
Nombre		
Nombre común	Nombre científico	M



<i>Ceiba</i>	<i>Ceiba pentandra</i>	+2
<i>Brasil</i>	<i>Caesalpinia echinata</i>	0,5-1
<i>Mamon</i>	<i>Melicoccus bijugatus</i>	0 – 0,5
<i>Orejero</i>	<i>Enterolobium sp</i>	+2
<i>Mango</i>	<i>Mangifera</i>	0 – 1
<i>Corazon fino</i>	<i>Platymiscium hebestachyum</i>	+2
<i>Níspero</i>	<i>Eriobotrya japónica</i>	0 – 0,5
<i>Neem</i>	<i>Azadirachta</i>	0 – 0,5
<i>Maíz tostado</i>	<i>Coccoloba acuminata</i>	0 – 0,5
<i>Cañahuate</i>	<i>Tabebuia rosea</i>	0 – 0,5
<i>Roble</i>	<i>Cyristax chrisea</i>	0 – 0,5
<i>Guasimo</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1,5 – 2
<i>Uvito</i>	<i>Cordia dentada</i>	0,5 – 1
<i>Algarrobillo</i>	<i>Pithecelobium saman</i>	1,5 - +2
<i>Carito</i>	<i>Spondias sp</i>	1,5 - +2
<i>Guamo</i>	<i>Unga spuria</i>	0,5 – 1,5
<i>Gusanero o Quebracho</i>	<i>Astronium Graveolens</i>	0 – 0,5
<i>Camajon</i>	<i>Sterculia apétala</i>	1,5 – 2



<i>Caracolí</i>	<i>Anacardium excelsum</i>	1,5 – 2
<i>Patevaca</i>	<i>Bahuinia varieegata</i>	1 – 1,5
<i>Siete cueros</i>	<i>Andesanthus lepidotus</i>	1 – 1,5
<i>Higuerón</i>	<i>Ficus luschnathiana</i>	+2

Fuente. Autor Propio (2021)

A continuación, se presenta el número de árboles por hectárea hallado en una sección de la ronda hídrica de la margen derecha del río Guatapurí.

$$A = \text{ancho} \times \text{largo}$$

$$A = (25m) \times (100m) = 2500 \text{ m}^2 = 0,25 \text{ Ha}$$

Tabla 28. Número de árboles por hectárea hallado en una sección de la ronda hídrica de la margen derecha del río Guatapurí.

Zona	Área efectiva (Ha)	Densidad (Arb/Ha)
Donachui	0,25 Ha	128
Chemesquemena	0,25 Ha	136
Balneario Hurtado	0,25 Ha	284

Fuente. Autor Propio (2021)

Tabla 29. Número de individuos por especie.

Número de individuos por especie				
Nombre		Zona		
Nombre común	Nombre científico	Donachui	Chemesquemena	Balneario Hurtado
<i>Ceiba</i>	<i>Ceiba pentandra</i>			18
<i>Brasil</i>	<i>Caesalpina echinata</i>			5



Mamon	<i>Melicoccus bijugatus</i>			1
Orejero	<i>Enterolobium sp</i>			2
Mango	<i>Mangifera</i>			7
Corazon fino	<i>Platymiscium hebestachyum</i>			2
Níspero	<i>Eríobotrya japónica</i>			2
Neem	<i>Azadirachta</i>			4
Maíz tostado	<i>Coccoloba acuminata</i>			1
Cañahuate	<i>Tabebuia rosea</i>			1
Roble	<i>Cybistax chrisea</i>			7
Guasimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	3	1
Uvito	<i>Cordia dentada</i>			1
Algarrobillo	<i>Pithecelobium saman</i>			5
Carito	<i>Spondias sp</i>			3
Guamo	<i>Unga spuria</i>			7
Gusanero o Quebracho	<i>Astronium Graveolens</i>	10	9	3
Camajon	<i>Sterculia apétala</i>			1
Caracolí	<i>Anacardium excelsum</i>	6	8	1
Patevaca	<i>Bahuinia varieegata</i>	2	4	
Siete cueros	<i>Andesanthus lepidotus</i>	8	7	
Higuerón	<i>Ficus luschnathiana</i>	4	3	



Como resultado del inventario realizado se definió que en el tramo tomado para el balneario hurtado hay presencia de 72 árboles entre las 19 especies encontradas, donde predomina la especie ceiba que nos aporta una mayor sombra que es de mucha utilidad para los establecimientos, propios y turistas que visitan los alrededores del balneario; a diferencia de los otros dos tramos como lo es Donachui y Chemesquemena, en donde los árboles predominantes son el siete cueros y gusaneros, árboles menos frondosos en comparación a los encontrados en el balneario ya que en esa zona es casi nulo encontrar visitantes y también debido al factor climático encontrado en esa zona que varía de frío a templado.

Se observa que la zona del balneario posee muchos más árboles que la zona de Donachui y Chemesquemena, sucede porque la comunidad intento reforestar la zona del balneario de la cual se surten para sus actividades económicas y sociales (Baute, 2021), por esa razón las especies en el balneario son más jóvenes que las de los otros dos puntos estudiados, es por eso que el Municipio de Valledupar y más exactamente en los alrededores de la ribera del Balneario Hurtado es un área donde predomina la actividad agrícola, zona geográfica que tiene como agentes de deforestación a los ganaderos que talan los bosques para sembrar nuevos pastizales y así alimentar su ganado; y a los agricultores comerciales. Por otro lado, se encuentran los agricultores, quienes al estar cerca de los bosques talan porciones de tierra y la utilizan para la plantación de cultivos de como son el café, la caña panelera, el cacao, plátano, yuca, maíz, entre otros, práctica que repiten reiteradamente pues luego al no poder aprovechar la parcela para cultivo, es destinada a la cría de ganado, talando otra porción de bosque para transformarla en tierra de cultivo, lo que termina por degradar completamente el suelo al eliminar la escasa vegetación que podría haber quedado. También, para muchos indígenas de la región el bosque constituye un sustento, pues los abastece de plantas comestibles y medicinales, carne de animales silvestres, frutas, miel, les ofrece refugio, y en torno a éste erigen sus valores culturales y espirituales, otra razón por la cual la deforestación en este municipio trae innumerables inconvenientes (Barriga, 2019).

