

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y  
MEDIO AMBIENTE**



**“ANÁLISIS DE INDICADORES PARA MEDIR LA  
SOSTENIBILIDAD DE LA MICROCUENCA QUEBRADA  
CHONTA, TAMBOPATA - MADRE DE DIOS”**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bachiller:** AGAPITO QUISPE, Venus América

Para Optar el Título Profesional de Ingeniero  
Forestal y Medio Ambiente

**Asesor:** MSc. Ing. MANRIQUE LEÓN, Saúl  
Juan

**Puerto Maldonado - 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y  
MEDIO AMBIENTE**



**“ANÁLISIS DE INDICADORES PARA MEDIR LA  
SOSTENIBILIDAD DE LA MICROCUENCA QUEBRADA  
CHONTA, TAMBOPATA - MADRE DE DIOS”**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bachiller:** AGAPITO QUISPE, Venus América

Para Optar el Título Profesional de Ingeniero  
Forestal y Medio Ambiente

**Asesor:** MSc. Ing. MANRIQUE LEÓN, Saúl  
Juan

**Puerto Maldonado - 2023**

## **DEDICATORIA**

Esta investigación la dedico a Dios, por permitirme cumplir mis objetivos y lograr mis metas.

A mis padres, por darme la vida, confianza y apoyo incondicional, y ser parte de mi vida hasta este momento.

A mis hermanos Dennis, Benny, Carmen, Ronaldo, que siempre están presente en todo momento para motivarme y seguir adelante en mis proyectos y metas para mi vida.

A mis primos Katherine, Lucas y a mis abuelos Adán y Alcira que solo tengo admiración por su ayuda y cuidado cuando niña, también a mi abuela Carmen en el cielo que un día me alentaron para continuar con mi carrera profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis más sinceros agradecimientos:

Primeramente, a Dios por ser mi luz y mi camino, por otorgarme la oportunidad de hacer posible mis estudios superiores y culminar mi carrera profesional en la UNAMAD.

A la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios "UNAMAD", Facultad de Ingeniería, a todos los docentes de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, por ser parte de mi formación profesional.

MSc. Ing. Saúl Manrique León, por brindarme su asesoramiento en el desarrollo de la presente investigación.

A mis compañeros de estudios por su apoyo durante el trabajo de investigación y hacer posible el cumplimiento de mis metas.

¡Gracias Totales!

# TURNITIN\_VENUS AGAPITO QUISPE

## INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.unamad.edu.pe">repositorio.unamad.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
2	<a href="https://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="https://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="https://volum-i.uab.cat">volum-i.uab.cat</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://pdf.usaid.gov">pdf.usaid.gov</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="https://repositorio.udec.cl">repositorio.udec.cl</a> Fuente de Internet	

## RESUMEN

En nuestra región frecuentemente se dan acciones de degradación de los principales ecosistemas siendo parte estas de las cuencas hidrográficas, y el estado peruano no es ajeno a esta situación ya que promueve el aprovechamiento sostenible de los ecosistemas por tal razón es necesario realizar acciones que encaminen hacia una sostenibilidad. En este sentido nace el interés de realizar este trabajo de investigación denominada ANÁLISIS DE INDICADORES PARA MEDIR LA SOSTENIBILIDAD DE LA MICROCUENCA QUEBRADA CHONTA, TAMBOPATA - MADRE DE DIOS, teniendo como instrumento al modelo FPEIR (Fuerzas motrices – Presión – Estado – Impacto – Respuesta), de tal forma que nos permita conocer el estado de la sostenibilidad de manera práctica, rápida y sencilla. Con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados, se ha aplicado la metodología FPEIR, identificando las principales fuerzas impulsoras como la dinámica demográfica, la dinámica económica, la dinámica ocupacional, etc., que generan presiones y ponen en riesgo los recursos naturales de la microcuenca. De acuerdo a los resultados obtenidos a partir de los indicadores de sostenibilidad identificados para cada componente de este método se ha podido determinar principalmente que existe una pérdida del 66% de cobertura forestal por la conversión de suelos en otras actividades productivas como la agricultura principalmente, en cuanto a la calidad del agua podemos manifestar que se encuentran dentro de los parámetros internacionales y nacionales para aguas de cursos o quebradas naturales dentro de un estado de bueno. Y dentro de los aspectos sociales y económicos podemos decir que guardan una relación directa con las presiones que existen sobre los recursos naturales dentro del área de estudio.

**Palabras clave:** Modelo “FPEIR”, Microcuenca quebrada Chonta, indicadores.

## **ABSTRACT**

In our region there are frequently actions to degrade the main ecosystems, these being part of the hydrographic basins, and the Peruvian state is no stranger to this situation since it promotes the sustainable use of ecosystems, for this reason it is necessary to carry out actions that lead towards a sustainability. In this sense, the interest arises to carry out this research work called ANÁLISIS DE INDICADORES PARA MEDIR LA SOSTENIBILIDAD DE LA MICROCUENCA QUEBRADA CHONTA, TAMBOPATA - MADRE DE DIOS using the FPEIR model (Motive Forces - Pressure - State - Impact - Response) as an instrument, in such a way that it allows us to know the state of sustainability in a practical, fast and simple way. In order to meet the proposed objectives, the FPEIR methodology has been applied, identifying the main driving forces such as demographic dynamics, economic dynamics, occupational dynamics, etc., which generate pressures and put the natural resources of the community at risk. micro-basin. According to the results obtained from the sustainability indicators identified for each component of this method, it has been possible to determine mainly that there is a loss of 66% of forest cover due to the conversion of soils into other productive activities such as agriculture mainly, in Regarding the quality of the water, we can state that they are within the international and national parameters for waters from natural courses or streams within a good state. And within the social and economic aspects we can say that they are directly related to the pressures that exist on natural resources within the study area

Keywords: "FPEIR" model, Chonta creek micro-basin, indicators

## INTRODUCCIÓN

En estos últimos años el crecimiento de la población viene generando grandes preocupaciones para satisfacer sus necesidades alimentarias, así como también de otros insumos que permitan cubrir otras necesidades la que tiene consecuencias negativas en el ambiente, incide principalmente en el colapso de muchos recursos naturales los cuales son fuente de ingresos económicos que depende la población, por lo que se torna muy preocupante emprender nuevos enfoques de crecimiento poblacional. Existe hoy en día una conciencia limitada que nos lleva a la insostenibilidad de este sistema dominante frente al cambio ambiental lo cual nos impulsa a buscar nuevas estrategias y respuestas, optando por una forma de desarrollo alternativo donde verdaderamente se conciba hacer un frente al modelo insostenible en vigencia. Desde esta perspectiva, los indicadores ambientales y económicos, hoy por hoy están más aceptados y consensuados en la confrontación de intereses, que los relativos a las perspectivas social e institucional, las últimas en ser incorporadas al concepto de sostenibilidad y a sus objetivos de acción (Matías, 2004).

De acuerdo a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), un indicador “es un parámetro o un valor derivado de otros parámetros, que proporciona información para describir el estado de un fenómeno, ambiente o área, con un significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro en sí mismo” (Citado por Vásquez-Valencia, y García-Almada, 2018, Pg.38).

En su estructura y contenido, este trabajo de investigación, considera el diseño de un sistema de indicadores para la sostenibilidad la cual es considerada como un instrumento dentro de la toma de decisiones en la gestión de cuencas hidrográficas en nuestra región. Así que por lo tanto elaborar un sistema de indicadores nos permitir realizar una mejor gestión, donde se pudo realizar un monitoreo y evaluación de la sostenibilidad de una cuenca hidrográfica.

Partiremos por la definición del término desarrollo sostenible y su aplicación en el manejo de recursos naturales planteados para una gestión sostenible; explicando que estos procedimientos nos permiten demostrar cuán mensurables pueden ser estos conceptos teniendo en consideración la realidad en la que se desenvuelve el aprovechamiento de los diversos recursos con que cuenta la región Madre de Dios.

Dentro del marco metodológico consideraremos el método empleado con el propósito de obtener criterios y parámetros que nos permita aplicar y definir una metodología en el país. Las experiencias tomadas de otros estudios realizados en nuestro territorio fueron utilizadas para determinar el método de evaluación; este proceso de investigación culmina con la comparación de otros estudios realizados en la zona y otras áreas de influencia que nos permitan evaluar las variables que tienen los indicadores de las dimensiones identificadas para la gestión de cuencas hidrográficas que nos ayude a definir la sostenibilidad de la misma.

Este trabajo se realizó enfatizando tres sectores productivos: Forestal, agropecuario y turístico. Siendo el propósito identificar indicadores que nos permitan ser cuantificados de manera sistemática en futuras investigaciones, así como también por las organizaciones e instituciones que deseen conocer el estado situacional de los recursos naturales con énfasis en la sostenibilidad ambiental de una cuenca hidrográfica. En base a este estudio consideramos de mucha importancia la necesidad de una gestión ambiental acorde a la necesidad regional con el propósito de proteger, conservar y disminuir los impactos en los ecosistemas debido a las actividades productivas generadas por el hombre.

## INDICE

<b>CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1. Descripción del problema .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2. Formulación del problema.....</b>	<b>17</b>
1.2.1. Problema general.....	17
1.2.2. Problemas específicos: .....	17
<b>1.3. Objetivos .....</b>	<b>18</b>
1.3.1. Objetivo general .....	18
1.3.2. Objetivos específicos .....	18
<b>1.4. Variables.....</b>	<b>18</b>
<b>1.5. Operacionalización de Variables .....</b>	<b>19</b>
<b>1.6. Justificación .....</b>	<b>22</b>
<b>1.7. Consideraciones éticas.....</b>	<b>23</b>
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1. Antecedentes de estudio .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2. Bases teóricas .....</b>	<b>28</b>
2.2.1 Cuenca Hidrográfica.....	28
2.2.2. Sostenibilidad ambiental .....	29
2.2.3. Desarrollo Sostenible.....	30
2.2.4. Medida para el desarrollo sostenible .....	32
2.2.5. Indicadores .....	32
2.2.6. Dimensiones de la Sostenibilidad.....	34
2.2.7. Modelos para la Evaluación de la sostenibilidad .....	37
<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>46</b>

<b>3.1. Tipo de estudio.....</b>	<b>46</b>
3.1.1. Ubicación política.....	46
3.1.2. Ubicación geográfica.....	46
<b>3.2. Diseño del estudio.....</b>	<b>48</b>
<b>3.3 Población y muestra.....</b>	<b>49</b>
3.3.1. Población .....	49
<b>3.3.2. Muestra.....</b>	<b>49</b>
<b>3.4. Métodos y técnicas .....</b>	<b>49</b>
3.4.1. Método de Investigación.....	49
3.4.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	50
<b>3.4.3. Tratamiento de datos e información .....</b>	<b>50</b>
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>70</b>
<b>4.1. Diagnostico situacional de la microcuenca quebrada Chonta. ....</b>	<b>70</b>
4.2. Factores que influyen en la generación de externalidades ambientales en las aguas de microcuenca quebrada Chonta.....	79
4.3. Construcción e identificación de Indicadores .....	83
<b>4.3.1. Aplicación de la metodología FPEIR para evaluar la sostenibilidad         de la microcuenca quebrada Chonta.....</b>	<b>83</b>
<b>4.3.2. Identificación de indicadores .....</b>	<b>86</b>
Factores del Esquema FPEIR.....	86
Indicador .....	86
Descripción .....	86
Fuerza .....	86
Motriz.....	86
Dinámica demográfica .....	86

<b>Poblaciones existentes.....</b>	<b>86</b>
<b>Centros poblados .....</b>	<b>86</b>
<b>Dinámica Social.....</b>	<b>86</b>
<b>Servicios básicos .....</b>	<b>86</b>
<b>% de población con servicios .....</b>	<b>86</b>
<b>Dinámica económica .....</b>	<b>86</b>
<b>Actividades productivas .....</b>	<b>86</b>
<b>Tipos de actividades productivas.....</b>	<b>86</b>
<b>Presión .....</b>	<b>86</b>
<b>Uso del recurso agua.....</b>	<b>86</b>
<b>Estado del agua.....</b>	<b>86</b>
<b>Parámetros .....</b>	<b>86</b>
<b>Generación de residuos.....</b>	<b>86</b>
<b>Tipos de residuos .....</b>	<b>86</b>
<b>Kg/ familia .....</b>	<b>86</b>
<b>Presión de actividades antrópicas .....</b>	<b>86</b>
<b>Tipos de actividades.....</b>	<b>86</b>
<b>N° de actividades .....</b>	<b>86</b>
<b>Degradación de RRNN.....</b>	<b>86</b>
<b>Estado de los recursos.....</b>	<b>86</b>
<b>% de áreas afectadas.....</b>	<b>86</b>
<b>Estado.....</b>	<b>86</b>
<b>Condición del aire .....</b>	<b>86</b>
<b>Fuentes de contaminación .....</b>	<b>86</b>

Identificación de fuentes y cantidad.....	86
Condición el agua.....	86
Calidad, cantidad, precipitación y otros .....	86
Estado del agua en m <sup>3</sup> .....	86
Condición del suelo .....	86
Uso, capacidad, situación.....	86
% de suelos de acuerdo a su condición .....	86
<b>Impacto</b> .....	86
Vulnerabilidad .....	86
Nivel de organización frente a desastres .....	86
N° de organizaciones.....	86
Impacto en los ecosistemas.....	86
Efecto en los ecosistemas por el uso de los RRNN .....	86
Situación de los ecosistemas.....	86
Impacto en la calidad de vida y salud .....	86
Nivel de la calidad de vida de las poblaciones .....	86
Acceso a servicios básicos .....	86
Deterioro del patrimonio natural .....	86
Condición ambiental de la microcuenca .....	86
Disposición final de residuos .....	86
<b>Impacto Económico</b> .....	86
Situación económica del poblador de la microcuenca .....	86
Nivel de ingresos promedio.....	86
<b>Impacto Social</b> .....	87

<b>Situación de la educación en la microcuenca Chonta.....</b>	<b>87</b>
<b>Nivel de educación alcanzada .....</b>	<b>87</b>
<b>Respuesta .....</b>	<b>87</b>
<b>Política regional sobre RRNN .....</b>	<b>87</b>
<b>Estado implementación de la política regional de RRNN. ....</b>	<b>87</b>
<b>Nivel de mejora de la situación ambiental dentro de la microcuenca. ....</b>	<b>87</b>
<b>Propuestas que comprenden a la microcuenca Chonta .....</b>	<b>87</b>
<b>Proyectos ejecutados y en propuesta .....</b>	<b>87</b>
<b>N° de proyectos ejecutados y por ejecutarse.....</b>	<b>87</b>
<b>Documentos de Gestión .....</b>	<b>87</b>
<b>Implementación de documentos de gestión en la microcuenca .....</b>	<b>87</b>
<b>Nivel de implementación de los documentos de gestión .....</b>	<b>87</b>
4.3.3. Sistematización del modelo FPEIR .....	111
<b>4.4. Discusión de resultados.....</b>	<b>117</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>120</b>
<b>SUGERENCIAS.....</b>	<b>122</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>123</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>128</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de una cuenca hidrográfica. ....	29
Figura 2. Concepción del desarrollo sostenible y su interrelación social, económico y ambiental.....	31
Figura 3. Fusión e interacción de los subsistemas económico, social y ambiental .....	35
Figura 4. Evolución de los modelos.....	38
Figura 5. Estructura del Modelo PER propuesto por la OCDE .....	40
Figura 6. Estructura del Modelo FPEIR.....	43
Figura 7. Esquema del enfoque transversal de los sistemas de tercera generación .....	45
Figura 8. Mapa de ubicación geográfica de la micro cuenca Chonta .....	47
Figura 9. Curva hipsométrica adimensional. ....	56
Figura 10. Escala de color del pH de agua.....	61
Figura 11. Escala de nivel de OD en el agua.....	62
Figura 12. Escala para el nivel de Nitrato, OD y fosfato en el agua.....	63
Figura 13. Esquema para construcción de indicadores. ....	66
Figura 14. Mapa de características principales de la microcuenca Chonta. ....	71
Figura 15. Jerarquización de la red hidrográfica de la microcuenca quebrada Chonta. ....	72
Figura 16. Curva hipsométrica de la microcuenca quebrada Chonta. ....	72
Figura 17. Perfil del cauce principal de la microcuenca quebrada Chonta. ....	73
Figura 18. Mapa de isoyetas de la microcuenca quebrada Chonta. ....	73
Figura 19. Mapa de red hidrográfica de la Microcuenca Chonta.....	74
Figura 20. Mapa de elevaciones topográficas de la microcuenca Chonta.....	76
Figura 21. Tipos de bosque existente en la microcuenca Chonta.....	77
Figura 22. Mapa Capacidad de uso del suelo en la microcuenca de chonta. ....	78
Figura 23. Modelo FPEIR identificado para la microcuenca Chonta. ....	85
Figura 24. Esquema gráfica de la identificación de Fuerzas Motrices. ....	90
Figura 25. Esquema gráfica de la identificación de Presiones. ....	92
Figura 26. Mapa del uso del suelo actual. ....	98
Figura 27. Cantidad de efluentes líquidos del área de estudio.....	101
Figura 28. Disposición final de efluentes domiciliarios en la microcuenca quebrada Chonta. ....	102
Figura 29. Disposición final de efluentes domiciliarios en la microcuenca Chonta. ....	103
Figura 30. Disposición final de efluentes domiciliarios en la microcuenca. ....	103
Figura 31. Disposición de los residuos sólidos de la microcuenca Chonta.....	104
Figura 32. Disposición de los residuos sólidos de la microcuenca Chonta.....	105
Figura 33. Ingresos económicos mensuales dentro de la microcuenca Chonta. ....	106
Figura 34. Destino de la producción de la población. ....	106
Figura 35. Principales actividades económicas del área de estudio.....	107
Figura 36. Nivel educativo dentro de la microcuenca Chonta.....	108
Figura 37. Esquema gráfico de la identificación de Respuestas. ....	111

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables _____	19
Tabla 2. Aspectos considerados para su evaluación _____	21
Tabla 3. Variables e indicadores morfométricos _____	51
Tabla 4. Valores aproximados según el factor de forma (Kf) _____	53
Tabla 5. Clases de cuencas según Gravelius _____	54
Tabla 6. Parámetros de evaluación para determinar la calidad del agua _____	64
Tabla 7. Criterios fundamentales para la formulación de indicadores. _____	67
Tabla 8. Tipos de indicadores para evaluar el impacto en los recursos naturales. ____	68
Tabla 9. Parámetros morfométricos de la microcuenca Chonta _____	70
Tabla 10. Registro de caudales de la parte alta de la microcuenca Chonta _____	79
Tabla 11. Registro de caudales de la parte media de la microcuenca Chonta _____	79
Tabla 12. Registro de caudales de la parte baja de la microcuenca Chonta _____	80
Tabla 13. Registro de Análisis físico-químico de la microcuenca quebrada Chonta – Alta. _____	80
Tabla 14. Registro de Análisis físico-químico de la microcuenca quebrada Chonta - Media _____	81
Tabla 15. Registro de Análisis físico-químico de la microcuenca Chonta - baja _____	82
Tabla 16. Descripción de los indicadores de la microcuenca Chonta. _____	86
Tabla 17. Población de la Microcuenca Chonta _____	87
Tabla 18. Análisis de estado del aire de la Microcuenca Chonta _____	92
Tabla 19. Análisis de estado del agua de la Microcuenca Chonta _____	94
Tabla 20. Análisis de estado del suelo de la Microcuenca Chonta _____	97
Tabla 21. Caracterización de calicatas realizadas en la Microcuenca quebrada Chonta _____	99
Tabla 22. Proyectos que involucra a la microcuenca Chonta _____	109
Tabla 23. Matriz del modelo FPEIR para la microcuenca Chonta _____	112

## **CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Descripción del problema**

De acuerdo a lo que considera Salamanca (2016) “las tres terceras partes de la tierra es agua; sin embargo, no toda esta agua la podemos usar, debido a que el 97% del agua presente es salada y no es apta para el consumo, igualmente un 2% del agua dulce se encuentra en acuíferos subterráneos y en glaciares, lo que conforman reservorios de vida ya que podemos tener acceso directamente para su utilización”.

Por consiguiente el total de agua útil disponible para el desarrollo y sostenimiento de la vida humana con sus actividades industriales y agrícolas, es de aproximadamente de 0,62% del agua restante, que se encuentra en lagos de agua fresca, ríos y mantos freáticos (Díaz, 2011).

Por lo tanto, es importante el cuidado del agua dado que las quebradas están expuestas a ser contaminadas por actividad antrópica a través de sus diferentes actividades como las agrícolas, extracción de madera, deforestación y minería. El incremento de actividades como la agricultura, tala y minería en Madre de Dios, causa impactos negativos donde la deforestación del año 2001 al 2017, han generado la destrucción de 186 242 hectáreas de cobertura boscosa, asimismo se observa que, durante los años evaluados, el año 2017 tuvo 23 669 hectáreas de área deforestada, siendo este el año con mayor impacto a la cobertura boscosa del Departamento de Madre de Dios (MINAM, 2017).

Dentro de América Latina, se observan desarrollos incipientes en indicadores de sostenibilidad ambiental, que están siendo producidos por los organismos gubernamentales de medio ambiente, siendo la experiencia en trabajo con indicadores de desarrollo sostenible más escasa. Los países que lideran el desarrollo de los indicadores en la región son México, Chile, Colombia, Costa Rica y Brasil. A la fecha, México, Chile y Brasil quienes están impulsando un

sistema de IDS bajo enfoque de desarrollo sostenible (Quiroga, 2001), mientras que en el Perú muy poco se viene realizando.

La pertinencia de este trabajo de investigación nace de la necesidad de incorporar un sistema que contribuya a generar información necesaria para definir acciones y tomar decisiones, que parte de una inquietud por el deterioro y degradación de nuestros recursos naturales objetivamente. En ese caso para validar el desarrollo sostenible debería considerarse la implementación de un sistema de indicadores generados para las instituciones públicas, gobiernos regionales y locales dentro de un sistema general de gestión integral, teniendo en consideración la normatividad vigente dentro del ámbito de la acción e influenciado por el análisis de las oportunidades y limitaciones de la organización, así como las amenazas y oportunidades que existen. Ante lo considerado es importante hallar un procedimiento adecuado de reserva, monitoreo, registro, empleado al resultado para el control de las variaciones que se manifiesta con respecto al indicador de la acción y la asimilación propia que se genera por los bienes y servicios prestados.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿En qué medida el modelo “Fuerzas motrices – Presión – Estado – Impacto – Respuesta (FPEIR) nos permite determinar la sostenibilidad de la microcuenca quebrada Chonta?

### **1.2.2. Problemas específicos:**

1. ¿Será factible diagnosticar el estado situacional y caracterizar la microcuenca quebrada Chonta?
2. ¿Será factible identificar factores que influyen en la generación de externalidades ambientales en las aguas de la microcuenca Chonta?

3. ¿Será factible evaluar los principales indicadores de sostenibilidad para la gestión de la microcuenca quebrada Chonta, identificando las principales variables relacionadas con la sostenibilidad?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar la intervención de la aplicación de la metodología FPEIR para evaluar la sostenibilidad de la microcuenca quebrada Chonta en la gestión del manejo de los recursos naturales.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar el estado situacional y la caracterización de la microcuenca quebrada Chonta.
- Identificar factores que influyen en la generación de externalidades ambientales en las aguas de la microcuenca Chonta.
- Identificar los indicadores de sostenibilidad para la gestión de la microcuenca quebrada Chonta, identificando las principales variables relacionadas con la sostenibilidad.

### **1.4. Variables**

- Variable Independiente:

Modelo F-P-E-I-R (Fuerza - Presión- Estado- Impacto – Respuesta) como instrumento para medir la sostenibilidad.

- Variable dependiente:

Indicadores: ambientales, económicos y sociales.

✓ Ambientales:

- Calidad del agua, cantidad de agua, uso actual del

- agua.
- Uso de suelos por capacidad de uso, uso actual.
- Extensión de bosques naturales, tipo de bosques y uso actual.
- Áreas degradadas.
- Ecosistemas.
- ✓ Económicos:
  - Actividad económica por género
  - Nivel de ingresos económicos.
  - Tasa de desempleo o subempleo.
- ✓ Sociales:
  - Nivel de educación
  - N° de familias
  - Tenencia de tierras
  - Organizaciones sociales.

### 1.5. Operacionalización de Variables

La operacionalización de variables radica en establecer el método por el medio del cual las variables podrán ser medidas, según lo que se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Operacionalización de variables

<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Independiente</b> Empleabilidad del Modelo Fuerza-Presión-Estado-Impacto y Respuesta (FPEIR)	1. Indicadores de Fuerza 2. Indicadores de Presión 3. Indicadores de Estado 4. Indicadores de Impacto 5. Indicadores de Respuesta
<b>Dependiente</b> Clasificación de Indicadores ambientales	1. Calidad de las aguas superficiales de la quebrada chonta. 2. Caudal de las aguas superficiales.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>3. Modo de uso de las aguas superficiales</li> <li>5. Desempeño de los Estándares Nacionales de calidad ambiental para aguas superficiales.</li> <li>6. Cobertura de las áreas de la microcuenca según el tipo de uso y capacidad de uso.</li> <li>7. Nivel de deforestación.</li> <li>8. Cambio de uso de suelos</li> </ul>
Clasificación de Indicadores Sociales	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. N° familias dentro de la microcuenca.</li> <li>2. Nivel socio económico de la población.</li> <li>3. Nivel de educación.</li> <li>4. Servicio básicos.</li> </ul>
Clasificación de indicadores Económicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. N° de familias que dependen de actividades agrícolas.</li> <li>2. N° de familias que dependen de actividades forestales.</li> <li>3. N° de familias que dependen de actividades múltiples.</li> <li>4. Ingresos familiares promedios.</li> </ul>

### Indicadores seleccionados

Las variables consideradas para cada indicador fueron (Tabla2):

**Indicadores económicos:** dentro de los indicadores económicos se tendrán en cuenta la generación de empleo, el mercado, la dependencia de apoyos o iniciativas externos y la mano de obra.

**Indicadores ambientales:** dentro de estos indicadores se consideró la conservación del bosque, conservación de los suelos, calidad del agua, el nivel de restauración de áreas degradadas y otros.

**Indicadores socioculturales:** dentro de estos indicadores se tendrá en la existencia de grupos sociales, las formas organizativas de trabajo y los beneficios obtenidos por ellos, accesibilidad para sus actividades productivas, tenencia de

la propiedad y otros.

Tabla 2. Aspectos considerados para su evaluación

ASPECTOS	PROPUESTOS	INDICADOR	CRITERIO
<b>SOCIAL</b>			
1	Población existente dentro de la microcuenca	N° comunidades/familias	Cuantificación de la presencia poblacional
2	Tenencia de la tierra dentro de la microcuenca	Situación legal de tenencia de tierras	% de la situación actual de la tenencia de tierras
3	Educación Básica regular	Nivel de educación	N° por nivel de educación
4	Número de organizaciones de base	N° organizaciones dentro de la microcuenca	Cuantificación y mecanismos de organización
<b>ECONÓMICO</b>			
1	Explotación de recursos naturales: agua, suelos, bosques.	N° familias que dependen por actividad.	Cantidad de la población que depende de actividades de aprovechamiento de RRNN.
2	Generación de empleo diferente a la de los RRNN.	N° de familias o personas que dependen de actividades productivas diversas	Cuantificación de personas o familias dependientes de su propio trabajo
3	Fuentes de Financiamiento	N° de Iniciativas con apoyo financiero	Cuantificación de iniciativas que tienen patrocinio o financiamiento económico.
<b>AMBIENTAL</b>			
1	Área de la zona de producción y manejo sostenible de los recursos naturales	N° de Km <sup>2</sup> que se encuentran bajo manejo	Cuantificación del área de manejo que se encuentra en manejo
2	Deforestación de bosque	N° de km <sup>2</sup> deforestadas por diversas actividades	Evaluar numéricamente la cantidad de área afectada por deforestación.
3	Calidad del agua	Niveles de presencia de elementos perjudiciales en la calidad de este recurso	Parámetros físicos, Parámetros químicos, parámetros biológicos

4	Superficies agrícolas, pecuarias y otros usos.	N° de Km2.	% de áreas de acuerdo al uso
5	Superficie de ecosistemas	N° de km <sup>2</sup> por ecosistema	Evaluar la extensión de área existente por ecosistema.

## 1.6. Justificación

Existen modelos en la gestión de los recursos naturales, pero muy pocos se han enfocado a la sostenibilidad de las cuencas hidrográficas; hay expresiones valiables confiables que intervienen en la determinación de crear indicadores. La perspectiva de iniciar a identificar indicadores desde la generación de un proyecto como un parámetro mensurable y evaluable alcanza dentro de la labor técnico administrativo y económico alcanzando un control de los gastos y logrando identificar la manera de minimizar los mismos a fin de aumentar los réditos.

De igual manera con este estudio se benefician las instituciones y poblaciones que tengan influencia en esta área de la microcuenca Chonta pudiendo utilizar este sistema de análisis como instrumento de ayuda optimizando los proyectos, perfeccionando la administración económico-ambiental y que pueda garantizar la mejor toma de decisiones, de acuerdo a los resultados de todo el proceso seguido.

Al tener identificados los indicadores de sostenibilidad en el medio de la iniciativa de proyectos de diversa índole se pueden mejorar diversas acciones por intermedio de los diferentes entes que toman decisiones teniendo claro cuáles son esos instrumentos económicos, ambientales y sociales, con las cuales se pueden fomentar el desarrollo sostenible. Así mismo el desarrollo este estudio, permitirá por intermedio del modelo F-P-E-I-R generar información a fin de lograr una mejor gestión de la microcuenca Quebrada Chonta, de las personas o poblaciones que hacen uso de los recursos naturales, así como de las instituciones regionales tales como: Dirección Regional de Salud, Dirección Regional de Agricultura y Riego, Gobierno Regional, etc, y la Autoridad Local del Agua (ALA), dando a conocer el estado situacional del espacio considerado

como una microcuenca, con la finalidad de mejorar aspectos como calidad sanitaria y ambiental, así como realizar acciones conjuntas interinstitucionales en la fiscalización y control sobre las diferentes actividades productivas que se desarrollan dentro de ella.

### **1.7. Consideraciones éticas**

Tal como debe ser todo trabajo de investigación, esta tesis se ciñó en cumplir con los lineamientos de ética esenciales en cuanto a la objetividad, honestidad, respetando todo los derechos de autorías, relaciones de equidad, realizando un análisis crítico con el objeto de reservarse los riesgos y consecuencias que podrían ser perjudiciales así como dar fiel cumplimiento de los reglamentos, normas legales, estatuto con las que se rige la universidad, los procedimientos del método de investigación, al igual para la toma de datos de campo que se han ceñido a los procedimientos y protocolos para la toma de muestras para realizar análisis de muestras, dando cumplimiento a los principios éticos de la actividad profesional del ingeniero.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de estudio

Gonzales (2021) utilizó en su estudio, el modelo Fuerzas Motrices-Presiones-Estado-Impactos-Respuestas (DPSIR) en la cuenca del río Valdivia, la cual atraviesa una gran sequía, siendo necesario disponer de información que permita obtener información de las actividades que generan presiones que puedan estar generando posibles impactos ambientales, para lo cual se usó información disponible en línea, de diversas instituciones público-privadas, utilizando software de información Geográfica como ArcGis y además de información sobre el estado de calidad de los lagos dentro de la cuenca. En base a esta información generada se estimó las presiones generadas en los cuerpos de agua, el efecto del estado actual de los lagos, impactos que se generarían y las respuestas, finalmente evaluar los efectos y proponer medidas de gestión, para mitigar y compensar.

Vázquez y García (2018) en su estudio “Indicadores PER y FPEIR para el análisis de la sustentabilidad en el municipio de Cihuatlán, Jalisco, México” analizaron la sostenibilidad mediante indicadores Presión-Estado-Respuesta (PER) y Fuerzas conductoras-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (FPEIR). Este trabajo se elaboró tomando en consideración tres sectores: forestal, agropecuario y turístico. Se logró identificar como problema principal, al manejo inadecuado de los residuos, mientras que las presiones están más relacionadas con lo que la degradación de los ecosistemas, la biodiversidad, vulnerabilidad ante el cambio climático y contaminación atmosférica. En lo que respecta a respuestas, sobresale la deficiente aplicación de las leyes existentes sobre gestión ambiental, como también el escaso interés que muestran los pobladores con la protección y el respeto al ambiente.

Sánchez y Perevochtchikova (2012) indican que una de las limitaciones para lograr una gestión integrada del agua urbana es el déficit de indicadores que permitan lograr metas concretas y medir los progresos hacia éstas. Razón a todo esto se propuso realizar un análisis comparativo entre los dos países con el propósito de encontrar propuestas aplicables a México e identificar restricciones. En función a los siguientes criterios de comparación tanto a escala nacional como de las ciudades de Montreal y México: a) problemática en la gestión del agua, b) marco institucional y legal, c) indicadores ambientales y su uso. De la investigación se pueden observar que existen diferencias en los sistemas de gestión del agua; reflejada en los indicadores propuestos, la cual coinciden en la falta de generación de indicadores relacionados con la gestión del agua urbana, así como falta de articulación y organización de la información y su deficiente aplicación y el seguimiento por parte de los que toman las decisiones.

Caro, Quinteros, y Mendoza (2007) de acuerdo a su estudio "Identificación de indicadores de conservación para la reserva nacional de Junín, Perú", indican que este humedal, está pasando por una secuencia de problemas que generan un malestar entre los habitantes de la zona. Considerando estos aspectos y en respuesta a las necesidades de información que ayuden a mejorar la gestión de esta reserva, se identificó un total de 24 indicadores con la finalidad de monitorear los procesos de conservación. Los indicadores fueron determinados teniendo en consideración las metas y objetivos socialmente determinados y las características que tiene el ecosistema, con el propósito de evaluar el estado, presión, impacto y respuesta de las actividades antrópicas sobre los recursos y servicios que presta esta Área Natural Protegida.

Veitia, Montalván y Martínez (2014) con el propósito de identificar el Síndrome de Cambio Global, dentro de la provincia de Camagüey y para poder ser aplicado como Indicador Sistémico de la Gestión de la Sostenibilidad Ambiental del Suelo; considerarán los factores como: Cambio climático, Degradación del suelo, Pérdida de biodiversidad, Escasez de agua, Sobreexplotación, Deforestación,

contaminación del océano y Desarrollo global de diferente manera, y utilizaron instrumentos que posibilitaron asumir este problema complejo. Los instrumentos escogidos fueron; Análisis de Expertos según el Método de Intervalos Sucesivos o Método de Green y Análisis Jerárquico AHP, Metodología del Concepto de Síndrome de Cambio Global, lográndose una combinación de ambos, lo que permitió optimizar de manera más apropiada para la gestión agrícola. Por lo que se considera un aporte muy importante en la Metodología del Síndrome de Cambio Global que posibilitó la obtención de resultados con menor incertidumbre, lo cual ha sido considerado una innovación a la metodología.

Gutiérrez (2015) en su estudio el área fue dividida el área en tres zonas: minera, agropecuaria y de conservación. En cada una de ellas se tomaron muestras para determinar la calidad de agua y de sedimentos en las orillas del río. Se consideró parámetros físicos – químicos; además de la presencia de arsénico, plomo y cadmio (absorción atómica), cromo (método colorimétrico) y mercurio (absorción atómica por arrastre de vapor frío) en los sedimentos. Todos estos valores obtenidos fueron comparados con estándares nacionales de calidad de agua, así como también la calidad de los sedimentos fueron comparados con estándares canadienses. De la misma manera a través de la prueba de Kruskal-Wallis se analizó la diferencia significativa que existe entre la calidad de agua y los sedimentos de las tres zonas. La zona de conservación presentó una mejor calidad de agua y sedimentos, con sólo un parámetro la turbidez (188,5 NTU) que cumple en los estándares. Por otro lado, la zona minera presentó una pésima calidad al mostrar un pH (6,16), una turbidez (523,2 NTU) y presencia de arsénico (9,89 mg/kg). Tal como se manifiesta los resultados, se demuestra una diferencia significativa entre las diferentes zonas evaluadas en lo que respecta a los indicadores de temperatura, plomo y arsénico; mostrando que en la zona de conservación existe una mejor calidad de agua y sedimentos.

Araújo et al. (2014) evaluaron la biodiversidad en cuerpos de agua natural aprovechadas de diferentes formas por el hombre circundante al área urbana de

Puerto Maldonado (Madre de Dios) donde las actividades humanas que ejercen presión sobre estos ecosistemas y su biodiversidad la que cuenta con muy poca información científica. Este estudio evaluó las características limnológicas básicas de ocho diferentes cuerpos de agua (quebradas, aguajales, un lago y ríos) entre las cuales tres localidades expuestas a vertidos urbanos directos y cinco libres dentro de la cuenca del río Madre de Dios. Se consideró siete parámetros físico-químicos del agua y la evaluación de la estructura de sus comunidades acuáticas: macroinvertebrados, peces fitoplancton, zooplancton, siendo el objetivo general comprobar en qué medida estos factores son sensibles a las actividades antrópicas. La evaluación se realizó en dos épocas del año; lluviosa: diciembre 2011 y marzo transición a época seca: mayo 2012 y setiembre. Los resultados muestran que solo las coliformes totales, así como la riqueza específica y diversidad de Shannon ( $H'$ ) para la población de peces mostraron sensibilidad al impacto producto del vertido de aguas residuales urbanas. Para la primera evaluación se produjo el aumento de los coliformes en las localidades urbanas, mientras que  $S$  y  $H'$  sufrieron una reducción significativa en estas localidades, con una menor importancia relativa del resto del año.

Leiva, Quintana y Rodríguez (2010) utilizaron un índice de importancia relativa, por intermedio de este índice se definieron las variables ambientales más significativas a escala global. Se ha empleado el software profesional Mesarovic Globesigth en el procesamiento matemático. De todo esto lo que se obtiene es un método que sirve para evaluar la sostenibilidad ambiental a nivel local así como para tomar decisiones a diferentes niveles, evaluar un territorio ambientalmente, así como otros proyectos de esta índole. En conclusión, los sistemas de indicadores que se han logrado obtener a través de este estudio, tienen correspondencia con los principales indicadores que son considerados dentro del sistema nacional de indicadores ambientales.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1 Cuenca Hidrográfica**

La cuenca podemos considerarlo como unidad sistémica natural, donde se encuentra limitada por sus divisorias de aguas y sus elementos se encuentran en constante interacción e interrelación.

De acuerdo a Vásquez et al. (2016) “Una cuenca hidrográfica es definida como el área geográfica natural o unidad de territorio delimitada por una divisoria topográfica (Divortium Aquarum), que capta las precipitaciones y drena el agua de esorrentía hacia un colector común, denominado río principal”.

Espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, lago o al mar (Figura 1). Es un ámbito tridimensional que integra las interacciones entre la cobertura sobre el terreno, el subsuelo y el entorno de la línea divisoria de las aguas (Faustino 2000).

Tal como manifiesta Martínez (2006) “Cuando se llega a la ejecución práctica de planificación es importante que se aplique a zonas suficientemente homogéneas en cuanto a sus características físicas, biológicas, económicas y sociales, de modo que ofrezcan una base apropiada para un programa de ordenación”.

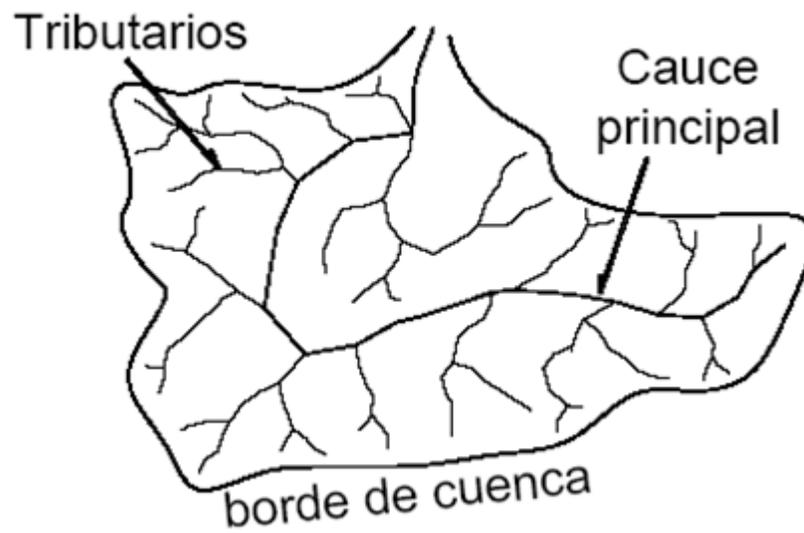


Figura 1. Esquema de una cuenca hidrográfica.

Fuente: extraído de la Cuenca hidrográfica  
<https://hidrologiaujcv.wordpress.com/2011/05/20/cuenca-hidrografica>.

Según hemos podido comprobar, la provincia de Tambopata carece de una metodología que le permite evaluar la sostenibilidad de sus recursos naturales y aún menos la sostenibilidad ambiental de los recursos existentes dentro de sus cuencas. En estas condiciones que se tienen, limitan mucho una gestión adecuada dentro de las cuencas hidrográficas de la provincia, por lo que es necesario contar con indicadores para medir la sostenibilidad ambiental siendo uno de los factores determinantes, para su desvalorización y degradación de los recursos naturales, la cual influye negativamente en cuanto a la calidad ambiental de sus aguas afectando el bienestar de sus poblaciones.

### 2.2.2. Sostenibilidad ambiental

De acuerdo a la Fundación Wiese indica que la **sostenibilidad ambiental** es “el equilibrio generado por la relación armónica entre el ser humano y la naturaleza que lo rodea y de la cual forma parte, y que esta relación permanezca a lo largo del tiempo, es decir, sea sustentable”.

La sostenibilidad ambiental involucra conservar el patrimonio natural capaz de permitir el desarrollo económico y social intrínsecamente de su capacidad de producir bienes y servicios de nuestro planeta. A través de esta sostenibilidad lo que se quiere es lograr una mejora en la calidad de vida, resguardando el ciclo hídrico, el oxígeno y los nutrientes, tanto como las fuentes de primarias de recursos naturales, y asegurando los sumideros de residuos.

### **2.2.3. Desarrollo Sostenible**

Existen diferentes puntos de vista frente al concepto de desarrollo sostenible o sustentable en la que se han manifestado de diversas maneras los económicos y los ambientalistas teniendo matices contradictorios. Hay que dejar en claro de qué la sostenibilidad puede variar su concepción según el caso.