Tabla 30. Tipo de cultivos.

TIPO DE CULTIVO	Ha	% del total
Agroindustriales	13.501	38
Plátano y tubérculos	8.433	24
Frutas	7.021	20
Cereales	5.322	15
Otros cultivos	1.451	4
Total, área cultivada	35.728	100%

Fuente. Tomado de CORPOCESAR (2019)

7.2 Identificación y Zonificación de las Zonas de Riesgo.

En este punto, se busca identificar y zonificar los puntos, las áreas o las zonas que muestran riesgos dentro de la investigación; es por ello, que en la consolidación de los datos obtenidos para esta estimación de vulnerabilidad en cada zona de muestreo serán comparados con la información recolectada del documento oficial de Corpocesar FORMULACION DEL POMCA DEL RÍO GUATAPURI (FASE DIAGNOSTICO) que plantea que en general, en el casco urbano del municipio de Valledupar, las inundaciones se presentan en las inmediaciones del río Guatapurí, en el trayecto desde la bocatoma del acueducto hasta su desembocadura en el río Cesar. En el sector urbano, los incendios forestales se han presentado en el cerro Murillo. En el 2013 se presentó un incendio en el lote contiguo al colegio Ateneo Rosario; igualmente el cerro ubicado en cercanías a la urbanización Altos de COMFACESAR, también se encuentra en riesgo por incendios forestales, según fuentes del Plan Municipal Para La Gestión del Riesgo de Desastres de Valledupar en el año 2014. El corregimiento de Guatapurí presenta en mayor proporción desastres por movimientos en



masa, seguido de incendios forestales. Durante el fenómeno de La Niña 2010 – 2011, los cerros cercanos al casco urbano presentaron movimientos en masa, causados por la intensidad de las lluvias y el inadecuado uso del suelo. Según datos de la UNGRD en los años 2012 – 2013 se afectaron 125 hectáreas en el corregimiento de Guatapurí a raíz de un incendio forestal. El corregimiento de Chemesquemena es el sector con mayor ocurrencia de movimientos en masa registrados, principalmente en el cerro Diosagaka. A pesar de no encontrar información oficial del corregimiento de Sabana Crespo, el PMGRD de Valledupar identifica la ocurrencia de inundaciones, incendios forestales y remoción en masa con una alta percepción de afectación en la vereda Sogrone, comparando esas bases con lo que se observó durante el trabajo de campo en esta investigación hecha en el año 2021 podemos decir que las zonas alejadas con poca intervención antropogénica tiene una vulnerabilidad más baja al riesgo de desastres ocasionados por inundamiento y remoción de masas, esto sin dejar de lado riesgos importantes a tener en cuenta como los es la exposición de infraestructuras como puentes en la zona de Chemesquemena, en el caso de la zona con alta actividad antrópica se pudieron identificar riesgos de interés considerables como el grado de conflicto por el uso del suelo ya que en la orilla del río se identifican varias actividades comerciales como ventas de comidas, alquiler de carpas para pasadías en el balneario, todas estas ubicadas en la región identificada como zona inundable del Río Guatapurí

En las tres zonas se logró identificar un riesgo de nivel alto que afecta a un gran porcentaje de la cuenca por igual; la vulnerabilidad por fragilidad institucional es un factor a tener en cuenta en la exposición de las comunidades a los desastres naturales, ya que este puntaje tan bajo en el índice de transparencias de las entidades públicas no le proporcionaría ningún tipo de garantías a las comunidades en lo que es monitoreo, prevención y mitigación de riesgos.

Todo lo descrito anteriormente se evidencia a continuación:





Gestión de riesgo zona de muestreo cuenca alta, Donachui

Tabla 31. Gestión de riesgo zona de muestreo cuenca alta, Donachui

Instrumento que contempla la gestión del riesgo	Desactualizado y aplica	Desactualizado y no aplica	Actualizado y no aplica	Actualizado y aplica	No cuenta
POT					Alta
POMCA				baja	
PGAR				Baja	
Política publica				baja	
Plan de desarrollo				Baja	
Estudios de riesgos				Baja	

Fuente. Autor Propio (2021)

Tabla 32. Vulnerabilidad por capacidad de gobernanza y gestión territorial para el caso de la zona de muestreo de Donachui.

DONACHUI			
Componente	Variables de medición		Valor
Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas (VEE)	Localización	Bosque natural	3
		Parques naturales	1
		Humedales	2
		Paramos	1
		Reservas naturales	2
	Localización	Vías de comunicación y puentes	1



Vulnerabilidad por exposición de infraestructura (VEI)		Líneas vitales (acueducto, energía eléctrica, alcantarillado, combustible)	1
		Hospitales, escuelas, ancianatos, mataderos, etc.	1
Vulnerabilidad por exposición de población (VEP)	Localización	Viviendas	1
Vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción (VESP)	Localización	Cultivos, Producción pecuaria, plantaciones forestales, minera, comercial o recreativa	1
Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (VFSE)	Condiciones de vida la población	Promedio de puntaje de SISBEN	1
Vulnerabilidad por fragilidad ambiental (VFA)	Equilibrio en la relación sociedad-naturaleza (degradación de base ecosistémica y practicas productivas inadecuadas, efectos estimados del cambio climático.	Conflictos por uso de suelo	2
		Nivel de deforestación	1
		Variaciones de temperatura, precipitación, pérdida de suelo, etc.	1
Vulnerabilidad por fragilidad física (VFF)	Sismo resistencia, materiales de construcción, características estructurales y estado de mantenimiento	Viviendas	1
		Infraestructura productiva social y de servicios	1
Vulnerabilidad por fragilidad institucional (VFI)	Grado de riesgo de corrupción de las entidades públicas locales o regionales	Índice de transparencia de las entidades publicas	3