El “desarrollo sostenible implica cambio; a veces queremos mejorar o transformar el sistema mismo, en cambio otras, queremos cambiar el sistema para mejorar algunos de sus productos” (Gallopín, 2003. p.78).

Podemos considerar oficialmente como la primera definición expresa de Desarrollo sostenible, realizado dentro del informe de la Comisión Mundial sobre Medio ambiente y desarrollo de la ONU más conocida como Informe Brundtland (1987), la que define al desarrollo sostenible como aquel “Desarrollo que permite la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (Bermejo, 2014. p.64).

Dado que es ambigua ese concepto, hoy en día existen varios conceptos, como cualquier definición esta ha evolucionado como la de la UICN, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y WWF, en 1991: “Desarrollo que mejora la calidad de vida, respetando la capacidad de carga de la tierra” (Gomez, 2020.p.26).

Por su parte el economista Sergio Buarque, ha desarrollado un concepto más cercano a los correctas de Desarrollo sostenible: “un proceso cualitativo y

cuantitativo de cambio social que compatibiliza, en el tiempo y en el espacio, el crecimiento económico, la conservación ambiental y la equidad social” (Gomez, 2020.p.82).

“El concepto del Desarrollo Sostenible implica nuevas demandas. Una de éstas es la producción de la información, provee bases firmes al proceso de toma de decisiones y al seguimiento del desarrollo” (Velásquez y D’Armas, 2014.p. 122).

“El desarrollo sostenible, pueden ser reducidas a tres grandes ejes: la sustentabilidad es exclusivamente ecológica, sustentabilidad social limitada, coevolución sociedad-naturaleza. Entre los tres grupos hay dos elementos en juego: la sustentabilidad ecológica y la sustentabilidad social” (Alaña, Capa y Sotomayor, 2016, p.56) (Figura 2).

Los autores, añaden además que “la sostenibilidad no es una meta a alcanzar a corto plazo; es más bien un proceso de cambio que debe iniciarse con la modificación del desarrollo actual, orientados a la investigación, planeamiento y puesta en marcha de la propuesta” (Lorenzo y Morales, 2014, p.112).

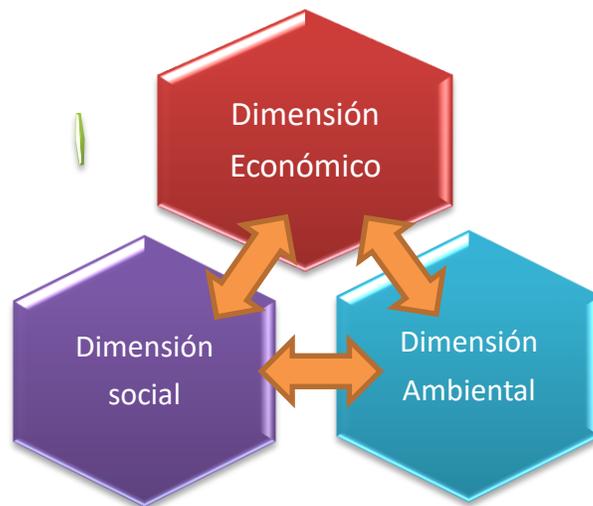


Figura 2. Concepción del desarrollo sostenible y su interrelación social, económico y ambiental

Fuente: Adaptado de (Volpentesta, 2009 pág. 30)

#### **2.2.4. Medida para el desarrollo sostenible**

“Trasladar los principios del Desarrollo Sostenible a la práctica significa cambiar la forma en que se toman decisiones para asignar recursos; la información es esencial y los indicadores juegan un papel fundamental en el desarrollo de una población” (Velásquez y D’Armas, 2014, p.98).

“Los indicadores ambientales, al igual que los económicos y sociales (Figura 2) permiten que los distintos actores y usuarios puedan compartir una base común de evidencias e información cuantitativa, selecta, procesada, descrita y contextualizada” (CEPAL, 2009, p.23).

“El punto de partida del desarrollo sostenible es la utilización de indicadores que nos muestren “cuánta” sostenibilidad tenemos. No podremos emprender acciones para la sostenibilidad si no hemos medido ésta y si no sabemos si somos o no somos sostenibles” (Domenech , 2010, p.23).

“Asimismo, los Indicadores de Desarrollo Sostenible (IDS) pueden interpretarse como un sistema de señales que facilitan evaluar nuestro progreso para el desarrollo sostenible. Son herramientas que ayudan en el trabajo de diseño y evaluación de la política pública” (Quiroga, 2001, p.45).

“Un Indicador es la expresión matemática que cuantifica el estado de la característica o hecho que se quiere controlar. La definición debe contemplar sólo la característica o hecho (efecto) que observaremos y mediremos” (Rodríguez y Gómez, 1992, p.67).

#### **2.2.5. Indicadores**

Un indicador es una herramienta que nos brinda información de cierta condición o el cambio de una determinada situación, resultado o actividad. Estadísticamente consideramos que un indicador esencialmente debe tener una relación entre variables.

“De acuerdo a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE 1993), considera que un indicador es un parámetro o un valor derivado

de otros parámetros, dirigido a proveer información y descripción del estado de un fenómeno” (Romanelli y Massone, 2016, p.55).

Al no existir un punto de referencia, es imposible determinar si existió cierto cambio o mejora. De esta forma, cuando queremos exponer los resultados o alcances logrados por un proyecto o propuesta, es necesario revelar tanto la condición inicial del problema a abordarse previamente al inicio del proyecto, así como el estado luego de culminado el proyecto. De esta manera los indicadores, acostumbran ser elaborados como referente entre dos o más tipos de datos que nos otorgan una información de carácter cuantitativo o cualitativo. Ya sean estos cuantitativos o cualitativos, es posible obtener un valor numérico, una dimensión o magnitud que muestra aquello que se quiere medir u observar. Esta expresión se comenzó a utilizar específicamente dentro de la estadística y la económica con el propósito de mostrar una información que muestre prácticamente una magnitud indicadora de un evento.

La perspectiva actual de este concepto tiene que ver con la necesidad de contar con índices (series de indicadores) para muchas actividades y la investigación que se generan en los sectores económico-sociales. Forman parte de estadísticas y referentes esenciales con el propósito de tener una característica cuantitativa de la realidad social.

“Cuando nos referimos exclusivamente al medio ambiente, surgen un sin fin de indicadores carentes de integración. La OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) ha definido tres categorías de indicadores: Indicadores de presión, Indicadores de estado e Indicadores de respuesta” (Domenech, 2010.p.32).

“Son datos cuantitativos, producto del procedimiento establecido por el investigador, generando resultados que todos pueden observar, son hallazgos del investigador, no del objeto; las metodologías y las técnicas de medición son de mayor relevancia que el conocimiento de la realidad” (Gutierrez, 2009, p. 78).

Cuando se habla de indicadores de sostenibilidad, surge la pregunta ¿por qué medir el desarrollo sostenible? Este responde a la necesidad de mejorar la calidad de vida de todos en la tierra, sin presión sobre los recursos naturales más de su capacidad de proporcionarlos indefinidamente (Gutiérrez, Cloquell., 2012, p. 112).

### **A. Indicador Ambiental**

Los indicadores ambientales conciernen todo aquello que se ocupan de describir y mostrar los estados y las principales dinámicas ambientales, es decir el estatus y la tendencia por ejemplo de: la biota y biodiversidad, la cantidad y calidad de agua, la calidad del aire, la carga contaminante, la disponibilidad y extracción de algunos recursos naturales (bosques, pesca, agricultura), la contaminación urbana, la producción de desechos sólidos, el uso de agrotóxicos, la frecuencia e intensidad de los desastres naturales, etc.

### **B. Indicador de Desarrollo Sostenible**

Así mismo los indicadores de desarrollo sostenible intentan mostrar las dinámicas económicas, sociales y ambientales y sus interrelaciones. Sin embargo, hasta el momento la producción efectiva de indicadores de desarrollo sostenible en la región, ha consistido en construir conjuntos de indicadores que incorporan los principales indicadores provenientes de la economía, lo social y lo ambiental, sin integrar ni capturar adecuadamente sus interrelaciones (CEPAL, 2009.p.24).

## **2.2.6. Dimensiones de la Sostenibilidad**

Desde un aspecto de integración de la sostenibilidad, una característica importante es la integralidad en los aspectos económicos, sociales y ambientales, considerados como principales columnas de la sostenibilidad y sus respectivas relaciones que se dan entre sí.

Lo importante para lograr la sostenibilidad podría ser ayudar a generar un equilibrio e integración de sus tres componentes básicos, donde la importancia de los aspectos económicos deberían ser igual a la de los aspectos ambientales y sociales; la orientación actual es de ir de una economía extractivista hacia una economía integradora; la sostenibilidad no se basa solo en un enfoque, existen diferentes propuestas de los diferentes modelos que se pueden representar de acuerdo al interés o perspectiva de cada autor (Gaviria 2013, p.123).

Seguidamente realizaremos una interpretación grafica para una mejor comprensión del concepto. Como manifestáramos los modelos y el concepto están en continua evolución, es un concepto que se manifiesta de una forma multidimensional y multifuncional. Considerar modelos integrales es partir de subsistemas que buscan integrarse de tal forma que puedan analizarse las interconexiones entre sistemas considerando la importancia que tienen cada uno, logrando combinar aspectos valorados que van de un modo estático un proceso dinámico.

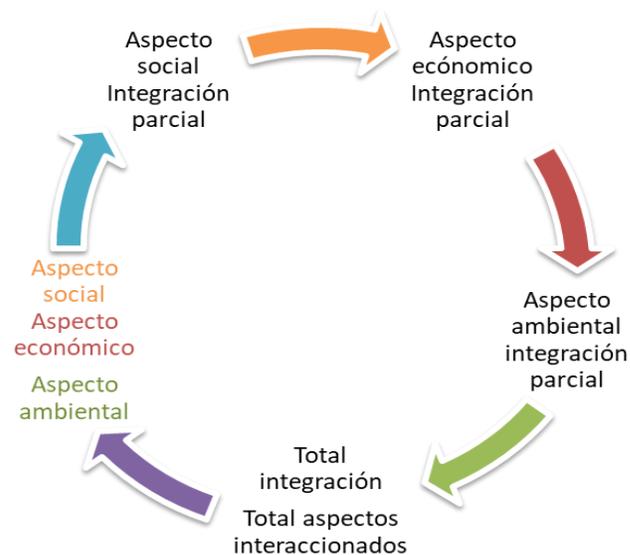


Figura 3. Fusión e interacción de los subsistemas económico, social y ambiental

Fuente: Adaptado de (Lozano, 2008).

Consideramos tres fundamentos de la sostenibilidad son los aspectos: económicos, sociales y medio ambientales (Figura 3), sin embargo, otros autores vienen incluyendo una cuarta dimensión o aspecto que es la institucional- política, hasta en ciertos casos incluyen un quinto aspecto que es la cultural, se especula también dentro de los tres aspectos es primordial una sostenibilidad educativa por tener un carácter complejo que aborda este concepto.

Seguidamente explicaremos cada una de las dimensiones sobre la cual se sustenta la sostenibilidad teniendo en consideración el desarrollo sostenible:

- ***Dimensión económica:***

Esta dimensión considera un crecimiento económicamente eficiente y equitativo para las generaciones actuales y futuras. Apuesta por un proceso productivo más limpio y eficiente y la generación de un valor agregado a la materia prima considerando que en el diseño de la sostenibilidad lo que prima no es el crecimiento de la producción sino la calidad de los servicios que se ofrecen.

- ***Dimensión social:***

En cuanto a la sostenibilidad social, involucra tener en cuenta una forma diferente de desarrollo que esta coadyuve al eficiente uso de los recursos naturales y la conservación de nuestra biodiversidad. Este tipo de desarrollo permite reducir la pobreza y la desigualdad social, promoviendo justicia y equidad, conservando el sistema de valores, la cultura e identidad y que sea políticamente sustentable profundizando una democracia permitiendo la oportunidad a la asistencia en la toma de decisiones públicas.

- ***Dimensión ambiental o ecológica:***

Esta dimensión tiene que ver más con el resguardo de los recursos naturales indispensables para la garantizar la seguridad alimentaria y energética. Mantiene una relación con el desarrollo de las sociedades las mismas que inducen al sobre consumo y destrucción de ecosistemas y agotamiento de los recursos naturales, sin tomar en cuenta que estas sean sociedades desarrolladas o subdesarrolladas, considerando a la pobreza como principal enemigo del

ambiente.

### **2.2.7. Modelos para la Evaluación de la sostenibilidad**

Tal como se describe en el trabajo de CEPAL (2002) “dentro del territorio nacional es prioritario destacar la degradación de la calidad del agua, del suelo y del aire, para detener los procesos de desertificación y pérdida de biodiversidad y de suelo, garantizando la sostenibilidad de la producción agropecuaria, minera y forestal”.

De acuerdo a Polanco (2006), “un modelo es una abstracción de la realidad, su formulación debe tener claridad de propósitos u objetivos, funcionalidad información requerida y selección de variables más representativas. Los resultados y conclusiones que se llegan dependen del uso de uno u otro”.

Esencialmente lo que se busca a través de diferentes modelos, estándares y normas es establecer ciertos criterios e indicadores de sostenibilidad para medirlos de esta forma se logra conocer cuál es la alternativa más viable a la gestión de una propuesta o proyecto buscando la sostenibilidad e indicar si los objetivos considerados por medio de indicadores, alcanzan positivamente, las opciones más adecuadas.

Con respecto a establecer modelos para medir la sostenibilidad ambiental, “su importancia radica en la obtención de indicadores con un nivel de rigor y calidad similar a los indicadores económicos y sociales, desarrollados anteriormente, y su aplicación se limita a nivel internacional, de especial manera en países desarrollados” (Quiroga, 2001.p.118.).

Sin embargo, podemos considerar que “los indicadores y sus diferentes modelos o metodologías han evolucionado en el tiempo y hoy en día se cuenta con modelos que integran sistemas de indicadores de primera, segunda y tercera

generación (Sotelo y Tolón, 2011.p.121), (Figura 4).



Figura 4. Evolución de los modelos

Fuente: Sotelo y Tolon (2011).

Asi mismo podemos señalar que “los indicadores y sus modelos dependen de los conceptos, ideas e intereses implícitos. En el proceso de generación y aplicación de los sistemas de indicadores existen sistemas de primera, segunda, y tercera generación” (Onofa, 2017.p.98).

“Los sistemas de primera generación eran indicadores ambientales, orientados hacia medios como aire, agua, tierra y biodiversidad, los sistemas de segunda y, ahora, en los de tercera generación, se basan en nuevos índices que sintetizan la información del Desarrollo Sostenible” (Gallopín, 2003.p.109).

### **A. Sistemas de Primera Generación**

“Este sistema gesta en los ochenta, desde publicaciones acopiadas por la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico), caracterizados por ser teóricos y meramente ambientales” (Onofa, 2017.p.112).

Los principales «marcos ordenadores» usados fueron:

- Presión-Estado-Respuesta (PER)
- Fuerza Motriz-Estado-Respuesta (FER)
- Fuerza Motriz-Presión-Estado-Respuesta (FPER)
- Fuerza Motriz – Presión –Estado –Impacto Respuesta (FPEIR).

“De ellos, los más utilizados fueron el PER, por la OCDE, y el FPEIR, por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)” (Sotelo y Tolón, 2011, p.78).

De esta primera generación veremos dos de esquemas más importantes:

#### a) Modelo PER

Este modelo Presión-Estado-Respuesta, es planteado por la OCDE y la Environment Canada. “Su importancia reside en producir indicadores con nivel de rigor y calidad equivalente a los indicadores económicos y sociales, y su aplicación se limita a países desarrollados” (Sotelo y Tolón, 2011.p.96 ).

De acuerdo a la OCDE (citado por Quiroga, 2007, p.22). “El esquema PER se fundamenta en la lógica de causalidad: la acción humana ejerce presión al ambiente afectando a los recursos naturales (estado). Asimismo, hay una respuesta a estos cambios por intermedio de políticas ambientales, económicas

y sectoriales (respuestas)”.

Parte de cuestionamientos simples:

- ¿Qué está afectando al ambiente?
- ¿Qué está pasando con el estado del ambiente?
- ¿Qué estamos haciendo acerca de estos temas?

“Permite ver cómo las actividades humanas impactan sobre el ambiente (Presiones), afectando la calidad y cantidad de recursos naturales (Estado) y como la sociedad responde (Respuestas) con medidas políticas, ambientales, económicas y sectoriales, de acuerdo a las necesidades” (Polanco, 2006, p.43).



Figura 5. Estructura del Modelo PER propuesto por la OCDE

Fuente: Tomado de Sotelo y Tolon (2011).

#### b) Modelo FPEIR

A fines de los 90, la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) acogió el Modelo Fuerza motriz - Presión-Estado-Impacto-Respuesta (FPEIR) inspirado en el modelo PER de la OCDE (1994) (Figura 5), asume que ciertos estilos sectoriales (fuerzas motrices) son resultados de las presiones que afectan el

estado ambiental, generando un impacto vinculado al estado en el que se encuentra la variable que está siendo evaluada. Es decir, el impacto es el intento de evaluación cuantitativa o cualitativa, de los cambios de estado detectados (fuerza motriz) (Polanco, 2006.p.54).

En el Modelo FPEIR: Las fuerzas motrices son actividades humanas que ejercen presión sobre el medio físico y como consecuencia su estado cambia, lo que produce impactos sobre la salud humana, los ecosistemas y los recursos. Esta situación da lugar a respuestas de las sociedades humanas, incidiendo en las presiones, o en el estado o los impactos directamente (Vázquez-Valencia y García-Almada, 2018.p.86).

“El modelo FPEIR se basa sobre la hipótesis de que las actividades económicas y los comportamientos sociales afectan la calidad del ambiente, fijando un marco de análisis de las interacciones entre la sociedad y el ambiente” (Belalcazar y Ortega, 2018.p. 64).

De acuerdo a Guzmán (2008), los componentes de FPEIR, son los siguientes (Figura 6):

- **Fuerzas Impulsoras:** es una necesidad, como, por ejemplo, fuerzas impulsoras primarias (necesidad de vivienda, alimentación y agua), las fuerzas impulsoras secundarias (movilidad, distracción y espectáculo), en los sectores productivos hay fuerzas impulsoras primarias (trabajo y producción a bajo costo), porque existe la necesidad de conservar tasas bajas de desempleo.
- **Presiones:** La satisfacción de una necesidad, producen “presiones” en el ambiente, como el resultado de los procesos de producción y consumo, presiones que pueden ser categorizadas como: (i) Uso excesivo de los recursos naturales, (ii) Cambios en el uso del suelo, y (iii) Emisiones al aire, agua y suelo.

- **Estado:** Producto de las presiones el estado del ambiente es afectado, osea la calidad de los componentes ambientales (aire, agua, suelo, etc).
- **Impactos** Los cambios en el estado físico, químico o biológico del ambiente determinan la calidad de los ecosistemas y el bienestar de la humanidad. Dicho de otra manera, estos cambios pueden generar impactos económicos o ambientales que afectan al hombre y su entorno.
- **Respuestas:** es el producto de un impacto inesperado que influye en el proceso entre las fuerzas impulsoras y los impactos. Asi por ejemplo una respuesta asociada a las fuerzas impulsoras es una política que genera un cambio que mejore la gestión ambiental.

“Con respecto a la sostenibilidad ambiental, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ejecutó el quinto reporte de evaluación sobre las Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-5). Este informe fue elaborado mediante el esquema FPEIR” (Flores, 2019.p.63).

“Asimismo, la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) tiene como actividades producir, usar y difundir indicadores ambientales basados en el esquema FPEIR fortaleciendo las bases para el análisis de los componentes interrelacionados que perturban el ambiente” (Flores, 2019.p.64).

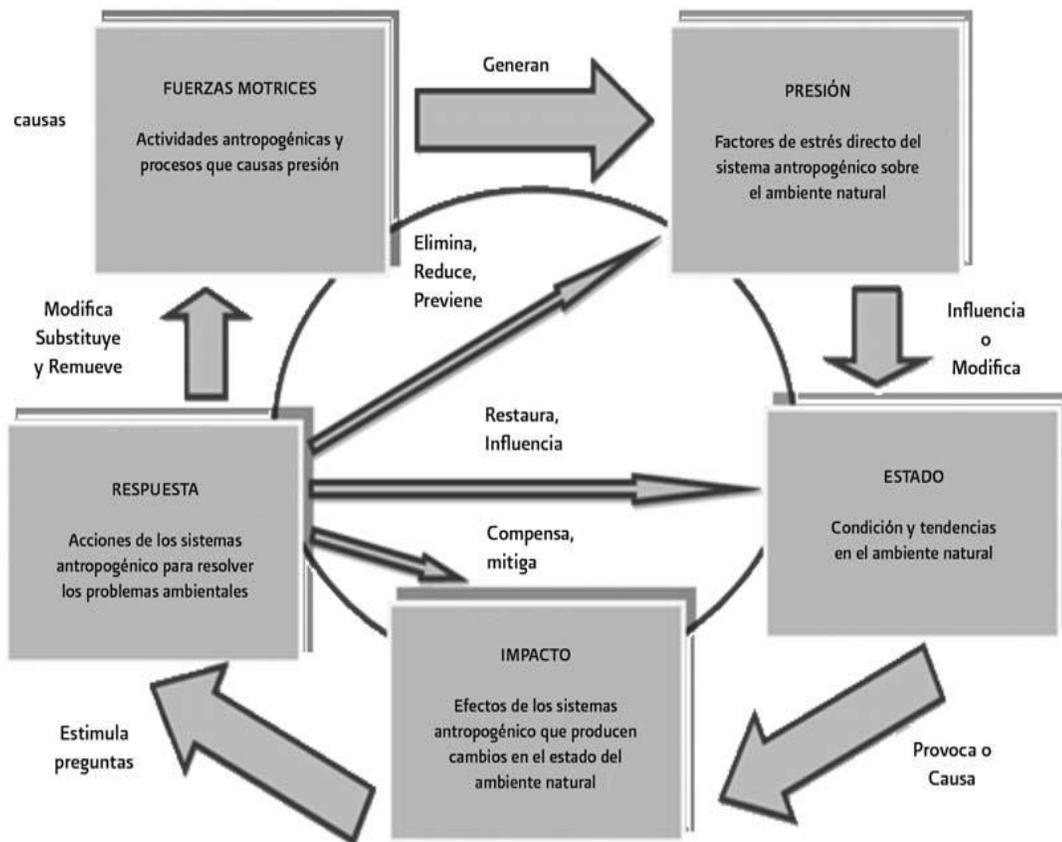


Figura 6. Estructura del Modelo FPEIR

Fuente: Tomado de OCDE (2003).

## B. Sistemas de Segunda Generación

El desarrollo de estos sistemas fue liderado por la Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (CSD) en la década de los 90, con indicadores que se involucran en cada dimensión del desarrollo, pero sin estar vinculados entre sí. A través de sistemas a nivel nacional, incitando las iniciativas realizadas por México, Chile, Estados Unidos, Reino Unido, España, etc., incorporando el enfoque multidimensional (económico, ambiental y social) del desarrollo sostenible. Últimamente una cuarta dimensión toma vigor, la institucional, debido a la importancia e influencia de las políticas emanadas por los entes de control (gobiernos locales, nacionales, organismos internacionales, etc.). (Sotelo y

Tolón, 2011.p.94).

### **C. Sistemas de Tercera Generación**

La experiencia generada anteriormente crea una necesidad actual de vincular las dimensiones del desarrollo y de sus indicadores entre sí, creó un sistema de indicadores que impliquen el acceso rápido a un mundo de significados más evolucionado, y los agrupe en áreas multidimensionales, de forma transversal y sistemática (Figura 7) (Lastra, Tolon y Ramirez, 2008).

Si bien se generaron a nivel internacional, los nuevos sistemas de indicadores propician un mayor componente territorial, que facilite su uso y aplicación a nivel local promoviendo mayor participación social; sin embargo, diseñar e implementar Indicadores de Desarrollo Sostenible de tercera generación es un gran reto científico, metodológico y creativo ya que buscan medir procesos y fenómenos altamente complejos y dinámicos (Sotelo y Tolón, 2011,p.96).

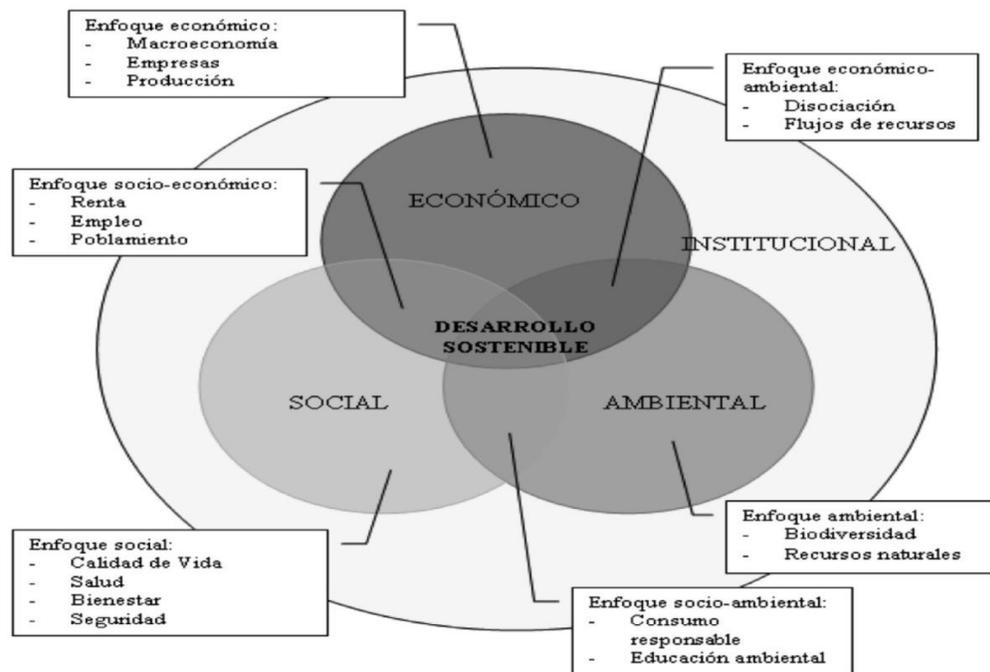


Figura 7. Esquema del enfoque transversal de los sistemas de tercera generación

Fuente: Tomado de Sotelo (2011).

En definitiva, podemos decir, el modelo FPEIR comprende un enfoque sistemático dentro de la gestión ambiental a través de la investigación de las relaciones interdisciplinarias entre los promotores socioeconómicos, las presiones asociadas con el ambiente, el estado del ambiente, los impactos ambientales y, finalmente, las respuestas sociales (Gonzalez, 2021.p. 21).

Por lo mismo, en muchos países utilizan este modelo para la planificación de cuencas hidrográficas y para diferentes enfoques.

## **CAPITULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

### **3.1. Tipo de estudio**

Se realizó un estudio del tipo descriptivo, transeccional cuyo propósito fue la de describir las variables, y analizar como inciden en el momento de aplicar el modelo FPEIR. Es importante destacar que esta investigación corresponde a una investigación descriptiva, evaluativa y de estudios de campo. Es por esto que se dice que el presente estudio es de campo, ya que permitirá en forma directa, la observación y recolección de datos.

#### **3.1.1. Ubicación política**

La microcuenca en estudio se encuentra en la zona denominada Chonta, abarcando los distritos de Tambopata y Laberinto, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios.

Se ubica políticamente en:

Departamento : Madre de Dios

Provincia : Tambopata

Distrito : Tambopata y Laberinto.

#### **3.1.2. Ubicación geográfica**

Las coordenadas geográficas de la microcuenca quebrada Chonta es: 9°57 y

13°20 latitud sur, 68°39 y 72°31, longitud oeste.

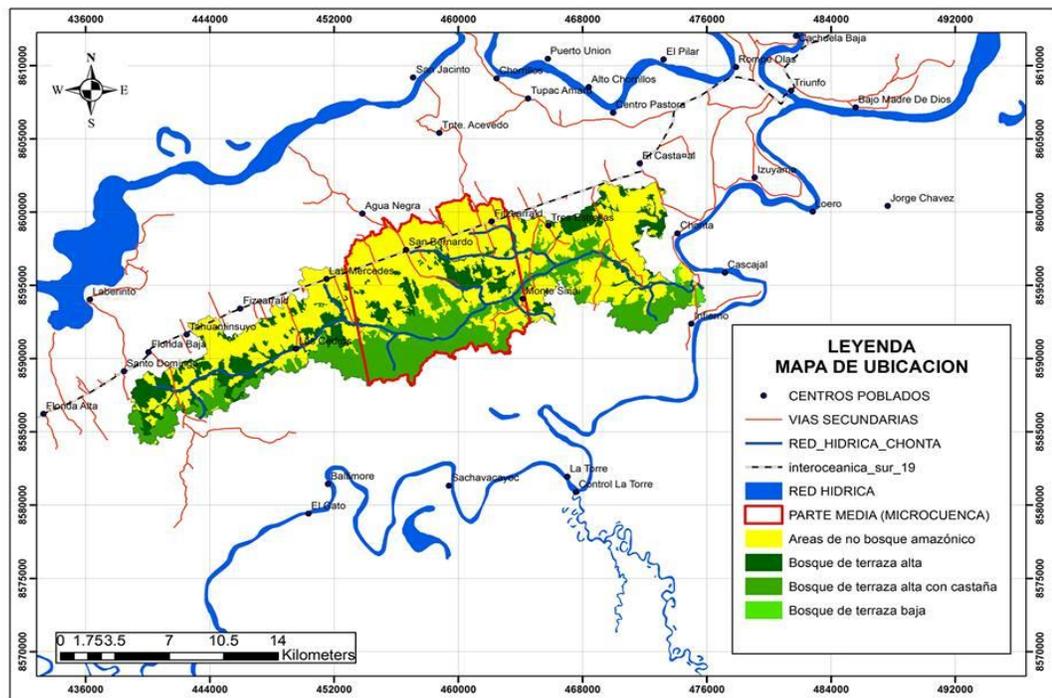


Figura 8. Mapa de ubicación geográfica de la micro cuenca Chonta

La microcuenca quebrada Chonta se extiende a través de la provincia de Tambopata en Madre de Dios, abarcando un área de aproximadamente 374,98 Km<sup>2</sup> y una longitud total de 42,7 km. Llegando a escurrir sus aguas en la cuenca del río Tambopata siendo esta una de las tres principales subcuencas, como la de los ríos Inambari y Alto Madre de Dios. En esta micro cuenca, se cuentan con ecosistemas de humedales o aguajales, con un buen estado de conservación.

“La microcuenca chonta abarca territorios del distrito de Laberinto y Tambopata, del departamento de Madre de Dios ubicándose en la Región Sur Oriental del Territorio Peruano, entre las coordenadas geográficas 9°57 y 13°20 latitud sur, 68°39 y 72°31, longitud oeste” (Figura 8) (Quispe et al. 2017).

“Microcuenca quebrada chonta, tiene sus orígenes en los humedales originados por los aguajales, cuyo volumen de su caudal es de un aproximado de 12,09 m<sup>3</sup>”

(INADE 2007).

Se caracteriza por tener suelos areno arcilloso, franco, franco arenoso – franco arcilloso, con un pH entre 5,5 – 7; y en algunas zonas con abundante materia orgánica. (IIAP 2002). Su clima es moderadamente húmedo y cálido con una precipitación anual de 2,500 mm y temperatura promedio entre 23 °C a 30 °C con una máxima de 35 °C y una mínima de 10 °C. Existen dos estaciones, una seca (verano) entre los meses de mayo a noviembre y otra lluviosa (invierno) entre diciembre y abril, las cuales van acompañadas muchas veces de descargas eléctricas (Quispe et al., 2017).

La microcuenca fue sectorizada en tres zonas o sectores: una parte alta, media y baja tal como se ilustra en la Figura 8, considerando de acuerdo a la práctica y la teoría, sin embargo, es pertinente mencionar que estas tres zonas no muestran diferencias significativas en cuanto a elevaciones y su orografía. Por otra parte es necesario mencionar que mediante el informe N°025-2017-GOREMAD/GRRNNYGMA/SGGAYDS-ACVC, de la Subgerencia de recursos naturales del Gobierno Regional de Madre de Dios, emiten una opinión técnica declarando de interés regional la conservación y manejo de la Micro cuenca Chonta y bajo la Ordenanza Regional N°005-2018-RMDD/CR, declara de prioridad e interés regional la Conservación y Manejo de la Micro cuenca Chonta, ubicada en la provincia de Tambopata del departamento de Madre de Dios.

### **3.2. Diseño del estudio**

Este trabajo de investigación se desarrolló a través de un diseño no experimental, transversal.

- No es experimental: porque no se manipulo las condiciones de la investigación.
- Es Transversal: porque se realizó la descripción de las variables y se analizó su incidencia en un momento dado tras aplicar el modelo FPEIR.

### **3.3 Población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

La población incluye a la Microcuenca Chonta y la población existente dentro del área de estudio y los demás criterios que sean identificado dentro del proceso de la investigación, considerados hasta la actualidad.

#### **3.3.2. Muestra**

El tipo de muestra elegida es del no probabilístico intencional, ya que los datos a investigar son a interés del investigador, para lo cual hemos determinado un numero representativo de personas que viven ahí, para realizar las entrevistas considerados como parte primordial dentro del proceso de la investigación.

“El muestreo por conveniencia es una técnica de muestreo no probabilístico y permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador” (Otzen y Manterola, 2017. p.54).

### **3.4. Métodos y técnicas**

#### **3.4.1. Método de Investigación**

Dentro de este trabajo de investigación, se tuvo en cuenta los métodos de investigación siguientes:

- El método de Observación
- El método inductivo: para analizar lo observado
- El método deductivo: para verificar lo observado
- El método analítico: para verificar la relación entre variables

Permitiéndonos contar con información acorde al trabajo de investigación y dar la solución a problemas a través de ello.

### **3.4.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Dentro de las técnicas que se utilizaron durante la investigación fueron:

- Revisión de documentos e investigaciones relacionados con el tema de investigación
- Entrevistas
- Observación

### **3.4.3. Tratamiento de datos e información**

#### **A) Caracterización de la microcuenca en estudio.**

“La caracterización es un inventario detallado de los recursos y las condiciones biofísicas, socioeconómicas y ambientales de la cuenca y sus interrelaciones; está dirigida fundamentalmente a cuantificar las variables que tipifican a la cuenca con el fin de establecer la vocación, posibilidades y limitaciones de sus recursos naturales con el ambiente, y las condiciones socioeconómicas de las comunidades que la habitan”. (Anaya, 2012.p.156).

“La caracterización geomorfológica ambiental de una cuenca se determina en primera instancia por su morfometría, es uno de los aspectos más influyentes en la ecología acuática, dado que muchos indicadores, composición físico-química, sedimentación dependen de la forma de la cuenca” (Perillo, Geraldi y Piccolo, 2010.p.76).

Para efectos de la caracterización de la microcuenca se utilizó el software Sistemas de Información Geográfica o SIG (ArcMap 10.3), donde se usó archivos shape files del área de estudio e imágenes Lansat 8, con la finalidad de determinar el área de estudio, características en cuanto a tipos de suelos, capacidad de uso de suelos, uso actual, potencial, deforestación y otras actividades antropogénicas dentro de la microcuenca.

Para realizar el análisis de los parámetros morfométricos de la cuenca en estudio a fin de determinar las principales características de la cuenca hidrográfica como

son: área de la cuenca hidrográfica, factor de forma, coeficiente morfométrico, rectángulo equivalente, curva hipsométrica, etc. Se consideró las siguientes variables e indicadores (Tabla 3):

Tabla 3. Variables e indicadores morfométricos

VARIABLES	INDICADORES	
Variable Independiente:	<b>Indicadores Independientes:</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>a. Parámetros de relieve</b>	1. Hipsométrica 2. Pendiente 3. Elevación	km % m
<b>b. Parámetros de Drenaje</b>	1. Pendiente del cauce 2. Orden de corriente	% 1°, 2°, 3°, 4°
Variable Dependiente:	<b>Indicadores dependientes:</b>	
<b>a. Parámetros de forma</b>	1. Coeficiente de Compacidad 2. Razón de elongación 3. Factor de Forma 4. Tamaño	m.l./km <sup>2</sup> m/km <sup>2</sup> km <sup>2</sup> /m.l. km <sup>2</sup>
<b>b. Red de Drenaje</b>	1. Densidad de Drenaje 2. Centro de gravedad	km/km <sup>2</sup>

Fuente: Adaptado de Fernando (2002).

#### a. Parámetros de forma.

- **Perímetro (P) (km).**

Es la longitud del contorno del área de la cuenca conocido como divisoria o parteaguas que se proyecta sobre un plano horizontal.

“En la medición del perímetro, en los casos en que la divisoria sigue una trayectoria muy sinuosa, se sigue el criterio, a los efectos de la medición, de interpolar una línea sustituyendo a la auténtica divisoria” (Llecllis y Loayza 2017).

- **Longitud Axial (La) (km).**

Se denomina así también a la longitud de la cuenca en línea recta de su eje mayor, considerando desde el punto de salida de las aguas del cauce principal hasta el punto más alejado de la línea divisoria.

- **Área (A) (km<sup>2</sup>).**

Es la superficie encerrada por la divisoria de aguas. Este parámetro es definido en kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>).

“La delimitación exacta de las cuencas se efectúa sobre los planos correspondientes a las restituciones planialtimétricas a escala” (Llecllis y Loayza, 2017).

- **Ancho promedio (Ap) (km).**

Es considerado como la relación que existe entre el área de la cuenca y su longitud axial.

**Ecuación 1:** Ancho promedio de la cuenca (Vásquez et al. 2016).

$$AP = \frac{A}{La} \quad \text{-----} \quad (1)$$

Dónde:

Ap: Ancho promedio de la cuenca (km).

A: Área (km<sup>2</sup>)

La: Longitud axial (km)

- **Factor de forma (Kf).**

Es un factor adimensional que expresa como se regula la concentración del escurrimiento superficial. Podemos expresar como el cociente entre el ancho medio de la cuenca y la longitud axial o también la superficie de la cuenca entre el cuadrado de su longitud del cauce más largo (Tabla 4) (Gaspari, Rodríguez y Senisterra 2013).

Como manifestamos guarda relación con las crecientes dentro de la cuenca.

**Ecuación 2:** Factor de Forma (Vásquez et al. 2016).

$$K_f = \frac{A}{L_{m^2}} \text{-----}(2)$$

Dónde:

A: área de la cuenca en km<sup>2</sup>.

Lm: Distancia entre la exudatoria y el punto más alargado de la cuenca siguiendo el curso principal, en km, elevado al cuadrado.

Tabla 4. Valores aproximados según el factor de forma (Kf)

Valores aproximados	Forma de la Cuenca
>0,22	Muy alargada
0,22 - 0,30	Alargada
0,30 - 0,37	Ligeramente alargada
0,37 - 0,45	Ni alargada ni ensanchada
0,45 - 0,60	Ligeramente Ensanchada
0,60 - 0,80	Ensanchada
0,80 - 1,20	Muy ensanchada
>1,20	Rodeando el desagüe

Fuente: Vásquez (2016).

- **Coefficiente de Compacidad o índice de Gravelius (Kc)**

“Es otro parámetro adimensional que relaciona el perímetro de la cuenca con el perímetro de un círculo de área equivalente al de la cuenca, y de esta manera representar esta característica, se representa mediante la siguiente formula” (Gaspari, Rodríguez y Senisterra, 2013).

**Ecuación 3:** Coeficiente de Compacidad (Gaspari, Rodríguez y Senisterra, 2013).

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = \frac{0,28P}{\sqrt{A}} \text{-----}( 3)$$

Dónde:

Kc: Es el coeficiente de compacidad

P: Es el perímetro de la cuenca en (km)

A: Es el área de la cuenca (km<sup>2</sup>)

π: Signo "Pi" que es igual a 3,1416.

Según el coeficiente (Kc) cuando el valor es igual a 1,0, la cuenca sera redonda y tiende a inundaciones aumentando la peligrosidad a las crecidas, porque las distancias relativas de los puntos de la divisoria con respecto a uno central, no presentan diferencias, mayores y el tiempo de concentración se hace menor, por lo tanto, mayor será la posibilidad de que las ondas de crecida sean continuas (Vásquez et al. 2016).

A continuación, presentamos la clasificación de este parámetro según las irregularidades que presenta la forma de la cuenca, determinada en la Tabla 5.

Tabla 5. Clases de cuencas según Gravelius

Coeficiente de Compacidad		
Forma	kc	Forma de la Cuenca
<b>Clase I</b>	1,0 a 1,25	Casi redonda a oval – redonda
<b>Clase II</b>	1,26 – 1,50	Oval – redonda a oval oblonga
<b>Clase III</b>	1,51 a más de 2	Oval – oblonga a rectangular - oblonga

Fuente: Gaspari et al (2009).

- **Altura media (h)**

Conocido como la diferencia de la cota máxima y la cota mínima de la cuenca en estudio dividida entre 2, expresado en metros o kilómetros.

**Ecuación 4:** Altura media de la cuenca (Vásquez et al. 2016).

$$h = \frac{H_{max} - H_{min}}{2} \text{-----}(4)$$

Dónde:

h: Altura media (m)

Hmax: cota máxima (m)

Hmin: cota mínima (m)

- **Pendiente Media de la Cuenca**

“Esta característica controla en gran parte la velocidad con que se efectúa la escorrentía superficial, por lo tanto, afecta el tiempo que toma el agua de la precipitación para concentrarse en los lechos fluviales que contribuyen la red de drenaje” (Peña, 2015).

**Ecuación 5:** Pendiente media de la cuenca (Peña, 2015).

$$Sc = \frac{D * L}{A} \text{-----}(5)$$

Dónde:

D = La equidistancia entre las curvas consideradas de nivel.

L = Longitud total de las curvas de nivel, y

A = Área de la cuenca

## b) Parámetros de relieve

- **Curva hipsométrica (CH).**

Es el parámetro que nos da la distribución altimétrica de las superficies por

encima o debajo de cada cota. También se le considera como una forma de representar el perfil de la cuenca y su pendiente media en  $m/km^2$ .

Es una representación gráfica del relieve de una cuenca. Representa la variación de la elevación del territorio de la cuenca con referencia al nivel medio del mar. Se representa por medio de un gráfico que muestre el porcentaje de área de drenaje que existe por encima o por debajo de varias elevaciones (Figura 9) (Peña, 2015).