Ahorro y capacidad de endeudamiento (VCAyRACE)	Viabilidad financiera del ente territorial (Artículo 79 ley 617 de 2000)	Índice de desempeño fiscal de los departamentos y municipios	2
Percepción del riesgo (VCAyRPR)	Nivel de prioridad dado a la gestión del riesgo	Percepción de la comunidad	1
		Percepción desde la institucionalidad	1
Gobernanza y capacidad de gestión territorial (VCAyRGT)	Existencia e implementación de planes estratégicos que contemplan el componente de gestión del riesgo.	POT	3
		Plan de desarrollo	1
		POMCA	1
		Estudios de riesgo (vulnerabilidad y amenaza)	1
		PGAR	1

Fuente. Autor Propio (2021)

Tabla 33. Consolidado de resultados obtenidos en la estimación de vulnerabilidad (V) en Donachui

Componentes de la vulnerabilidad	Variables		Puntaje		Nivel	Total (V)	
VE	VEI		1	1,5	Baja	Baja	
	VEE		3				
	VEP		1				
	VESP		1				
VF	VFSE		1	2,25	Baja	Baja	
	VFA	CPUS	3				2
		NDEF	1				



	ICC	1			
	VFF	1			
	VFI	5			
VCAyR	VCAyRACE	3	1,6	Baja	
	VCAyRPR	1			
	VCAyRGT	1			

Fuente. Autor Propio (2021)

Con los datos obtenidos en el tramo de Donachui se puso determinar que la vulnerabilidad ante eventos de inundación, remoción de masa y flujos torrenciales es baja. Esto nos permiten evidenciar unos pocos componentes de vulnerabilidad que deben ser intervenidos para aumentar una capacidad de respuesta y adaptación antes fenómenos naturales, facilitando así el diseño de los procesos de gestión.

Gestión de riesgo zona de muestreo cuenca media, Chemesquemena

Tabla 34. Gestión de riesgo zona de muestreo cuenca media, Chemesquemena

Instrumento que contempla la gestión del riesgo	Desactualizado y no aplica	Desactualizado y no aplica	Actualizado y no aplica	Actualizado y aplica	No cuenta
POT				Baja	
POMCA				Baja	
PGAR				Baja	
Política publica				Baja	
Plan de desarrollo				Baja	
Estudios de riesgos				Baja	

Fuente. Autor Propio (2021)



Tabla 35. Vulnerabilidad por capacidad de gobernanza y gestión territorial para el caso de la zona de muestreo de Chemesquemena.

CHEMESQUEMENA			
Componente	Variables de medición		Valor
Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas (VEE)	Localización	Bosque natural	3
		Parques naturales	1
		Humedales	1
		Paramos	1
		Reservas naturales	2
Vulnerabilidad por exposición de infraestructura (VEI)	Localización	Vías de comunicación y puentes	3
		Líneas vitales (acueducto, energía eléctrica, alcantarillado, combustible)	1
		Hospitales, escuelas, ancianatos, mataderos, etc.	2
Vulnerabilidad por exposición de población (VEP)	Localización	Viviendas	2
Vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción (VESP)	Localización	Cultivos, Producción pecuaria, plantaciones forestales, minera, comercial o recreativa	1
Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (VFSE)	Condiciones de vida la población	Promedio de puntaje de SISBEN	3
	Equilibrio en la relación sociedad-naturaleza	Conflictos por uso de suelo	2
		Nivel de deforestación	1



Vulnerabilidad por fragilidad ambiental (VFA)	(degradación de base ecosistémica y practicas productivas inadecuadas, efectos estimados del cambio climático.	Variaciones de temperatura, precipitación, pérdida de suelo, etc.	1
Vulnerabilidad por fragilidad física (VFF)	Sismo resistencia, materiales de construcción, características estructurales y estado de mantenimiento	Viviendas	3
		Infraestructura productiva social y de servicios	1
Vulnerabilidad por fragilidad institucional (VFI)	Grado de riesgo de corrupción de las entidades públicas locales o regionales	Índice de transparencia de las entidades publicas	3
Ahorro y capacidad de endeudamiento (VCAyRACE)	Viabilidad financiera del ente territorial (Articulo 79 ley 617 de 2000)	Índice de desempeño fiscal de los departamentos y municipios	2
Percepción del riesgo (VCAyRPR)	Nivel de prioridad dado a la gestión del riesgo	Percepción de la comunidad	1
		Percepción desde la institucionalidad	3
Gobernanza y capacidad de gestión territorial (VCAyRGT)	Existencia e implementación de planes estratégicos que contemplan el componente de gestión del riesgo.	POT	1
		Plan de desarrollo	1
		POMCA	1
		Estudios de riesgo (vulnerabilidad y amenaza)	1
		PGAR	1

Fuente. Autor Propio (2021)

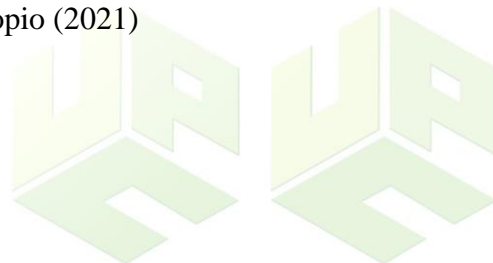




Tabla 36. Consolidado de resultados obtenidos en la estimación de vulnerabilidad (V) en la zona de Chemesquemena