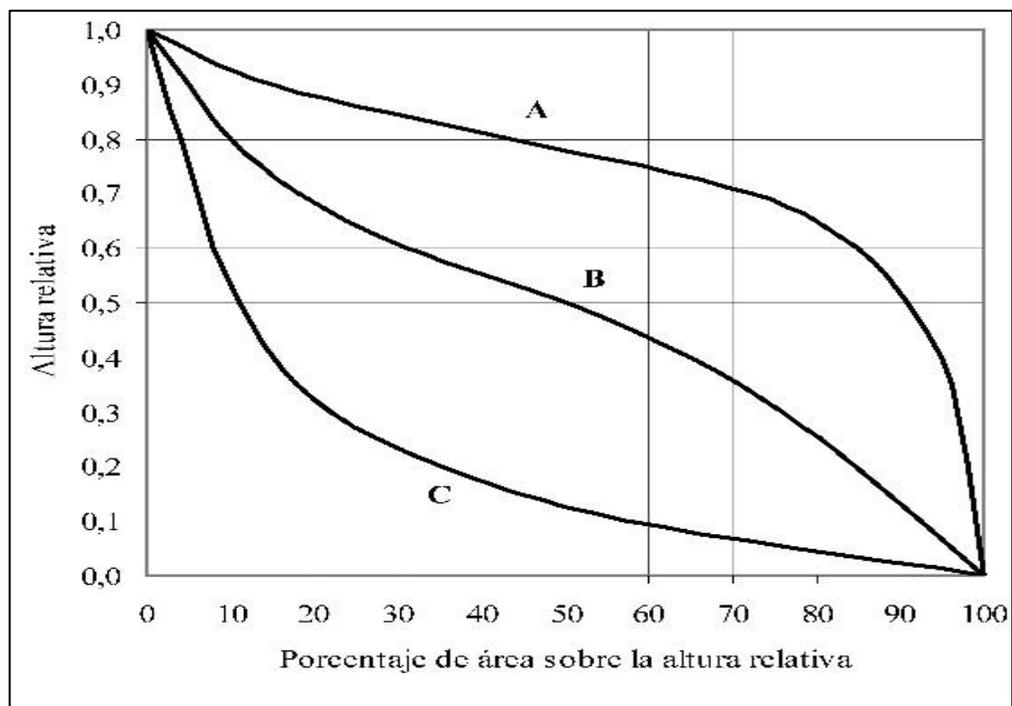


Figura 9. Curva hipsométrica adimensional.

FUENTE: Peña (2015).

- **Pendiente media de la cuenca (PM).**

De acuerdo a López Cadenas de Llano (1998), citado por Gaspari, Rodríguez y Senisterra (2013) “el proceso de degradación que es sometida una cuenca hidrográfica, como del caudal máximo, están influenciados por la configuración topográfica, debido a que la erosión se manifiesta en mayor o menor grado de

acuerdo a los distintos grados de pendiente”.

Según la clasificación de López Cadenas de Llano (1998), citado por Gaspari, Rodríguez y Senisterra (2013), la pendiente refleja los diferentes tipos de relieve, considerándose muy plano a un relieve menor del 0,5 %; plano a 0,5 a 1 %, de 1 a 3 % suave; de 3 a 12 % presenta lomadas; 12 a 20 % relieve accidentado; 20 a 50% muy fuerte; escarpado cuando se distribuye entre 50 y 75 %, y mayor al 75 % se corresponde a un relieve muy escarpado.

**Ecuación 6:** Pendiente media de la cuenca (Vásquez et al., 2016).

$$PM = 100 * \left[ \frac{(H*L)}{A} \right] \text{-----}(6)$$

Donde:

- PM: Pendiente Media (%)  
 H: Equidistancia entre curvas medidas (km)  
 L: Longitud de las curvas de nivel (km)  
 A: Superficie (km<sup>2</sup>)

### C. Parámetros de drenaje

#### Densidad de drenaje (Dd)

Es la relación que existe entre la longitud total de los cursos de agua y la superficie de la cuenca. Este parámetro es importante en hidrología por ser indicador de los elementos de un área con relieve sujeto a erosión. Cuando se tiene una cuenca con un sistema de drenaje muy desarrollado la extensión media de los terrenos por donde se realiza el escurrimiento superficial es corto y por tanto también será corto el tiempo en alcanzar los cursos de agua.

**Ecuación 7:** Densidad de drenaje (Vásquez et al., 2016).

$$Dd = \frac{Li}{A} \text{-----}(7)$$

Donde:

Li: Longitud de todos los cauces

A: Área total de la cuenca

- **Extensión media de escurrimiento superficial**

Es el recorrido promedio en línea recta que el agua de lluvia tiene que realizar sobre la superficie de la cuenca antes de alcanzar a un curso de agua en menor tiempo. Su valor es dado por la siguiente fórmula:

**Ecuación 8:** Extensión media de escurriendo (Vásquez et al., 2016).

$$Es = \frac{A}{4Li} \text{-----}(8)$$

Donde:

Es: Escurrimiento superficial

A: Área total de la cuenca

Li: Longitud de todos los cauces

- **Tiempo de concentración (Tc)**

“El tiempo que tarda el flujo superficial en contribuir al caudal de salida, desde el punto más alejado hasta la desembocadura de la cuenca” (Gaspari, Rodríguez y Senisterra 2013).

**Ecuación 9:** Extensión media de escurriendo. Gaspari (2001).

$$Tc = 0,06628 * \left( \frac{L^{0,77}}{J^{0,385}} \right) \text{-----}(9)$$

- **Cálculo de caudales (Cc)**

Para determinar actualmente el caudal de un curso se agua se recurre a diversas

metodologías y a diversos equipos de medición de mayor precisión. Para el caso del estudio solo pudimos realizar a través del Método del flotador que consistió en medir la velocidad en el centro del curso de agua usando boyas de Tecnopor de baja densidad. Se mide la sección transversal del canal o cauce natural y con estos dos datos se halla el caudal, utilizando la siguiente formula:

**Ecuación 10:** Calculo de caudal. Vásquez et al. (2016).

$$Q = V * A \text{ -----(10)}$$

Donde:

$$Q = \text{Caudal del agua en } \frac{m^3}{s} \text{ o } \frac{L}{s}$$

V = Velocidad media del agua

A = area de la seccion transversal del cauce en m<sup>2</sup>.

Repitiéndose 5 veces el mismo proceso obteniéndose 5 tiempos de la cual se obtiene un promedio. Así mismo para medir la sección del área del cauce, realizando la medición de la profundidad cada 50 cm a lo ancho del cauce, sacamos en promedio, teniendo en consideración los puntos extremos que tienen los cauces.

**Ecuación 11:** Profundidad media del cauce Vásquez et al. (2016).

$$\text{Profundidad media} = \frac{h_1+h_2+h_3+h_4+h_5+\dots+h_n}{n} \text{ .....(11)}$$

Donde:

Donde h1 y hn= 0

De allí se obtiene lo que es la sección transversal.

Area = Ancho \* Profundidad

Luego de hallar la sección transversal entonces aplicamos la fórmula del caudal.

Caudal= *Velocidad media \* area*

El caudal nos dio  $\frac{m^3}{s}$  o  $\frac{l}{sg}$

Para este caso se ubicó una zona apropiada a fin de realizar las mediciones, tomando en cuenta tramos rectos del cauce y que este libre de palizadas o cualquier obstrucción. Haciendo uso de una driza y una wincha de 30 m. Tomadas de una orilla a otra de la quebrada y con el apoyo de otra persona se tomaron puntos de medición de la profundidad en la sección del ancho, así como la velocidad del agua en la quebrada se utilizó un cronometro para medir el tiempo que recorre en el agua un objeto de densidad baja en 10 metros. Se registrará la lectura del cronometro que reflejará la velocidad del caudal. La información luego es procesada a fin de obtener el volumen de agua o caudal del rio en cada parte de la cuenca.

### **B) Análisis de la calidad de agua en base a parámetros físico-químicos.**

Dentro de la microcuenca Chonta se seleccionó estratégicamente: parte alta, parte media y parte baja, en cada una de ellas se tomaron muestras de agua para realizar la evaluación de parámetros fisicoquímicos in situ haciendo uso de un equipo manual manipulado en trabajos de monitoreo, para evaluar la calidad del agua. Es un método sencillo, y de bajo costo, confiable para realizar análisis de aguas en fuentes naturales de agua dulce.

Estas pruebas pueden medir hasta ocho parámetros básicos de la calidad del agua siendo las más comunes: bacterias, coliformes, el oxígeno disuelto, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), los nitratos, el pH, los fosfatos, la temperatura, y la turbidez

Del total de los parámetros que se pueden medir con este kit, en el trabajo de investigación solo se midieron datos de oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, temperatura del agua, pH, y turbidez.

A continuación, mencionamos los parámetros medidos durante este trabajo de investigación:

### a) Medición de la temperatura del agua

Este parámetro fue evaluado con un termómetro previamente calibrado. El instrumento de medición (termómetro) debe evitar el descalibrado y errores en la lectura por el calor de la mano, introduciendo en el agua y dejando sumergido aproximadamente por unos dos minutos, inmediatamente se saca el termómetro para la lectura correspondiente.

### b) Medición del pH

De igual manera para registrar el pH, se colecto una muestra de agua del río en un envase limpio, a ésta se le coloco el reactivo (pastilla) de pH. Seguidamente se procede a tapar la muestra y agitar hasta que se disuelva por completo la pastilla. Inmediatamente se coteja el color de la muestra arrojado de acuerdo a la gráfica de color del pH (Figura 10).

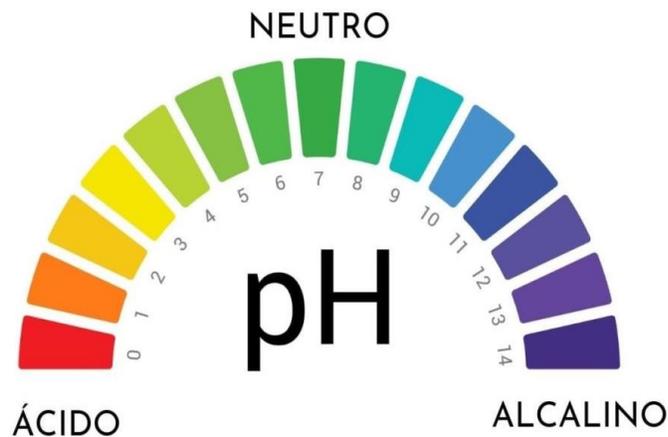


Figura 10. Escala de color del pH de agua.

Fuente: extraído de Indicadores de Ph elaborado por Lifeder (2021) (<https://www.lifeder.com/indicadores-ph/>).

### c) Medición del oxígeno disuelto

Al igual que los otros parámetros, se toma una muestra del agua del riachuelo en un envase limpio se llena completamente hasta el borde y luego se introduce

los dos reactivos (pastillas) para determinar el "oxígeno disuelto". Se tapa el envase, a medida que se presiona sobre la tapa del envase esta desborda un poco de agua. Se mezcla el contenido de la muestra por un término de cuatro a cinco minutos, tiempo en que demora el reactivo en disolverse, se espera por un término de cinco minutos más a fin de observar el color que va tener la muestra en el envase. Se compara el color de la muestra de acuerdo al panel de colores para determinar el oxígeno disuelto (Figura 11).

<b>Nivel de OD</b> <i>(in ppm)</i>	<b>Calidad del Agua</b>
0,0 - 4,0	<b>Mala</b> Algunas poblaciones de peces y macroinvertebrados empezarán a bajar.
4,1 - 7,9	<b>Aceptable</b>
8,0 - 12,0	<b>Buena</b>
12,0 +	<b>Repita la prueba</b> El agua puede airearse artificialmente.

Figura 11. Escala de nivel de OD en el agua.

Fuente: Tomado de Programa Reto Mundial para la Vigilancia del Agua.

#### **d) Medición de la turbidez**

Para medir este parámetro utilizamos el envase del kit donde que hay una calcomanía en la base, con el disco de Secchi, donde se llena de agua hasta la línea de turbidez que se encuentra indicada en el envase. Seguidamente se compara el índice de turbidez con el disco de resultados.

Los resultados obtenidos se han interpretado haciendo uso de la escala del 1 al 4 (parámetros físico-químicos) de acuerdo a la Tabla 6.

### e) Medición de nitrato

Se toma la muestra de agua hasta alcanzar los 5 ml, se agrega el reactivo (pastilla) de nitrato, luego se coloca la tapa de la probeta para su disolución del contenido, luego de cinco minutos se obtiene el color de la muestra. Luego se compara el color de la muestra obtenida con el de la gráfica de color de nitrato (Figura 12).

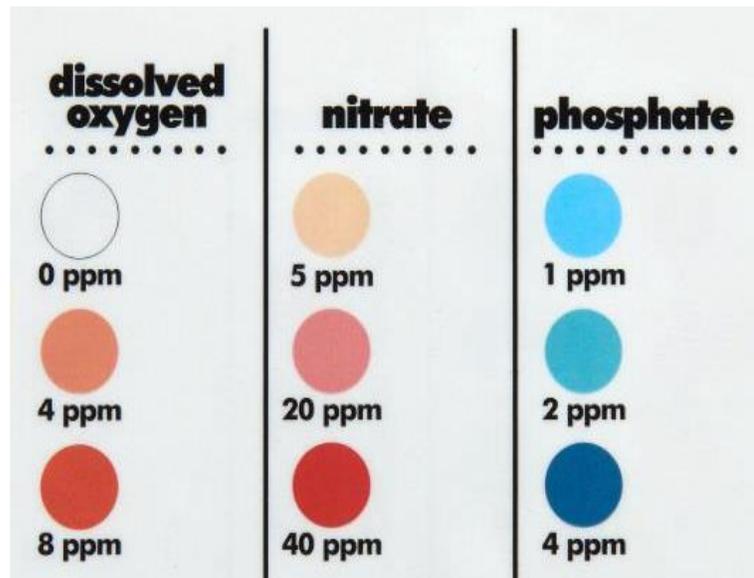


Figura 12. Escala para el nivel de Nitrato, OD y fosfato en el agua.

Fuente: Tomado de Programa Reto Mundial para la Vigilancia del Agua

### f) Medición de fosfato

Se toma la muestra de agua hasta el nivel de los 10 ml. A la muestra se agrega la pastilla (reactivo) de fosfato. Tapamos la probeta y se disuelve el contenido de la muestra, esperamos cinco minutos para obtener el color de la muestra. Se compara el color de la muestra con la gráfica de color de fosfato (Figura 12).

Tabla 6. Parámetros de evaluación para determinar la calidad del agua

FACTOR DE PRUEBA	RESULTADO	PUNTUACION
Oxígeno Disuelto	91-110% de saturación	4 (excelente)
	71-90 % de saturación	3 (bueno)
	51-70 % de saturación	2(regular)
	<50 % de saturación	1(bajo)
DBO	0 ppm	4 (excelente)
	4 ppm	3 (bueno)
	8 ppm	2(regular)
pH	4	1(bajo)
	5	1(bajo)
	6	3 (bueno)
	7	4 (excelente)
	8	3 (bueno)
	9	1(bajo)
	10	1(bajo)
Nitrato	5 ppm	2(regular)
	20 ppm	1(bajo)
	40 ppm	1(bajo)
Fosfato	1 ppm	4 (excelente)
	2 ppm	3 (bueno)
	4 ppm	2(regular)
Turbidez	0 UTJ	4 (excelente)
	>0-40 UTJ	3 (bueno)
	>40-100 UTJ	2(regular)
	>100 UTJ	1(bajo)

Fuente: (Lamotte Company 2010).

### **C) Construcción y definición de indicadores**

Con el propósito de evaluar el estado actual de la microcuenca quebrada Chonta se ha realizado un diagnóstico, donde se han utilizado criterios considerando una visión sostenible de los recursos naturales y muy sobre todo del agua en donde se han considerado áreas de influencia que ejercen presión sobre la microcuenca.

Dentro de la gestión sostenible del agua están enmarcadas las influencias de los espacios de desarrollo como es el institucional, el socioeconómico, el ambiental y territorial. Podemos decir que cada uno de estos tienen un rol preponderante dentro de la gestión sostenible del recurso hídrico, haciéndose cargo del uso (sea esta eficiente o no) del agua por lo que es necesario el involucramiento y la integración entre los diferentes sectores con el propósito de alcanzar la sostenibilidad y preservación del recurso hídrico.

En esta parte del trabajo se elaboró en dos partes principales: 1.) Construcción y definición de indicadores. 2.) Integración de indicadores en el modelo Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (FPEIR).

Seguidamente realizamos una breve descripción (Figura 13).

- **Construcción de indicadores:**

Para entender mejor realizaremos un esquema del trabajo realizado.

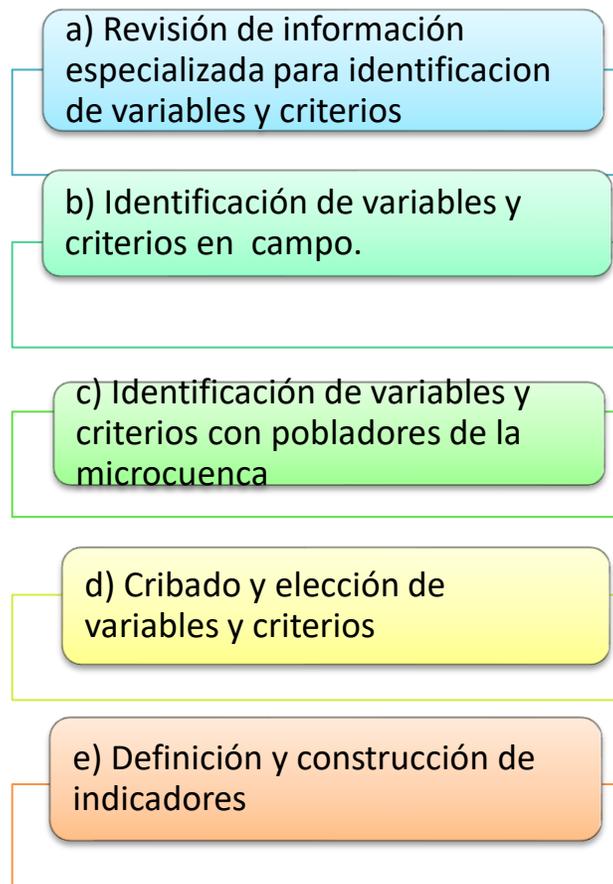


Figura 13. Esquema para construcción de indicadores.

**a) Revisión de información especializada para identificación de criterios y variables:**

Se revisaron más de 40 publicaciones de trabajos especializados sobre indicadores de desarrollo sostenible en la que se reportan trabajos aplicados en diferentes lugares, en donde se identifican factores, criterios y variables.

**b) Identificación de variables y criterios en campo:**

En esta parte del proceso se realizó una visita “in situ” al área de estudio con la finalidad de poder identificar aquellas variables y criterios que son relevantes para contrastar posteriormente con lo considerado con los pobladores o usuarios de la quebrada microcuenca Chonta.

**c) Identificación de variables y criterios con pobladores de la microcuenca:**

Con la finalidad de conocer cuáles son los factores más importantes para los usuarios se realizaron entrevistas a personas previamente identificadas dentro de la microcuenca Chonta.

De las entrevistas realizadas, se eligió a aquellos elementos de acuerdo a la apreciación de los pobladores, que luego fueron comparados con trabajos bibliográficos y se elaboró un cuadro de análisis, considerando los factores externos más resaltantes, en base a la frecuencia de mención. Los elementos que fueron seleccionados se usaron posteriormente aplicando el modelo FPEIR.

**d) Cribados y elección de variables y criterios:**

Considerando los criterios obtenidos de la literatura revisada, se elaboró una matriz en la cual se iba anotando la frecuencia en la que cada elemento fuera mencionado. Así mismo para la selección de las variables más importantes, fueron considerados aquellos aspectos considerados también en trabajos similares realizados en nuestro país y en otras partes del mundo (Tabla 7).

**e) Definición y construcción de indicadores:**

Para la construcción de indicadores fue necesario buscar la información que nos permitiera generar valores o datos cuantitativos o cualitativos del indicador.

Tabla 7. Criterios fundamentales para la formulación de indicadores.

<b>Criterios para definir indicadores</b>	<b>Características para cada criterio</b>
Medible	Valores medibles o al menos observables
Sensible a cambios	Sensible a las tendencias cambiantes a corto y mediano plazo
Comprensible	Simple, claro y fácil de entender para quienes hacen uso de ellos.

Comparable	Permite temas comparables o intersectoriales.
Relevancia	Información relevante para determinar objetivos y metas
Predictivo	Provee señales de advertencia en torno a los cambios futuros
Objetivo	Presenta objetivos a alcanzar, comparable a la situación inicial
Representativo	Información representativa del objeto de estudio o evaluación
Pertinencia política y utilidad para usuarios	Facilita la toma de decisiones al permitir la participación de todos los sectores

Fuente: Martin (2015).

- **Integración de indicadores al Modelo FPEIR**

En esta parte, para la integración de los indicadores tuvimos como referencia al modelo FPEIR. Haciendo uso de este modelo se consideró a los indicadores para Fuerza Presión (Causa), Presión, Estado, Impacto y Respuesta, en cada caso se evaluó el estado de cada criterio (Tabla 8).

Tabla 8. Tipos de indicadores para evaluar el impacto en los recursos naturales.

<b>Tipo de Indicador</b>	<b>Enfocados en</b>
<b>Fuerza motriz</b>	Situaciones que causan presión sobre diferentes ecosistemas y el medio ambiente. Se refieren a procesos fundamentales en la sociedad que impulsan actividades con impacto directo en el ambiente; describen los desarrollos sociales, demográficos, económicos y los correspondientes a cambios en el estilo de vida, principalmente a niveles de consumo y modos de producción.
<b>Presión</b>	Acciones antrópicas que ejercen presión sobre los recursos y sus procesos ecológicos esenciales; describen procesos como la liberación o emisión de sustancias, agentes físicos y biológicos, el uso de

	recursos por actividades humanas
<b>Estado</b>	Fenómenos observables en la naturaleza, cuya variación indica si la situación mejora o empeora. Describe, cuantitativa y cualitativamente, un fenómeno físico, biológico o químico.
<b>Impacto</b>	Cambios medibles en el estado del ambiente directamente imputables a una actuación específica.
<b>Respuesta</b>	Mecanismos de respuesta que evidencian la capacidad del gobierno, sociedad, industria u otras instituciones para atender los desafíos de la gestión. Describe los esfuerzos sociales y políticos para prevenir, compensar, mitigar o adaptarse a los cambios en el medio.

Fuente: Martin (2015).

## CAPITULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### 4.1. Diagnostico situacional de la microcuenca quebrada Chonta.

Mediante la caracterización de la microcuenca Chonta, nos ha permitido realizar un diagnóstico situacional de la misma, es así como podemos ver en la Tabla 9, se muestran los principales parámetros morfométricos de la microcuenca que fueron obtenidos con el software IDRISI selva.

Tabla 9. Parámetros morfométricos de la microcuenca Chonta

PARAMETROS MORFOMETRICOS MICROCUEENCA- QUEBRADA CHONTA	
Área (km <sup>2</sup> )	356,2
Perímetro (km)	156,05
Longitud del cauce principal (km)	39,14
Longitud total de red hídrica (km)	75,74
Coefficiente de compacidad (Kc)	2,3
Factor de forma (Ff)	0,23
Densidad de drenaje (Dd)	0,30
Escorrimento superficial (Es)	0,83
Ancho medio (km)	6,42
Pendiente media (%)	3,0
Clasificación	Endorreica
Forma de la cuenca	Alargada
Forma de la red de drenaje	dendrítico
Orden según su drenaje	3er. orden

De acuerdo a estos resultados obtenidos podemos ver que el valor del Coeficiente de compacidad (Kc) es mayor a la unidad (1), cuyo valor es 2,3 lo que nos indica que la microcuenca tiene una forma alargada y un Factor de forma (Kf) que tiene un valor que nos indica que la cuenca no está expuesta a crecidas ni a inundaciones tal como podemos ver en la Figura 14.

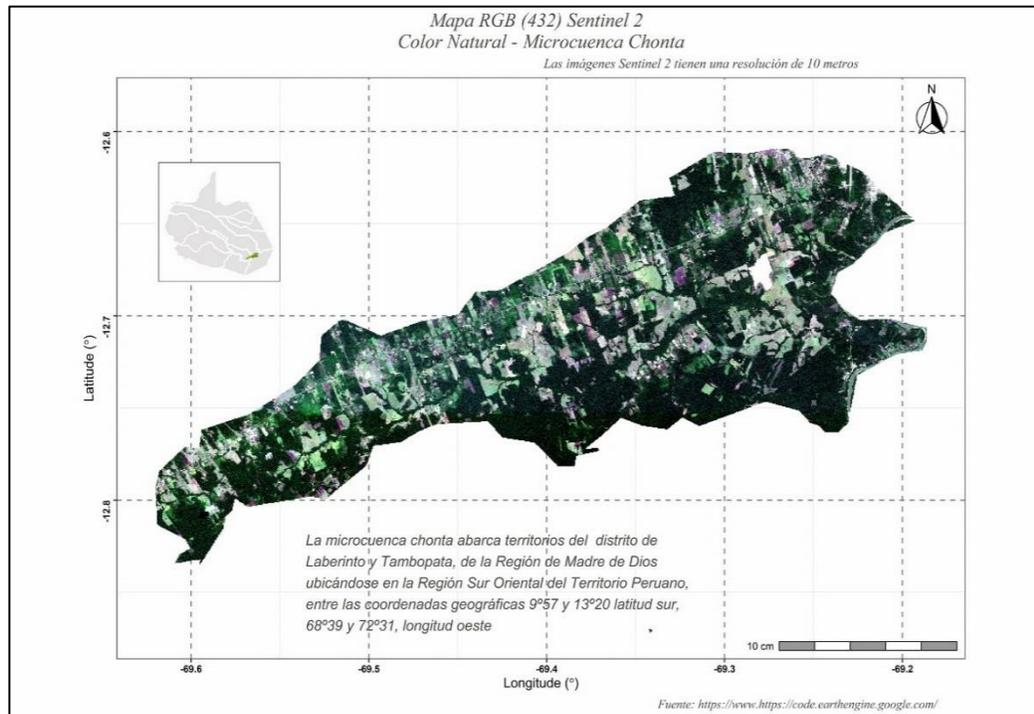


Figura 14. Mapa de características principales de la microcuenca Chonta.

De igual manera pudimos obtener el mapa de la red de drenaje donde nos indica que la microcuenca pertenece a una cuenca de tercer orden según Horton.

La información obtenida es producto del procesamiento de información obtenida en campo así como el empleo del programa SIG ARC/INFO siendo de uso importante en el acondicionamiento cartográfico y el arreglo en los mapas temáticos generados

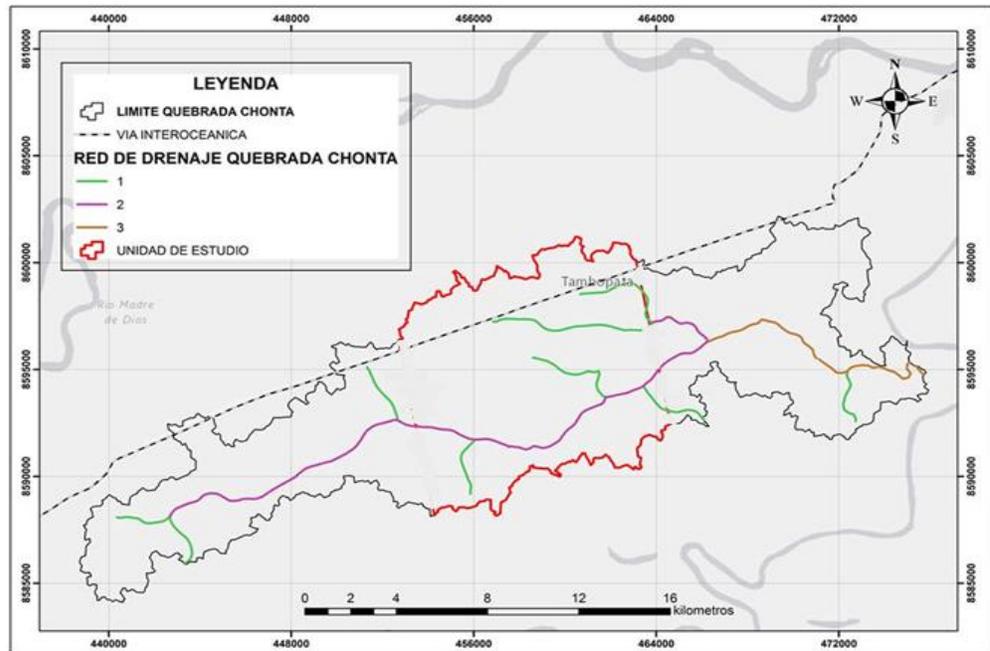


Figura 15. Jerarquización de la red hidrográfica de la microcuenca quebrada Chonta.

De la misma manera en la Figura 15, nos muestra el mapa de la red hidrográfica de la microcuenca Chonta, donde se aprecia las ordenes de los diferentes cursos de agua, llegando a tener una red de cauces de tercer orden.

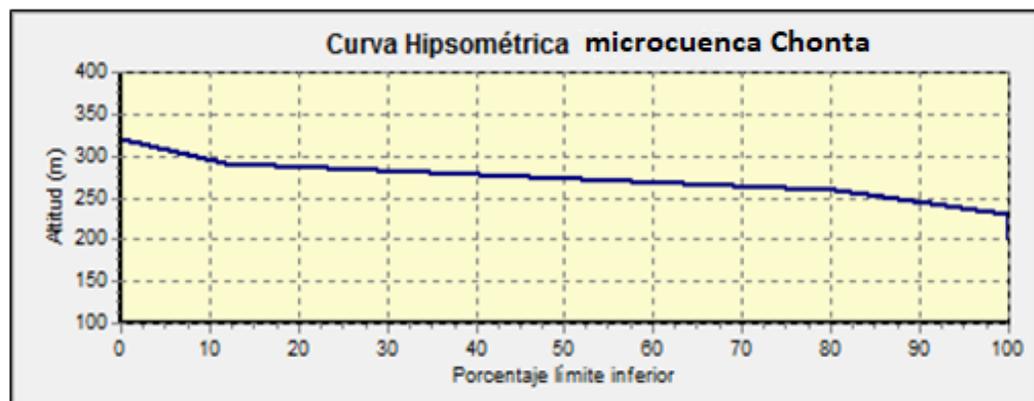


Figura 16. Curva hipsométrica de la microcuenca quebrada Chonta.

En la Figura 16 nos muestra la curva hipsométrica de la cuenca, tal como podemos observar nos indica que la microcuenca Chonta es una cuenca de llanura no muestra alturas muy pronunciadas.

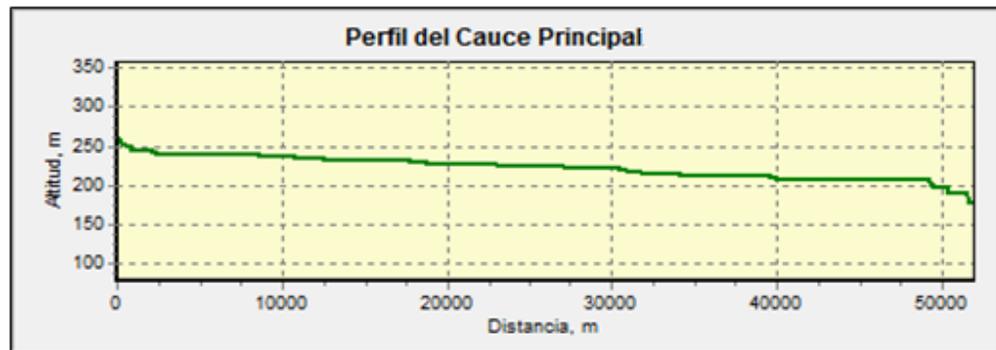


Figura 17. Perfil del cauce principal de la microcuenca quebrada Chonta.

Esta Figura 17 guarda relación con la curva hipsométrica ya que esta nos muestra el escurrimiento superficial por medio del perfil del cauce principal.

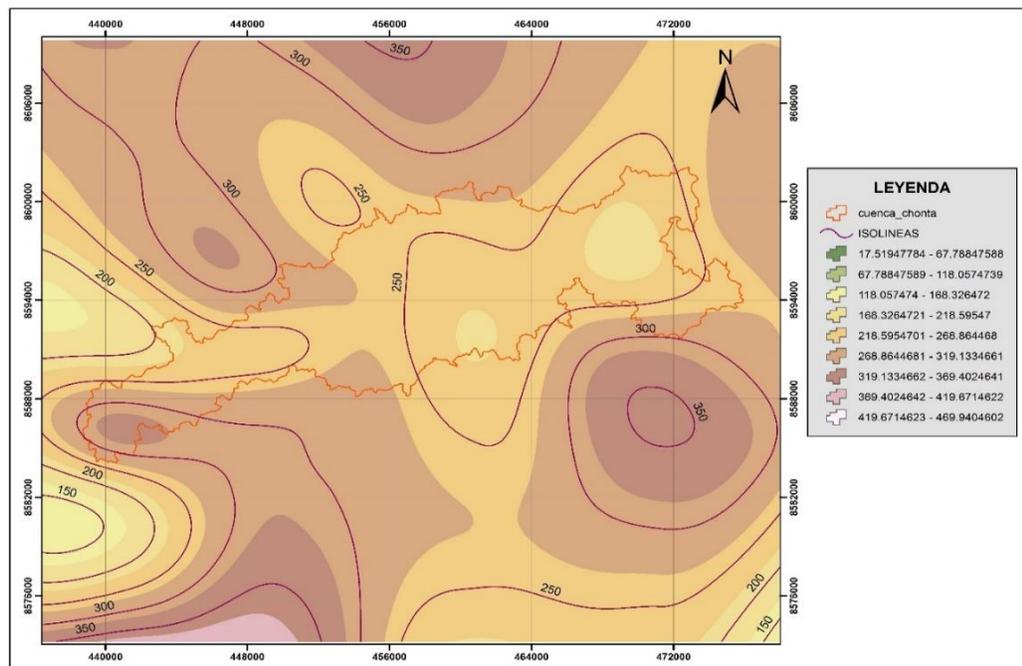


Figura 18. Mapa de isoyetas de la microcuenca quebrada Chonta.

Complementariamente se realizó un mapa de la distribución de la precipitación pluvial a través del método de las Isoyetas, tal como se aprecia en la Figura 18, la precipitación pluvial dentro de la microcuenca Chonta se manifiesta con mayores precipitaciones en la parte alta y menores precipitaciones en la zona

baja. La zona alta tiene un promedio de 409 mm/año, y la zona baja 200 mm/año.

La zona media presenta altos valores de precipitaciones alrededor de 250 y 300 mm/año.

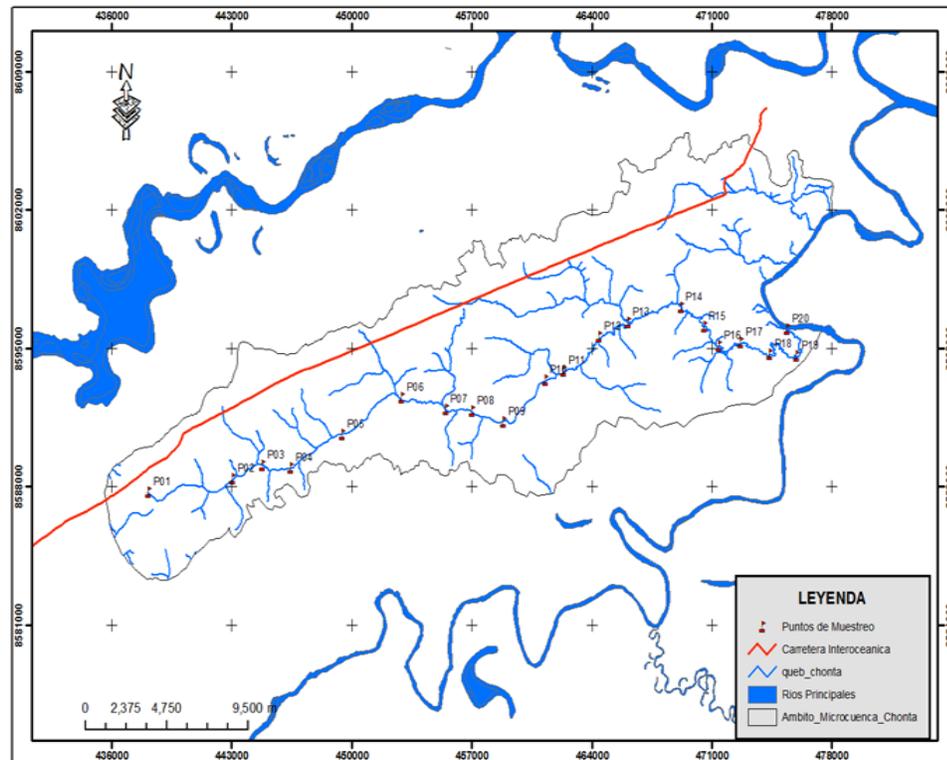


Figura 19. Mapa de red hidrográfica de la Microcuenca Chonta.

Considerando la red de hídrica de la microcuenca pudimos determinar los parámetros de drenaje tal como es la densidad de drenaje ( $D_d$ ) cuyo valor es de 0,30 cuyo valor es inferior a 0,5 lo que nos indica que es una cuenca con drenaje muy pobre. Así mismo logramos determinar el E scorrimento Superficial ( $E_s$ ) cuyo valor es igual a 0,83 lo que nos indica que en la cuenca del río Chonta, la lámina de agua superficial tiene que recorrer un promedio de 830 m en promedio para llegar al cauce principal. En la Figura 19, se puede apreciar la red hidrográfica de la microcuenca Chonta.

Como parte de la caracterización se realizó también un análisis de otros mapas

a fin de determinar otras características importantes que también nos serán útiles para determinar ciertos parámetros e indicadores para el Desarrollo Sostenible de la microcuenca Chonta.

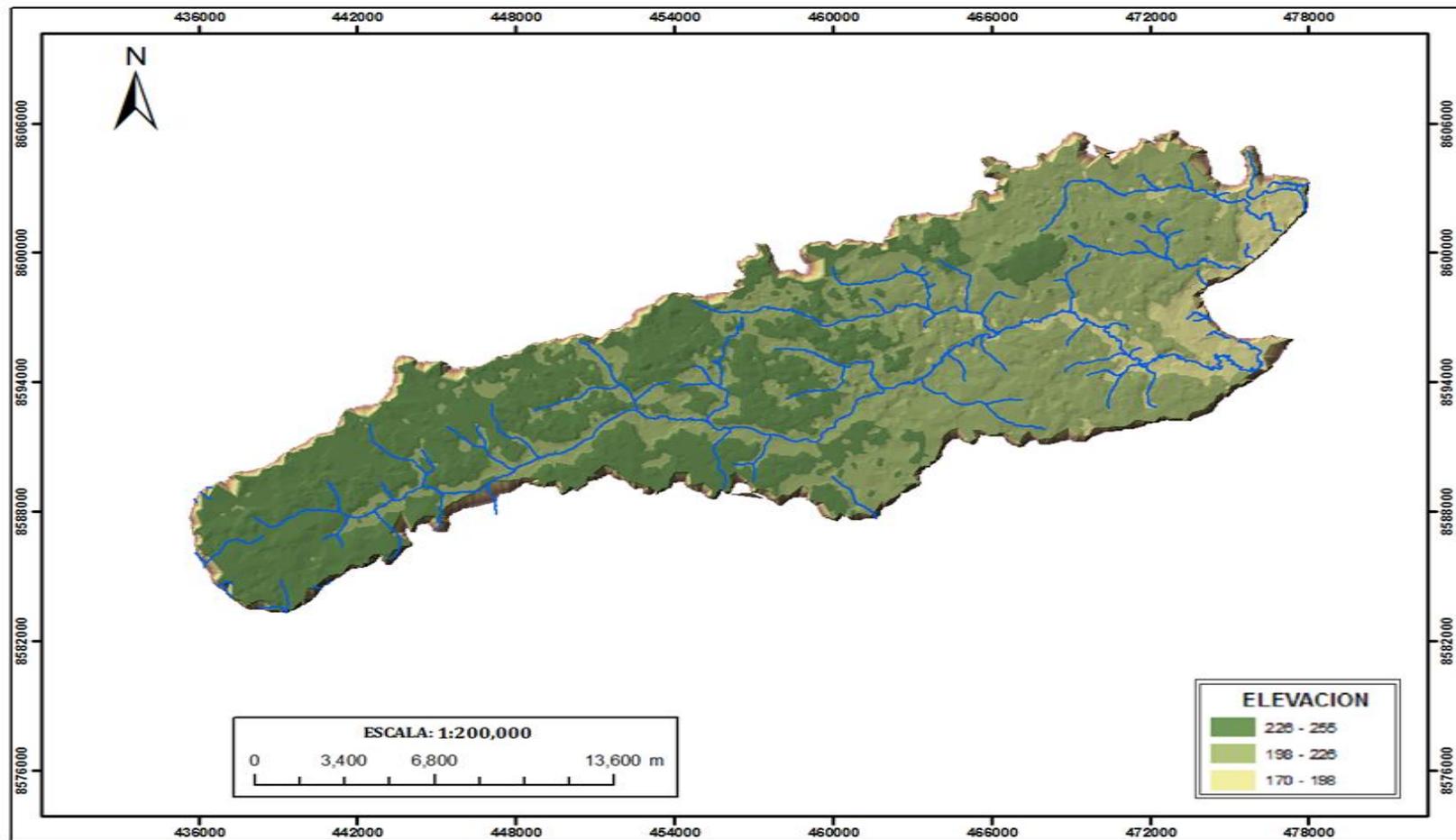


Figura 20. Mapa de elevaciones topográficas de la microcuenca Chonta.

En la Figura 20 podemos ver que el terreno presenta superficie plana y ligeramente accidentada, en algunas partes con pendientes que van de suaves a moderadas y con pequeñas quebradas.

Las alturas del relieve dentro de la microcuenca quebrada Chonta va desde los 106 msnm., hasta los 255 msnm., como máximo, por lo mismo que las pendientes que existen son muy ligeras.