Componentes de la vulnerabilidad	Variables	Puntaje		Nivel	Total (V)	
VE	VEI	3		2,5	Baja	
	VEE	3				
	VEP	3				
	VESP	1				
VF	VFSE	5		3,75	Media	
	VFA	CPUS	3			2
		NDEF	1			
		ICC	1			
	VFF	3				
	VFI	5				
VCAyR	VCAyRACE	3		2,3	Baja	
	VCAyRPR	3				
	VCAyRGT	1				

Fuente. Autor Propio (2021)

De acuerdo con los datos obtenidos se pudo determinar que la vulnerabilidad ante eventos de inundación, remoción de masa y flujos torrenciales en el tramo de Chemesquemena del río Guatapurí es baja. Aunque son pocos, nos permite evidenciar cuales son los componentes de



vulnerabilidad que deben ser intervenidos para aumentar una capacidad de respuesta y adaptación antes fenómenos naturales facilitando así del diseño de los procesos de gestión.

Imagen 13. Vulnerabilidad por exposición de la infraestructura



Fuente. Tomado de Google Earth (2021)

Gestión de riesgo zona de muestreo cuenca baja, balneario Hurtado

Tabla 37. Gestión de riesgo zona de muestreo cuenca baja, balneario Hurtado.

Instrumento que contempla la gestión del riesgo	Desactualizado y aplica	Desactualizado y no aplica	Actualizado y no aplica	Actualizado y aplica	No cuenta
POT				Baja	
POMCA				Baja	
PGAR				Baja	
Política publica				Baja	
Plan de desarrollo				Baja	



Estudios de riesgos				Baja	
---------------------	--	--	--	------	--

Fuente. Autor Propio (2021)

Tabla 38. Vulnerabilidad por capacidad de gobernanza y gestión territorial para el caso de la zona de muestreo en el balneario hurtado

Balneario hurtado			
Componente	Variables de medición		Valor
Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas (VEE)	Localización	Bosque natural	3
		Parques naturales	1
		Humedales	3
		Paramos	1
		Reservas naturales	1
Vulnerabilidad por exposición de infraestructura (VEI)	Localización	Vías de comunicación y puentes	3
		Líneas vitales (acueducto, energía eléctrica, alcantarillado, combustible)	2
		Hospitales, escuelas, ancianatos, mataderos, etc.	2
Vulnerabilidad por exposición de población (VEP)	Localización	Viviendas	2
Vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción (VESP)	Localización	Cultivos, Producción pecuaria, plantaciones forestales, minera, comercial o recreativa	3
Vulnerabilidad por fragilidad	Condiciones de vida la población	Promedio de puntaje de SISBEN	3



socioeconómica (VFSE)			
Vulnerabilidad por fragilidad ambiental (VFA)	Equilibrio en la relación sociedad-naturaleza (degradación de base ecosistémica y practicas productivas inadecuadas, efectos estimados del cambio climático.	Conflictos por uso de suelo	3
		Nivel de deforestación	2
		Variaciones de temperatura, precipitación, pérdida de suelo, etc.	3
Vulnerabilidad por fragilidad física (VFF)	Sismo resistencia, materiales de construcción, características estructurales y estado de mantenimiento	Viviendas	3
		Infraestructura productiva social y de servicios	1
Vulnerabilidad por fragilidad institucional (VFI)	Grado de riesgo de corrupción de las entidades públicas locales o regionales	Índice de transparencia de las entidades publicas	3
Ahorro y capacidad de endeudamiento (VCAyRACE)	Viabilidad financiera del ente territorial (Articulo 79 ley 617 de 2000)	Índice de desempeño fiscal de los departamentos y municipios	2
Percepción del riesgo (VCAyRPR)	Nivel de prioridad dado a la gestión del riesgo	Percepción de la comunidad	3
		Percepción desde la institucionalidad	1
Gobernanza y capacidad de gestión territorial (VCAyRGT)	Existencia e implementación de planes estratégicos que contemplan el componente de gestión del riesgo.	POT	1
		Plan de desarrollo	1
		POMCA	1
		Estudios de riesgo (vulnerabilidad y amenaza)	1
		PGAR	1



Fuente. Autor Propio (2021)

Tabla 39. Consolidado de resultados obtenidos en la estimación de vulnerabilidad (V) en la zona del balneario hurtado.

Componentes de la vulnerabilidad	Variables	Puntaje		Nivel	Total (V)		
VE	VEI	3	5	Media	Media		
	VEE	3					
	VEP	3					
	VESP	5					
VF	VFSE	5	4,25	Media			
	VFA	CPUS				5	4
		NDEF				3	
		ICC				5	
	VFF	3					
	VFI	5					
VCAyR	VCAyRACE	3	3,6	Media			
	VCAyRPR	3					
	VCAyRGT	1					

Fuente. Autor Propio (2021)

Los datos obtenidos en el tramo del balneario Hurtado nos permitieron determinar que la vulnerabilidad ante eventos de inundación, remoción de masa y flujos torrenciales es media. Estos también nos permiten evidenciar cuales son los componentes de vulnerabilidad que