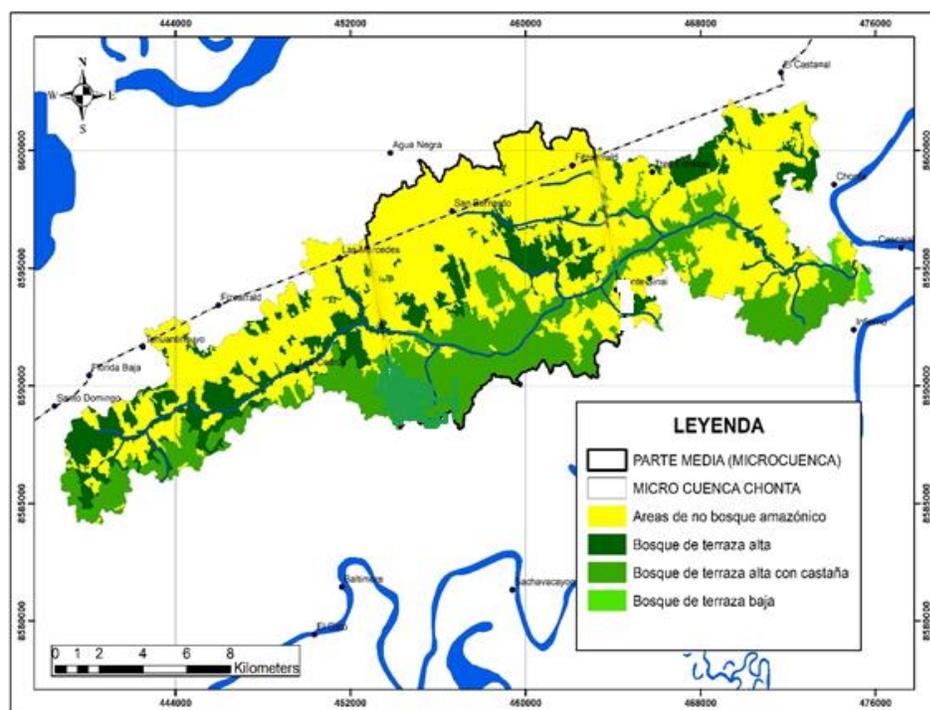


Figura 21. Tipos de bosque existente en la microcuenca Chonta.

De la misma manera podemos ver el mapa de la existencia de los tipos de bosque existente dentro del área en estudio. Actualmente la zona cuenta con áreas forestales, pero esta se encuentra susceptible a la deforestación puesto que se ha identificado constantes talas y roces de zonas forestales para abrir nuevos caminos y para su comercialización siendo estos visibles debido a la

formación de grandes pastizales. Según estudios realizados en la localidad de Chonta da como resultado que según la clasificación de deforestación citado por Catalán (1991), la deforestación es muy alta, siendo el índice de deforestación el 5,99%, siendo la Tasa media de Deforestación para la microcuenca quebrada - Chonta tiene una referencia de 1 046 ha/año. En el periodo 2001-2006 la deforestación incremento un área de 5 233 ha sumados la de forestación antes del periodo es de 14 756 ha. Ocasionando una degradación de sus propios suelos. Actualmente tenemos un 66% del área con tierras sin cobertura de bosque alguno, un 44% restante con cobertura de bosque de cierto tipo con tendencia a ir disminuyendo cada vez más debido a la presión humana tal como vemos en la Figura 21.

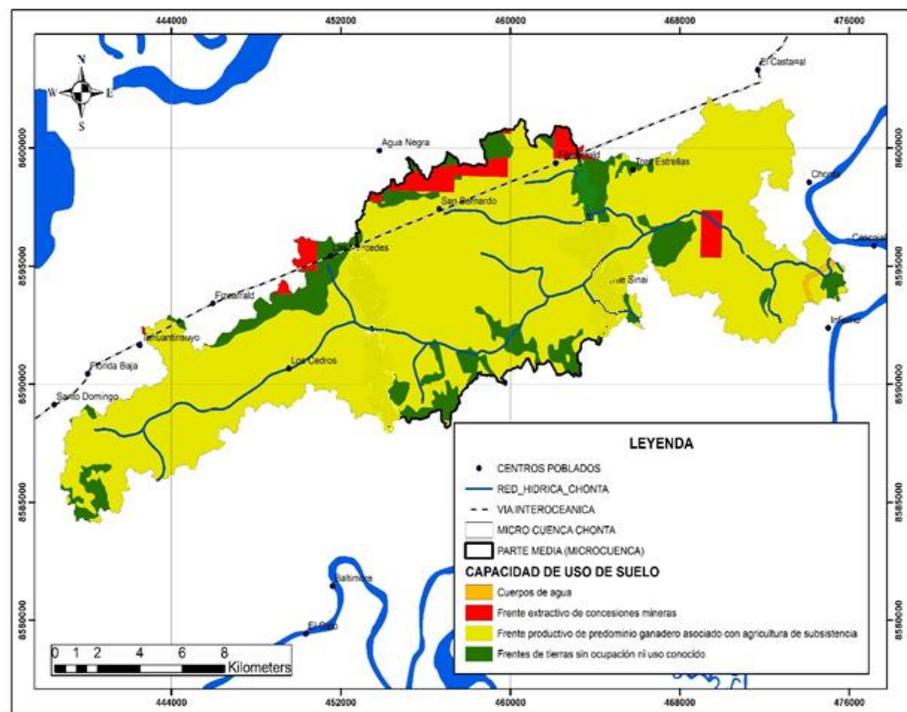


Figura 22. Mapa Capacidad de uso del suelo en la microcuenca de chonta.

Según la clasificación de capacidad de uso de suelo para el departamento de Madre de Dios (GEOSERVIDOR MINAM) en la microcuenca predominan áreas destinadas para agricultura y ganadería con una superficie total de 21, 015 ha.

Existe una agricultura incipiente y deficiente que no cubren las demandas y costos de producción que puedan lograr un desarrollo social de las poblaciones existentes dentro de la microcuenca Chonta. Según la Figura 22 podemos apreciar que de acuerdo a la capacidad de uso actual de los suelos de la zona de estudio está destinado para la agricultura y ganadería predominantemente.

#### 4.2. Factores que influyen en la generación de externalidades ambientales en las aguas de microcuenca quebrada Chonta

En lo que respecta a los caudales registrados en los diferentes tramos del cauce del río se tienen los siguientes registros:

##### PARTE ALTA

Tabla 10. Registro de caudales de la parte alta de la microcuenca Chonta

Punto de aforo	Lugar o localidad	Volumen del caudal (m <sup>3</sup> )
P1	Florida baja	0,06
P2	Tawantinsuyo	0,5
P3	Las Mercedes	1,6

##### PARTE MEDIA

Tabla 11. Registro de caudales de la parte media de la microcuenca Chonta

Punto de aforo	Lugar o localidad	Volumen del caudal (m <sup>3</sup> )
P1	San Bernardo	5,84
P2	Monte Sinaí	6,46

### PARTE BAJA

Tabla 12. Registro de caudales de la parte baja de la microcuenca Chonta

Punto de aforo	Lugar o localidad	Volumen del caudal (m <sup>3</sup> )
P1	Chonta	7,20
P2	Infierno	8,04
P3	Castañal	9,92

En las Tablas 9, 10 y 11 se encuentran los registros de los aforos realizados en diferentes tramos de la microcuenca donde se ven el aumento progresivo de los caudales aguas abajo. En cuanto al análisis de la calidad de agua presente en la microcuenca quebrada Chonta se obtuvieron los siguientes resultados obtenidos del campo y laboratorio:

### PARTE ALTA

Tabla 13. Registro de Análisis físico-químico de la microcuenca quebrada Chonta – Alta.

Procedencia: Florida Baja – Los Manantiales / PA1		Procedencia: Tahuantinsuyo/ PA2		Procedencia: Mercedes/ PA3 Las	
Variables	Medidas	Variables	Medidas	Variables	Medidas
Turbidez	0,66 NTU	Turbidez	0,72 NTU	Turbidez	0,79 NTU
Temperatura	26,5 °C	Temperatura	26,4 °C	Temperatura	26,8 °C
Cloro residual	0 mg/L	Cloro residual	0 mg/L	Cloro residual	0,2 mg/L
Alcalinidad	7 mg/L	Alcalinidad	10 mg/L	Alcalinidad	7,8 mg/L
Dureza	20 mg/L	Dureza	22 mg/L	Dureza	10 mg/L
Conductividad	14,3 µS/cm	Conductividad	16,88 µS/cm	Conductividad	11,47 µS/cm
Sólidos Totales	7,17 mg/l	Sólidos Totales	8,79 mg/l	Sólidos Totales	5,85 mg/l
pH	7,1 unidades de pH	Ph	6,9 unidades de pH	pH	7,0 unidades de pH
mV	66,6 mV	Mv	52,5 mV	mV	45,00 mV
Color Aparente	Claro	Color Aparente	claro	Color Aparente	Claro
Nitrato	1,1 ppm	Nitrato	1,3 ppm	Nitrato	1,0 ppm

De acuerdo a los análisis físico-químicos, tomados en cada punto diferente de la parte alta (Tabla 13). En los puntos PA1, PA2 y PA3 presenta una variación en ciertos parámetros como la turbidez que va desde 0,66 NTU a 0,79 NTU, esto se debería a un aumento de sedimentos o partículas en suspensión aguas abajo, por lo cual tendría un calificativo de bueno de acuerdo a la Tabla 6.

En cuanto a la dureza podemos ver que hay una variación considerable de los puntos PA1 y PA2 con respecto al punto PA3 en un rango de 10 mg/l. Esto se debería al incremento de otros cursos de agua que hacen que disminuya la presencia de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) aguas debajo de la parte alta, se puede considerar de una dureza blanda ya que los índices son menores a 50 mg/L de carbonato de calcio.

El pH, obtenido de los puntos PA1, PA2 y PA3, es de 7 siendo una puntuación de 4 con un resultado de excelente para la parte alta.

El Nitrato obtenido en los tres puntos evaluados fueron casi homogéneas, teniendo un resultado de 1,0 a 1,3 ppm, se encuentra entre 1,0 ppm y 2,0 ppm que son de bueno a excelente, lo que nos indica que los nutrientes del río son buenos, hace que haya presencia de fauna acuática.

### PARTE MEDIA

Tabla 14. Registro de Análisis físico-químico de la microcuenca quebrada Chonta - Media

Procedencia: San Bernardo / PM1		Procedencia: Monte Sináí/ PM2	
Variables	Medidas	Variables	Medidas
Turbidez	14, 3 NTU	Turbidez	17 NTU
Temperatura	27, 6 °C	Temperatura	28, 0 °C
Cloro residual	0, 2 mg/L	Cloro residual	0, 3 mg/L
Alcalinidad	12 mg/L	Alcalinidad	15 mg/L
Dureza	23 mg/L	Dureza	28 mg/L
Conductividad	17, 4 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Conductividad	21, 7 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Solidos Totales	7, 17 mg/l	Solidos Totales	8, 79 mg/l
pH	6, 7 unidades de pH	pH	6, 83 unidades de pH
mV	60, 6 mV	mV	57, 5 Mv
Color Aparente	Claro	Color Aparente	Claro
Nitrato	1, 4 ppm	Nitrato	1,8 ppm

El análisis físico-químicos para la parte media registrados en los puntos PM1 y PM2 (Tabla 14), tienen una turbidez de 14,3 NTU a 17, 0 NTU, por lo cual tendría un calificativo de bueno.

La dureza de los puntos PM1 y PM2, se cataloga como blanda ya que sus índices son menores a 50 mg/L de carbonato de calcio.

El pH, obtenido de los puntos PM1 y PM2 es homogénea y se cataloga con una puntuación de 4 como excelente.

El Nitrato obtenido en ambos puntos también son homogéneas, se encuentra entre 1 ppm y 2 ppm que son de bueno a excelente.

### PARTE BAJA

Tabla 15. Registro de Análisis físico-químico de la microcuenca Chonta - baja

<b>Procedencia: Infierno/ PB1</b>	
<b>Variables</b>	<b>Medidas</b>
Turbidez	40 NTU
Temperatura	27,0 °C
Cloro residual	0,3 mg/L
Alcalinidad	19 mg/L
Dureza	31 mg/L
Conductividad	26,7 $\mu$ S/cm
Solidos Totales	9,9 mg/l
Ph	7,0 unidades de pH
Mv	59,6 mV
Color Aparente	claro
Nitrato	1,78 ppm

El registro parte baja solo se realizó en un punto PB1 (Tabla 15), en los que se tiene los siguientes datos de turbidez de 40 NTU más alta que en la parte alta y media, a pesar de eso tiene un calificativo de bueno.

En cuanto a la dureza del PB1, es más alta que las partes alta y media a pesar de eso está considerada como blanda, su índice es menor a 50 mg/L de carbonato de calcio.

El pH, en este punto de registró es de 7 y se cataloga con una puntuación de 4 como excelente.

En lo que respecta al Nitrato obtenido en este punto de registro es de 1,78 ppm por debajo de 2 ppm por lo tanto es considerado como bueno a excelente.

### **4.3. Construcción e identificación de Indicadores**

#### **4.3.1. Aplicación de la metodología FPEIR para evaluar la sostenibilidad de la microcuenca quebrada Chonta.**

De acuerdo a lo evaluado en campo y en gabinete podemos mostrar los factores encontrados los mismos que han sido agrupados en cinco que corresponden a las Fuerzas Motrices, Presiones, Impactos, Estados y Respuesta. Para este caso se ha diseñado gráficamente la misma que será posteriormente analizada, con el propósito de simplificar su presentación y facilitar su comprensión.

En total fueron reconocidas 5 fuerzas motrices como las más relevantes, incluyendo la dinámica demográfica (F1), dinámica social (F2) dinámica económica (F3), dinámica ocupacional (F4) y dinámica política social (F5). Tales factores comprenden aspectos o fenómenos que causan o influyen en las presiones sobre el sistema de manejo y el ambiente en general.

Las presiones identificadas como más relevantes comprenden el uso del recurso hídrico (P1), generación de residuos sólidos (P2), actividades productivas (agricultura, ganadería y extracción maderera) (P3), y la degradación de recursos naturales (P4).

De acuerdo a las evaluaciones realizadas en situ y dentro del gabinete con la ayuda de ciertos programas se han podido seleccionar los diversos factores del

estado que vislumbran aspectos o fenómenos observables dentro del área de la microcuenca Chonta. Podemos considerar a la calidad del agua (E1), la calidad del aire (E2) y usos del suelo (E3), y la calidad de vida (E4).

De la misma manera para identificar los impactos más relevantes que se vienen generando en la microcuenca se han considerado la vulnerabilidad ambiental (I1), disminución de los recursos naturales (I2), transformación de los ecosistemas y paisajes (I3), Impacto en la calidad de vida (I4) Impacto económico (I5). Estos impactos generan cambios que pueden ser cuantificables y medir su situación directamente atribuible a las acciones antrópicas. Y por último en lo que respecta a los factores de respuesta, se han podido identificar que son muy pocos los cuales podemos mencionar a, la política regional sobre los recursos naturales (R1), propuestas de proyectos que consideran a Chonta (R2), documentos de gestión ambiental (R3). Estos factores son algunas acciones que se han identificado como respuesta por parte de la población y la de algunas instituciones que han servido para atender la problemática y los desafíos que enfrenta la microcuenca Chonta.

A continuación, mostramos de manera grafica en la Figura 23 los resultados de la identificación realizada de cada uno de los factores identificados para el modelo FPEIR

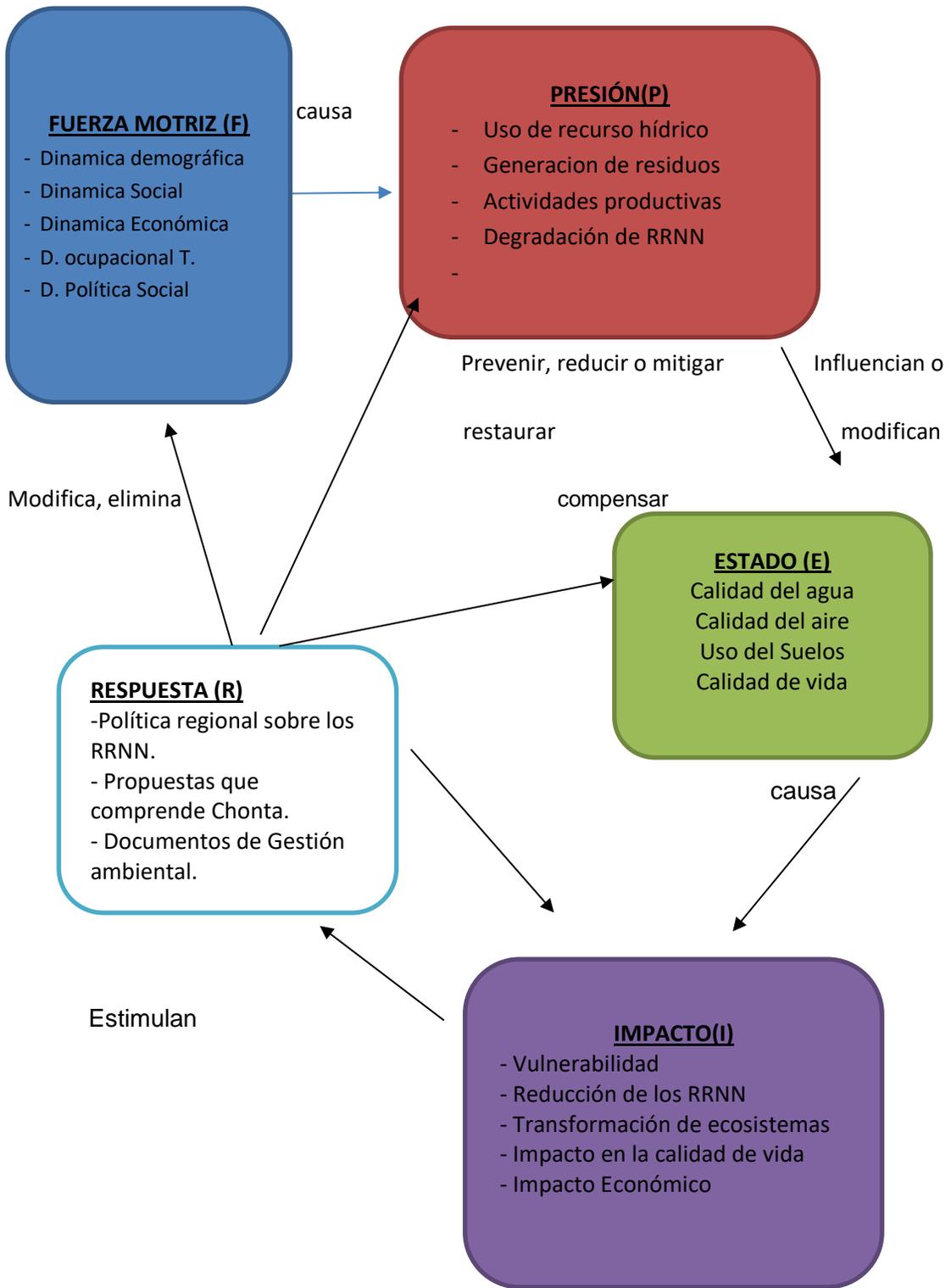


Figura 23. Modelo FPEIR identificado para la microcuenca Chonta.

### 4.3.2. Identificación de indicadores

Teniendo en consideración del criterio de sostenibilidad del recurso hídrico de la microcuenca quebrada Chonta, identificamos en la Tabla 16 los diferentes indicadores que ejercen presiones sobre la microcuenca.

Tabla 16. Descripción de los indicadores de la microcuenca Chonta.

Factores del Esquema FPEIR		Indicador	Descripción
<b>Fuerza Motriz</b>	Dinámica demográfica	Poblaciones existentes	Centros poblados
	Dinámica Social	Servicios básicos	% de población con servicios
	Dinámica económica	Actividades productivas	Tipos de actividades productivas
<b>Presión</b>	Uso del recurso agua	Estado del agua	Parámetros
	Generación de residuos	Tipos de residuos	Kg/ familia
	Presión de actividades antrópicas	Tipos de actividades	N° de actividades
	Degradación de RRNN	Estado de los recursos	% de áreas afectadas
<b>Estado</b>	Condición del aire	Fuentes de contaminación	Identificación de fuentes y cantidad
	Condición el agua	Calidad, cantidad, precipitación y otros	Estado del agua en m <sup>3</sup>
	Condición del suelo	Uso, capacidad, situación.	% de suelos de acuerdo a su condición
<b>Impacto</b>	Vulnerabilidad	Nivel de organización frente a desastres	N° de organizaciones
	Impacto en los ecosistemas	Efecto en los ecosistemas por el uso de los RRNN	Situación de los ecosistemas
	Impacto en la calidad de vida y salud	Nivel de la calidad de vida de las poblaciones	Acceso a servicios básicos
	Deterioro del patrimonio natural	Condición ambiental de la microcuenca	Disposición final de residuos
	Impacto Económico	Situación económica del poblador de la microcuenca	Nivel de ingresos promedio

	Impacto Social	Situación de la educación en la microcuenca Chonta	Nivel de educación alcanzada
<b>Respuesta</b>	Política regional sobre RRNN	Estado implementación de la política regional de RRNN.	Nivel de mejora de la situación ambiental dentro de la microcuenca.
	Propuestas que comprenden a la microcuenca Chonta	Proyectos ejecutados y en propuesta	N° de proyectos ejecutados y por ejecutarse
	Documentos de Gestión	Implementación de documentos de gestión en la microcuenca	Nivel de implementación de los documentos de gestión

### A. Análisis de Fuerzas motrices

- **Dinámica demográfica**

Existe la presencia de comuneros del lugar, con poca presencia de inmigrantes que fueron atraídos por la agricultura y ganadería. El incremento demográfico se ha notado recientemente por el asfaltado de la carretera interoceánica (Tabla 17).