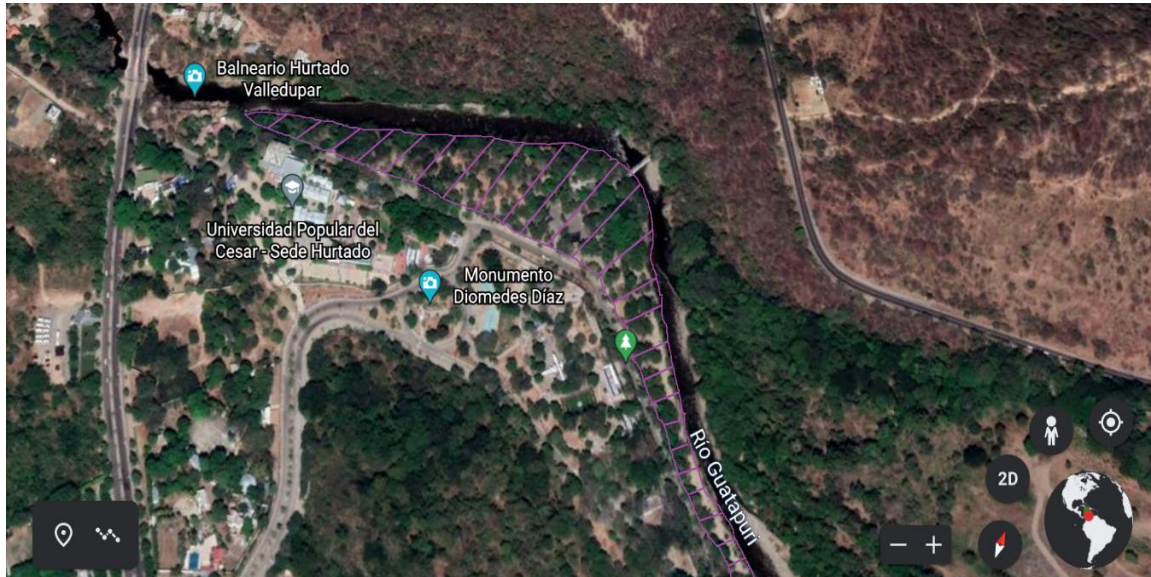
**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



deben ser intervenidos para aumentar una capacidad de respuesta y adaptación antes fenómenos naturales facilitando así del diseño de los procesos de gestión.

Imagen 14. Vulnerabilidad por exposición del sistema de producción.



Fuente. Autor Propio (2021)





Imagen 15. Vulnerabilidad por fragilidad ambiental (Azul) y Vulnerabilidad por exposición de infraestructura (amarillo).



Fuente. Autor Propio (2021)

7.3 Estrategias de Control y Seguimiento para la Recuperación y Preservación del Ecosistema de la Ronda Hídrica del Río Guatapurí.

Teniendo en cuenta la Guía Técnica para la Restauración de áreas de rondas y nacederos (Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente -DAMA,2005), se formulan un conjunto de estrategias de control y seguimiento para la recuperación y preservación del ecosistema de la ronda hídrica del río Guatapurí.

Teniendo en cuenta lo anterior, las estrategias dispuestas como resultado de este documento son:

- *Restauración de áreas con conflictos de suelo.*



Es recomendable que se implemente el uso de prácticas en los sistemas de producción que favorezcan a la infiltración del agua en el perfil del suelo y así reducir la pérdida por escorrentía y remoción de masas.

- ☐ Elaboración de diseños florísticos: En restauración ecológica, se usan varios tipos de arreglos denominados barreras, se cuentan con barreras de viento, barreras de fuego, barreras contra ganado, barreras vivas, entre otras. Generalmente las barreras más utilizadas, son con fines multipropósito, este modelo propuesto que se usara es debido a la cantidad de factores de tensión y limitantes que tienen las áreas, como la presencia de ganado, los fuertes vientos, las bajas temperaturas, por esta razón no puede enfocarse solamente a una función, y el éxito dependerá de las especies vegetales que se escojan para hacer parte de los arreglos (Navas, 2018). Este paso es de los más importantes, ya que si se establece una cobertura vegetal autosuficiente se garantizará el éxito del proceso, siendo así las especies endémicas de la zona las escogidas para esta barrera.

- *Restauración de áreas con presencia de ganadería.*

En esta área se debe establecer como objetivos la reducción de la erosión del suelo, descompactarlo, mejorar las condiciones de drenaje y ayudar a la regulación hídrica.

- ☐ Control de tensión: mediante el cercado con alambre púa o cercado eléctrico.
- ☐ Adecuación del terreno: mediante abonos verdes los favorecen los descompactación, aumentan la aireación y aportan materia orgánica al suelo.

- *Restauración de áreas que presentan erosión.*

El objetivo principal de esta es reducir las escorrentías de agua, aumentar la materia orgánica y mejorar los porcentajes de humedad.



- ☐ Arreglos florísticos: se pueden ubicar especies de porte arbustivo y arbóreo en zonas de poca pendiente, en zona de pendiente pronunciada se recomienda el uso de especies herbáceo, rastrero y rastrojos.
- ☐ Gaviones: son estructuras de malla rectangulares de alambre que se colocan en las riberas de los ríos y sirve para evitar deslizamientos superficiales de los taludes, otorgando el efecto de muro de contención, permitiendo así estabilizar la zona.
- *Restauración de ronda con áreas de asentamientos urbanos y comerciales.*

El objetivo de esta es recuperar la continuidad del corredor ecológico, control de fuentes de contaminación y mejoramiento paisajístico.

- ☐ Arreglos florísticos: deben cumplir la función de corredor ecológico y ser paisajísticamente armónicos.
 - ✓ Especies ornamentales
 - ✓ Que soporten niveles de contaminación
 - ✓ Que permitan visibilidad
 - ✓ Que proporcionen ofertas alimenticias a las aves
 - ✓ Que sean aceptadas por las comunidades aledañas a la zona.
- *Preservación del ecosistema de la ronda hídrica.*

Como objetivo para preservar y tener una sostenibilidad ambiental de la ronda hídrica del río Guatapurí se propone:

- ✓ Realizar un montaje y operación de una red de monitoreo de variables hidroclimáticas para la cuenca. También se debe promover la participación de actores sociales, comunitarios e institucionales en el proceso de planificación, ordenación y manejo de la Cuenca, generando escenarios de comunicación, consulta e intercambio de saberes que permitan la construcción de acuerdos y consensos para el desarrollo



sostenible del territorio. En la página oficial de Corpocesar la entidad invita a la comunidad a presentar observaciones y/o recomendaciones al POMCA del río Guatapurí a través de un formato que se puede descargar allí mismo.

- ✓ Crear comités de cuidado ambiental para vigilar que los turistas no contaminen los cuerpos de agua en la cuenca. Generar un sistema integrado de gestión de riesgos que permita integrar la información levantada por las diferentes entidades e instituciones que trabajan en la temática de riesgos pero que muchas veces resulta difícil de identificar y de utilizar para los múltiples propósitos de la gestión.
- ✓ Hacer un análisis más profundo sobre la conservación de los afluentes de la cuenca del río Guatapurí, para mantener el nivel del río en las más óptimas higiene, para que las actividades agrícolas no se desmejoren y así tener una mejor producción.
- ✓ Controlar la tala y quema de árboles castigando ejemplarmente a los causantes y hacer cumplir la ley.
- ✓ Protección de los espacios sagrados localizados en territorio ancestral y sus interconectividades, logrando así una coordinación entre las instituciones públicas con las autoridades indígenas de los resguardos ubicados en la cuenca para el ordenamiento del territorio de acuerdo con la visión ancestral indígena.





8. CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACION

En conclusión, se determinaron las características biofísicas e hidrológicas de los tres puntos seleccionados en la ronda hídrica del margen derecho del río Guatapurí, a su vez, se evaluaron parámetros físicos y químicos del agua en los tres sectores de muestreo por medio de los análisis realizados a las muestras del agua obtenida de cada punto, con ello se logra concluir que no se cumple en totalidad con los parámetros establecidos en la resolución 2115 del 2007. Algunos parámetros no cumplieron con la resolución, ya que estos valores pueden verse afectados por factores como la actividad antropogénica y características, como fenómenos naturales y alteración del cauce del cuerpo de agua estudiado.

A su vez, se identificaron y zonificaron los riesgos a partir de un modelo conceptual de los factores de riesgos de desastres (amenaza/vulnerabilidad) para de esta manera poder llevar un control y proporcionar a la comunidad una percepción del grado de vulnerabilidad a la que están expuestas varias comunidades y puestos comerciales ubicados en la ronda hídrica de la cuenca en los puntos de Chemesquemena y el balneario hurtado respectivamente. Se indicaron unas estrategias de control y seguimiento para mitigar los impactos ambientales generados por la actividad antrópica en la ronda hídrica, para la recuperación y conservación del ecosistema de esta en los tres puntos estudiados.

Se concluyo la importancia de relacionar a las autoridades indígenas con las autoridades ambientales regionales y la comunidad en general, para trabajar así en el mejoramiento del POMCA del río Guatapurí, monitoreando sus instrumentos de planeación con información actualizada. Aquí es donde se observaron todas las potencialidades de las tres zonas estudiadas, pero también las debilidades a los problemas que tienen, y a través de una visión a futuro que permita ordenar el territorio zonificándolo y subsanado la cantidad de problemas que tiene y que se ubicaran en la fase programática del POMCA del río Guatapurí. Según Corpocesar el componente programático tiene un horizonte de ejecución en el corto, mediano y largo plazo. Debido al número considerable de proyectos y de las disponibilidades de



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



recursos y capacidad simultánea de despliegue de actividades, se hace necesario definir una estrategia para su implementación con la cual se priorice y planifique el inicio y desarrollo de los proyectos y su periodicidad.





Referencias Bibliográficas

Anaya, R. (2017). Análisis de Agua. 2017, de Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento Sitio web: <http://bvssper.paho.org/texcom/cd048437/sunassal.pdf>

Barriga, A. (2019). Río Guatapurí tiene Pomca con visión indígena. 2019, de Diario El Pilón Sitio web: <https://elpilon.com.co/río-guatapuri-tiene-pomca-con-vision-indigena/>

CORPOCESAR. (2019). Formulación Del Pomca Del Río Guatapurí. 2019, de CORPOCESAR Sitio web: <https://www.corpocesar.gov.co/files/Documento%20Diagnostico-pomca%20guatapuri.pdf>

CORPOCESAR. (2018). ANÁLISIS SITUACIONAL. 2018, de CORPOCESAR Sitio web: https://www.corpocesar.gov.co/files/08_AnalisisSituacional_Guatapuri_vf.pdf

Castellar, J. C. (2017). El Cesar Está En Crisis Ambiental. *contacto*.

Congreso de la República de Colombia. (2011). *Acotamiento de Rondas Hídricas*. Bogotá. Corporación Autónoma regional del Tolima. (2006).

Domínguez, E., & Fernández, H. (2001). *Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos*. San Miguel de Tucumán, Argentina.: Fundación Miguel Lillo.

Fernández Parada, N. J. (2007). Descripción del software ICACOSU V1.0. Bogotá D.C., Colombia: IDEAM, subdirección de hidrología.

Fowler, S. J. (2000). *Protecting Stream and River Corridors -Creating Effective Local Riparian Buffer Ordinances*. Carl Vinson: University of Georgia.

Giacometti, J., & Bersosa, F. (2006). Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi, Noroccidente ecuatoriano. *Boletín Técnico 6, Serie Zoológica.*, 17-32.

Herbas Antezana, R. C., Rivero Ostoic, F., & González Ramos, A. (2006). En *Indicadores Biológicos De Calidad Del Agua*. (pág. 10). Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón.

Herbas Antezana, R. C., & Rivero, O. F. (2006). En *Indicadores Biológicos De Calidad Del Agua*. (pág. 10). Cochabamba: universidad Mayor de San Simón.



J. M. Vera Rodríguez y A. P. Albarracín Calderón, "Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas," *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 27, no. 2, p. 109-136. DOI: <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.2309>

Jiménez, C. M. (9 de mayo de 2017). Amenazas del río Guatapurí están latentes. *El Pilon*.
Melo Torres, L. A. (2000). *La Cuenca Hidrográfica: Elementos básicos para su ordenamiento y manejo*. Bogotá.

Gast Harders, F. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Ministerio De La Protección Social Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial. (2007). Resolución 2115 del 2007. 2007, de MINISTERÍO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL MINISTERÍO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL

Sitio

web:

https://laboratoriode analisis.lasalle.edu.co/wcm/connect/LIAC/d951c109-a227-44a3-8a42-1d1f87db2b43/Resoluci%C3%B3n_2115-2007.pdf?MOD=AJPERES&CVID=1Mo0SFe

Ministro De Ambiente Y Desarrollo Sostenible. (2018). *Guía Técnica De Criterios Para El Acotamiento De Las Rondas Hídricas En Colombia*. 2018, De ministro De Ambiente Y Desarrollo Sostenible

Sitio

web:

http://www.andi.com.co/Uploads/GuiaRondasHid_criteriosdeacotamiento.pdf

Moreno, J & López, J . (2019). Evaluación de remoción de turbiedad de agua del canal de riego mediante tratamiento químico por coagulación floculación con dos métodos de extracción de coagulante de mucílago de *Opuntia ficus indica* a escala laboratorio. 2019, de Universidad Peruana Unión

Sitio

web:

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/34251/lmcuadrospu.pdf?sequence=1>

Naranjo, C., González, D., Garcés, G., Brandimarte, A., Muñoz, S., & Musle, Y. (2005). *Una metodología rápida y de fácil aplicación para la evaluación de la calidad del agua*



utilizando el índice BMWP-Cub. Para ríos cubanos. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Navas, J. (2018). Diagnóstico y Diseño Florístico Predio EAB – Vía a Choachí. 2018, de Instituto Distrital Para La Protección De La Niñez Y La Juventud - IDIPRON Sitio web: <http://colibri.veeduriadistrital.gov.co/sites/default/files/2019-10/Informe%20de%20diagno%CC%81stico%20y%20disen%CC%83o%20convenio%20031%20de%202018.pdf>

Orellana Lara, J. (2009). Determinación de índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del valle de sacta. Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón.

Paredes., C. (2003). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad de agua en el río Rímac. Lima, Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal.

Quintanilla, C. (2000). Análisis De Agua - Determinación De La Conductividad Electrolítica - Método De Prueba (Cancela A La NMX-AA-093-1984). 2000, de secretaria de Comercio y Fomento Industrial Sitio web: <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/aa/aa093-00.pdf>

Roldán Pérez, G. A. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: uso del método BMWP/Col. Medellín, Colombia: Universidad De Antioquia, primera edición, junio de 2003.

Samboni R., N. E., Carvajal E., Y., & C., J. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. Bogotá: Revista Ingeniería e Investigación VOL. 27 No.3.

Saade, M. (2017). Competencia Sobre Agua, Energía, Minería Y Ambiente. 2017, de Libro Sitio web: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5369/LCL3706_es.pdf

Serpa, M. (2016). Informe De Práctica Realizada En La Empresa Corpocesar De La Ciudad De Valledupar. 2016, de Revista de la Fundación Universitaria del Área Andina Sitio web:



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



<https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/955/Estudio%20de%20riesgo%20por%20fen%C3%B3meno%20de%20erosi%C3%B3n%20y%20remoci%C3%B3n%20de%20masa%20en%20el%20flaco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Paredes, C. C. (2003). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad de agua en el río Ríma. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.

Presidencia de La República de Colombia. (1974). *Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*. Bogotá.

Presidencia de la República de Colombia. (1978). *De Las Aguas No Marítimas*. Bogotá.

Rivas, E. (12 de agosto de 2009). *monografías.com*. Recuperado el 18 de mayo de 2019, de monografías.com: <http://www.monografias.com/trabajos74/investigacion-bibliografica/investigacion-bibliografica2.shtml>

Roldán, G. (1999). Los Macroinvertebrados y su Valor como Indicadores de la Calidad de Agua. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.





ANEXOS

A continuación, se muestran los soportes de los laboratorios de microbiología de coliformes totales

Imagen 16. Punto De Muestreo 1 (Donachui)

	FORMATO ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	VIGENCIA	
		14 - 01 - 21	
		VERSION: 1	PAG:3

REPORTE DE ENSAYO
No 1931-2

ODS No.	1931
Códigos:	0421-1931-2

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	LINEY PETRO	NIT/C.C.	1235339984-2
CONTACTO/CARGO:	LINEY PETRO	DIRECCIÓN:	DGNAL 17 # 24A - 24
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR
		TELÉFONO:	3176430876

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CÓDIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		EMPRESA	
				FECHA DE MUESTREO	HORA:	FECHA DE INGRESO MUESTRA	HORA:
0421-1931-2	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	RIO GUATAPURI	2021-04-07	2:00 PM	2021-04-08	10:00 AM
				FECHA INICIO DE ENSAYOS		2021-04-08	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO		2021-04-16	
				FECHA DE REPORTE		2021-04-21	

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICO-QUÍMICOS

MICROBIOLÓGICOS

ENSAYOS	UNIDADES	CÓDIGO DE LA MUESTRA	VALORES DE REFERENCIA	TÉCNICA	MÉTODO
		0421-1931-2			
Coliformes Totales	NMP/100 ml	1000	5000	Sustrato definido	9223 B STM

Observaciones:


Pedro José Fragosó
 Bacteriólogo MSc. PhD.
 TP 507 - 02



Imagen 17. Punto 2 (Chemesquemena)

	FORMATO ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	VIGENCIA	
		14 - 01 - 21	
		VERSION: 1	PAG:3

REPORTE DE ENSAYO
No 1931-1

ODS No.	1931
Códigos:	0921-1931-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	YULAINIS ARIAS			NIT/C.C.	1235339984-2
CONTACTO/CARGO:	YULAINIS ARIAS	DIRECCIÓN:	CRA 19 A # 7 - 45		
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR	TELÉFONO:	3107313025

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CÓDIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		EMPRESA		
				FECHA DE MUESTREO	HORA:	2021-09-09	03:00 PM	
0921-1931-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	RIO GUATAPURI	FECHA DE INGRESO MUESTRA	2021-09-09	HORA:	03:30 PM	
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2021-09-09			
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2021-09-17			
				FECHA DE REPORTE	2021-09-22			

N.A. No aplica

N.I.: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICO-QUÍMICOS

MICROBIOLÓGICOS

ENSAYOS	UNIDADES	CÓDIGO DE LA MUESTRA	VALORES DE REFERENCIA	TÉCNICA	MÉTODO
		0921-1931-1			
Coliformes Totales	NMP/100 ml	1800	5000	Sustrato definido	9223 B STM

Observaciones:

Pedro José Frago
 Bacteriólogo MSc. PhD.
 TP 507 - 02





Imagen 18. Punto 3 (Balneario Hurtado)

	FORMATO ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	VIGENCIA	
		14 - 01 - 21	
		VERSION: 1	PAG:3

REPORTE DE ENSAYO
No 1955-1

ODS No.	1955
Códigos:	1021-1955-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	LAURA CAMACHO	NIT/C.C.	1065832008
CONTACTO/CARGO:	LAURA CAMACHO	DIRECCIÓN:	CALLE 33# # 4B-04
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	VALLEDUPAR
		TELÉFONO:	3204821932

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CÓDIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		CLIENTE	
				FECHA DE MUESTREO	HORA	FECHA DE INGRESO MUESTRA	HORA
1021-1955-1	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	RIO GUATAPURI	2021-10-13	08:00 AM	2021-10-13	11:00 AM
				FECHA INICIO DE ENSAYOS		2021-10-13	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO		2021-10-19	
				FECHA DE REPORTE		2021-10-20	

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICO-QUÍMICOS

MICROBIOLÓGICOS

ENSAYOS	UNIDADES	CÓDIGO DE LA MUESTRA	VALORES DE REFERENCIA	TÉCNICA	MÉTODO
		1021-1955-1			
Coliformes Totales	NMP/100 ml	1400	5000	Número más probable	9221 B STM

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

Pedro José FragoSO
Bacteriologo MSc. PhD.
TP 507 - 02





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**

Imagen 19. Árbol gusanero





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Imagen 20. Árbol níspero





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Imagen 21. Árbol cañahuate



Imagen 22. Árbol ceiba





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**

Imagen 23. Árbol de caucho





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Imagen 24. árbol neem



Imagen 25. Árbol uvito





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Imagen 26. Preparando muestras para la titulación de alcalinidad





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**

Imagen 27. Titulación





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Imagen 28. Resguardo indígena Donachui





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**

Imagen 29. Habitantes del resguardo indígena Donachui





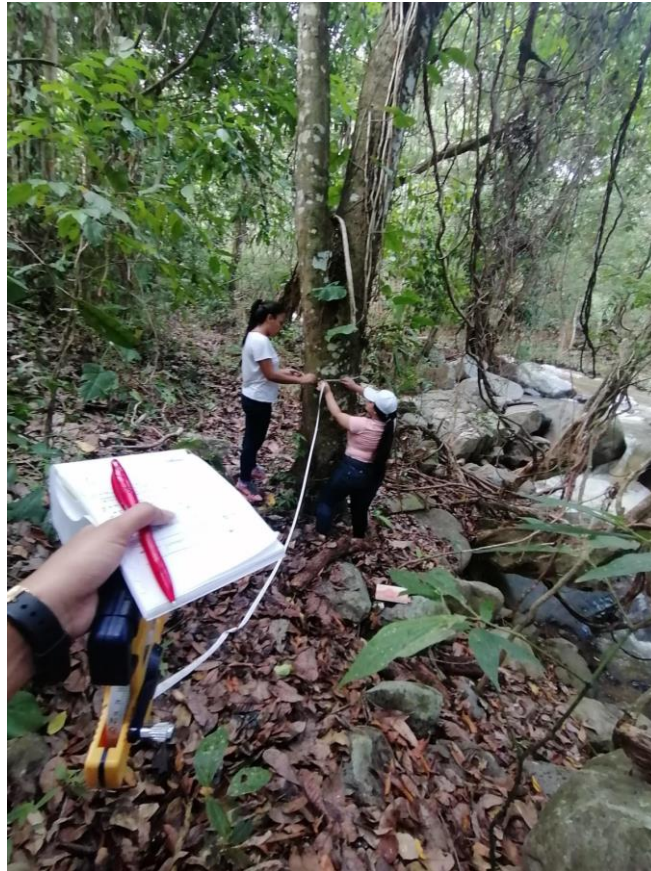
**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**

Imagen 30. Medición de DPA en Donachui





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**

Imagen 31. Chemesquemena





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**

Imagen 32. Chemesquemena





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**

Imagen 33. Recolección de muestra de suelo en Chemesquemena