Tabla 17. Población de la Microcuenca Chonta

	Centro poblado	Población			Habitantes
		(Familias)	Varones	Mujeres	
1	Tres estrellas	5	8	4	12
2	Fitzcarrald	12	22	24	46
3	Monte Sinaí	27	57	51	108
4	San Bernardo	81	88	65	153
5	Los Cedros	7	14	5	19
6	Tahuantinsuyo	2	4	2	6

7	Aguas blancas	3	3	1	4
8	Filadelfia	1	1	1	2
9	Manantiales	2	4	2	6
10	Progreso Verde	1	2	1	3
	<b>Total</b>	<b>141</b>	<b>203</b>	<b>156</b>	<b>359</b>

Fuente: INEI 2017.

Teniendo en consideración un índice de crecimiento poblacional de Madre de Dios que es igual al 3,7% anual según el INEI, al 2021 la población de la microcuenca alcanzaría una población de 401 habitantes.

- **Dinámica Social**

En los últimos años, hubo pocos proyectos de inversión que han sido propuestos por el gobierno regional y o tras entidades para desarrollarse dentro de la microcuenca Chonta. Las faltas de oportunidades y de mejores servicios hacen que se ejerza presión sobre los recursos naturales, contribuyendo a la contaminación de agua, suelo, flora y fauna (plantas, árboles, animales).

- **Dinámica Económica**

Se han identificado: las actividades productivas: producción agropecuaria, ecoturismo-recreación, industria, y comercio. La influencia de las actividades económicas que se realizan como: Agricultura (50%), Ganadería (35%). La fuerza motriz es el empleo informal que se genera por la producción de papaya y maíz. Los empleos son temporales, con un requerimiento mayor de mano de obra en la temporada de preparación de terreno y en cosecha.

**a) Agropecuaria:**

A pesar de su baja productividad la producción agrícola existe a largo del eje de la micro cuenca quebrada – Chonta, cultivos como el arroz, cítricos, plátanos, pastos, cacao, etc, así como la producción primaria de cabezas de ganado para

la producción de leche y carne. Igualmente tenemos la crianza de aves de corral las cuales son parte del abastecimiento del mercado local.

#### **b) Actividad Forestal:**

La corta de árboles es muy común; dentro de las comunidades, las especies más utilizadas son las palmeras (Arecaceas), Tahuarí (*Tabebuia sp*), tornillo (*Cedrelinga Catenaeformis*), shihuahuaco (*Dypterix micrantha*), bolaina (*Guazuma crinita*), etc. Constituye parte de la económica de la población, pero, sin embargo, la extracción viene ocasionando la disminución y/o extinción de algunas especies dentro del área de influencia tales como el shihuahuaco (*Dypterix micrantha*), Quillobordón (*Aspidosperma sp*), etc.

#### **c) Turismo y recreación:**

En estos últimos años se ha incrementado la presencia de centros recreacionales que hacen uso del agua y áreas al borde del río generando mayor presencia de desechos y residuos sólidos en la microcuenca. Dentro de la quebrada existen seis centros recreacionales. Así mismo por la vía carrozable a la comunidad de infierno hacen su ingreso turistas que ingresan a albergues para el turismo de naturaleza o ecoturismo no específicamente a la microcuenca quebrada Chonta sino a otras áreas cercanas.

- **Dinámica de Ocupación Territorial**

La población humana cerca de la microcuenca quebrada Chonta es casi poco notoria. La población existente ha ido ocupando espacios más para la agricultura y ganadería que se encuentran al borde del río ocasionando un deterioro ambiental a través de una excesiva presión sobre el recurso suelo.

Para poder resumir la descripción de los diferentes factores que se generan como una fuerza motriz resumiremos en la Figura 24:

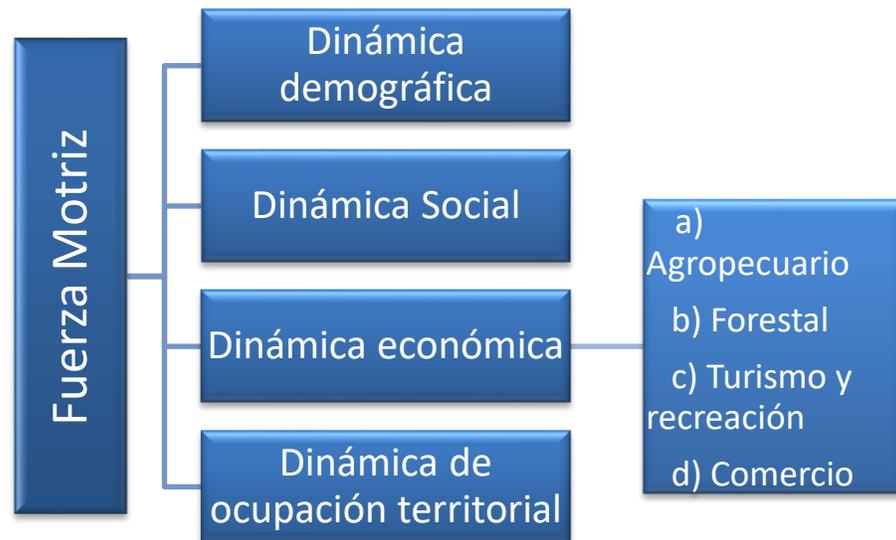


Figura 24. Esquema grafica de la identificación de Fuerzas Motrices.

## B. Análisis de Presiones

- **Uso del recurso hídrico (Figura 25)**

- a) Abastecimiento de agua para consumo humano:**

El servicio es de forma limitada, la localización de los centros poblados de diferentes poblaciones no cuenta con este servicio abasteciéndose con aguas de manantes directos sin ningún tratamiento alguno y otros de mayor demanda de pozas del sub suelo.

- b) Uso de agua para agricultura:**

Las aguas superficiales son aprovechadas para uso agrícola en muy poca escala en la microcuenca. La calidad de la misma se ve afectada por la contaminación derivada de los propios pobladores. Algunas localidades utilizan pozos tubulares y servicio de agua a vivienda como una alternativa para el riego a menor escala, algunos dependen netamente de las lluvias.

**c) Uso Pecuario:**

La calidad del agua utilizada en abrevar a los animales de crianza doméstica, es considerado como apropiado ya que no existe riesgo en alto contenido de sales y la presencia de elementos tóxicos en el agua que representaría un peligro para los animales corral y ganado. De acuerdo a la evaluación presencial y físico químico realizada para la calidad del agua para uso pecuario de la quebrada indican que todas las muestras de agua son de buena calidad, para ser utilizadas en abrevar a los animales, siendo apta para todas las clases de ganado y aves de corral.

- **Generación de residuos sólidos y líquidos.**

La generación de residuos sólidos y líquidos cerca de la microcuenca son puntuales cerca de las vías de acceso como es la carretera a la comunidad de Infierno y en los centros recreacionales que generan residuos los visitantes. Con respecto a la generación de residuos sólidos y líquidos no domiciliarios esto implica los relaves de la actividad agrícola y ganadera.

- **La presión de actividades antrópicas.**

Una de las actividades antrópicas de gran consideración es la mala práctica agrícola, situándose como un peligro eminente en degradación de la microcuenca donde se evaluó visualmente espacios agrícolas en lugares llanos semi llanos considerables lo cual implica la deforestación de especies forestales que protegen los suelos frágiles y los márgenes de los ríos.

Otra de las actividades antrópicas degradadoras podemos mencionar a la ganadería en las orillas de la quebrada y extracción de madera para uso de leña.

- **Degradación de recursos naturales.**

En estos últimos años la degradación de todos los recursos naturales como suelo, flora y fauna, ha venido aumentado de manera exponencial llegando así hasta el punto de desaparición, migración y contaminación de muchos ejemplares de como ejemplo peces, mamíferos, aves y especies forestales de importancia y de no importancia comercial y de consumo humano a lo largo de toda la microcuenca Chonta.



Figura 25. Esquema grafica de la identificación de Presiones.

### C. Análisis de Estado

En la Tabla 18, 19 y 20 detallamos algunos indicadores del estado del aire, agua y suelo principalmente en la microcuenca quebrada Chonta:

- **Condición del aire en la microcuenca**

Tabla 18. Análisis de estado del aire de la Microcuenca Chonta

Tema	Contaminación atmosférica.
Definición	Es la presencia que hay en el aire de partículas en suspensión o productos secundarios

	gaseosos que pueden provocar riesgo, daño o molestia para las personas, plantas y animales.
Relevancia e interacciones	La contaminación atmosférica puede provocar un riesgo para la microcuenca como son las infecciones respiratorias, enfermedades cardíacas, accidentes cerebrovasculares y cáncer de pulmón. Cambios en el clima y patrones de vida de la flora y fauna.
Unidad de medida	Ppm, g/m <sup>3</sup> , T CO <sub>2</sub> /ha.
Tablas de datos	No se tienen registros del volumen o cantidad de emisiones contaminantes a la atmósfera por diversos factores antropogénicos. Sin embargo podemos considerar el mayor problema es la quema de bosques secundarios para el barbecho de cultivos agrícolas y pecuaria. De acuerdo al estudio de Bardales (2014) en el distrito de campo verde (Ucayali) se estimó 264, 21 Tn CO <sub>2</sub> /Ha en bosques secundarios.
Situación general de la microcuenca	En general la microcuenca presenta gases contaminantes producidos por las quemaduras que se realizan como parte del barbecho y apertura de nuevas áreas de cultivo o para ganadería son uno de los principales indicadores de contaminación atmosférica.
<b>Tema</b>	<b>Ruido</b>
Definición	La Organización Mundial de la Salud (OMS) define como ruido cualquier sonido superior a 65 decibelios (dB).
Relevancia e interacciones	Los principales factores que dan origen a este tipo de contaminación en la microcuenca son en su mayoría producidas por actividades antropogénicas que muchas veces llegan a perturbar a las personas y la fauna local.
Unidad de medida	dB (decibeles)
Tablas de datos	No se tienen registros.
Situación general de la microcuenca	La contaminación sonora o nivel de ruido que se genera es producto de los vuelos aéreos ya que se tiene cerca al aeropuerto José Aldamiz, se tiene un registro diario entre ingresos y salidas de 8 vuelos.

- **Condición del agua en la microcuenca**

Tabla 19. Análisis de estado del agua de la Microcuenca Chonta

<b>Tema</b>	<b>Precipitación pluvial</b>
Definición	La precipitación es el agua procedente de la atmósfera que, en cualquiera de sus formas físicas, se deposita sobre la superficie de la tierra. El indicador mide la precipitación total media para la microcuenca de la quebrada chonta (mm). los datos son obtenidos en el estudio de chonta.
Relevancia e interacciones	Es un factor natural determinante directamente relacionado con los factores físicos que influyen sobre el comportamiento de la microcuenca especialmente en el ciclo del agua, además de un indicador de seguimiento de la explotación del recurso hídrico.
Unidad de medida	mm
Tablas de datos	En las partes alta y baja se registran un volumen mayor de precipitación pluvial en comparación de la parte media, el régimen de lluvias es el más escaso de toda la microcuenca quebrada chonta. La precipitación media multianual es 261 mm aprox. En toda la microcuenca.
Situación general de la microcuenca	En general la microcuenca presenta mayor régimen de lluvias en la parte alta y en la baja, siendo la parte media la que menos recibe precipitaciones. Igualmente, los meses más lluviosos son entre diciembre y marzo, y el menos lluvioso es entre abril y noviembre.
<b>Tema</b>	<b>Caudal</b>
Definición	Es un indicador de estado, se obtuvo en este caso de acuerdo al balance hidrológico.
Relevancia e interacciones	En su determinación influyen las presiones sobre el recurso, la regulación existente y la explotación del mismo, además es un factor vital para los caudales ecológicos necesarios para la sostenibilidad de la microcuenca y la protección del recurso hídrico.
Unidad de medida	m <sup>3</sup>
Periodicidad	Multianual
Tablas de datos	Este tramo presenta un valor medio respecto a los demás, ya que está en un punto donde se han recibido captaciones y también algunos vertimientos.

	Se estima un caudal medio de 10, 05 m <sup>3</sup> /s aprox.
Situación general de la microcuenca	En general el caudal medio de la microcuenca aumenta a medida que se va urbanizando el territorio, debido a las descargas directas e indirectas sobre el recurso hídrico desembocando de esta forma en el río Tambopata.
<b>Tema</b>	<b>Disponibilidad real de agua.</b>
Definición	Se llama disponibilidad real de agua en una microcuenca, a la cantidad del recurso circundante en la red de drenaje, independiente de la fuente de la cual provenga y de que su calidad sea apta o no para el consumo humano; es decir que en el balance se involucran todas las fuentes de agua: oferta y vertimientos, y las captaciones.
Relevancia e interacciones	Sirve para determinar el grado de explotación de la microcuenca, y el índice de estrés hídrico de la misma.
Fórmula	No hay fórmula. Al mapa de oferta disponible se le restan las captaciones, el caudal ecológico y finalmente se suman los vertimientos respectivos.
Unidad de Medida	m <sup>3</sup> /s.
Tablas de datos	La microcuenca en general no presenta déficit en las fuentes en ningún punto, y este tramo presenta una disponibilidad real media de acuerdo a los demás tramos. No se cuenta con información real, solo pudimos evidenciar de acuerdo a entrevistas y visualmente.
<b>Tema</b>	<b>Calidad de agua</b>
Definición	Es un término usado para definir las características físicas, químicas y biológicas del agua. La calidad del agua depende principalmente del uso que se le va a dar.
Relevancia e interacciones	Su relevancia es depende del uso que se le da ha este recurso y su condición depende tanto de factores naturales como de la acción humana.
Unidad de medida	ppm, mg/l, NTU, C°, etc.
Fórmula	Para su obtención de los valores depende referenciales se logra a través de indicadores como la temperatura, pH, potencial redox, conductividad y coliformes.
Tablas de datos	Turbidez = Bueno Temperatura= 27,6°C Cloro residual=0, 2 Alcalinidad= 18,9 mg/L Dureza= 32 mg/L Conductividad=27,6 μS/cm pH= 6,89 (excelente)

	Color Aparente= transparente Nitrato= 1,8 ppm (Bueno) Oxígeno disuelto= 6,5 (Bueno).
Situación general de la microcuenca	En términos generales el impacto al recurso hídrico es considerado bajo por la escasa presencia una población que puede ejercer mayor presión.
<b>Tema</b>	<b>Vulnerabilidad</b>
Definición	Define la cantidad de tramos en cada zona que presenta amenaza por inundación.
Relevancia e interacciones	Permite determinar áreas y población vulnerables, especialmente aquella ubicada en el área de los retiros.
Fórmula	No hay fórmula.
Periodicidad	No aplica
Tablas de datos	Presenta 9 tramos críticos y 2 de atención por inundación.
Situación general de la microcuenca	Se puede observar que la parte media de la microcuenca es la que presenta mayor riesgo por inundación, además posee el mayor número de tramos críticos de toda el área de estudio.
<b>Tema</b>	<b>Uso consuntivo</b>
Definición	Índice de consumo: mide la relación entre la demanda de agua consuntiva y los recursos hídricos en régimen natural
Relevancia e interacciones	Permite establecer una tendencia en el consumo por habitante, relacionado directamente con la densidad poblacional y factor de presión importante para el recurso hídrico, así como también el consumo de agua no tratada que puede causar enfermedades.
Situación general de la microcuenca	El índice de consumo, fue determinado de acuerdo a la demanda promedio de cada familia del lugar. La determinación de la demanda por usuario es de acuerdo al tipo de sector al que pertenece. Siendo muy variable su consumo y teniendo un promedio de 5-7 m <sup>3</sup> por familia. Debido a la ilegalidad de las captaciones, no se tiene información exacta.

	Se observa una captación en la parte media principalmente para el consumo.
--	--

- **Condición del suelo en la microcuenca**

Tabla 20. Análisis de estado del suelo de la Microcuenca Chonta

<b>Tema</b>	<b>Índice de cobertura y uso de suelos</b>
Definición	Determina la superficie expresada en porcentaje destinada a cultivos, sobre la superficie total de la microcuenca de estudio.
Relevancia e interacciones	Este indicador es determinante y mide la presión de la agricultura sobre el uso del recurso hídrico, que actualmente presenta la mayor demanda de agua a nivel global. En la determinación de este índice influyen las técnicas utilizadas, el clima, la temperatura, las precipitaciones y en general los factores físicos asociados.
Fórmula	No existe fórmula. Se calcula según el mapa de conflictos de uso del suelo (ver Figura 26).
Periodicidad	Multianual
Unidad de medida	Porcentaje (%)
Tabla de datos	La agricultura y ganadería= 66% (4% = suelos destruidos, 11% =tierra esteril, 7% =bosques secundarios y 44%= cultivos agrícolas y pastizales). Bosques=34%.
Situación general de la microcuenca	Los cultivos ocupan un 44% del área de estudio. Estos se localizan principalmente en el borde de la microcuenca, cultivos permanentes (maíz y arroz) en su mayoría.

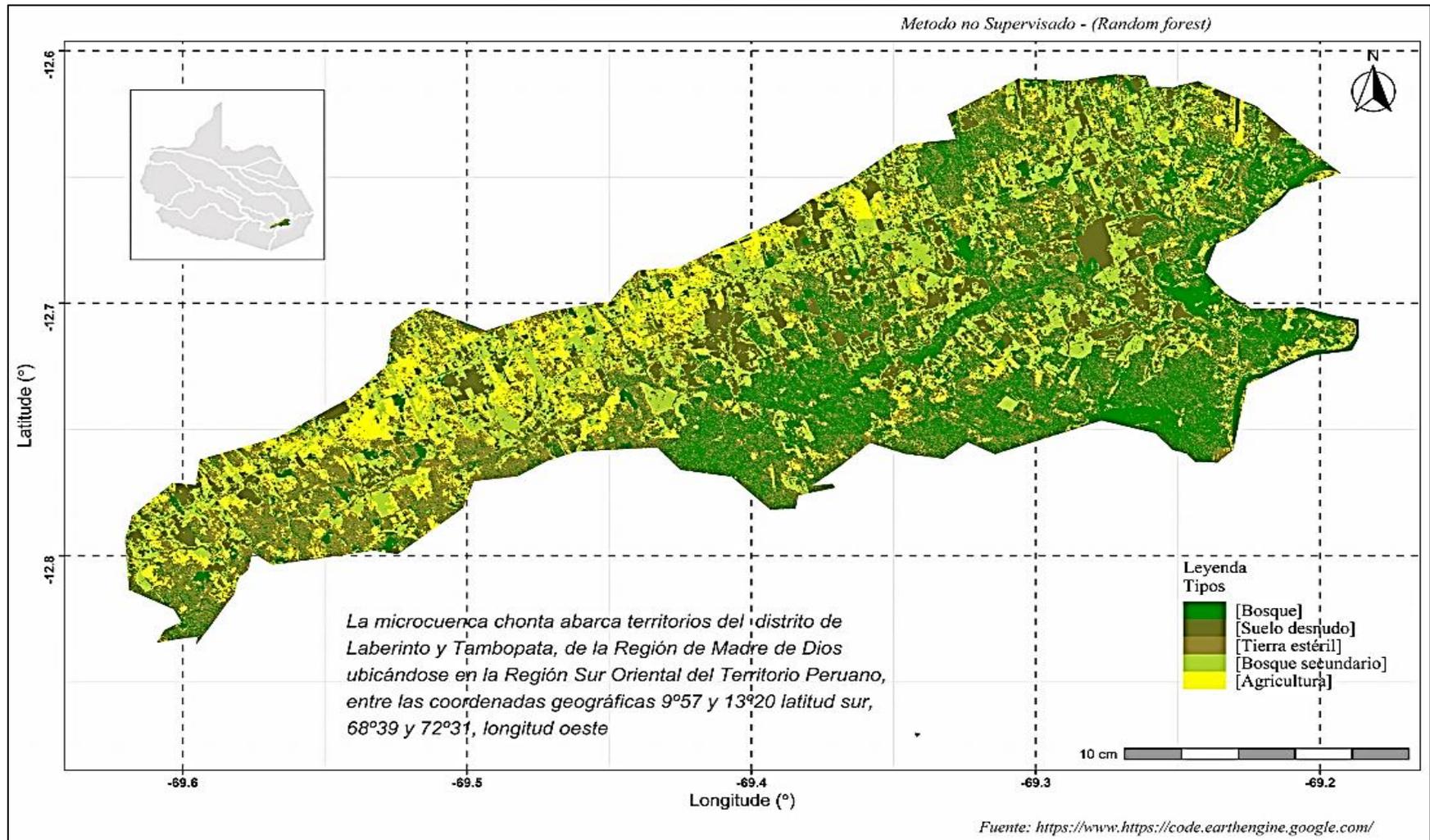


Figura 26. Mapa del uso del suelo actual.

De acuerdo al mapa con datos elaborado con Google earth engine con librería Rgee, la cual se puede ver en la Figura 26, se puede apreciar, el impacto de la actividad antrópica, principalmente la agricultura y ganadería que ha ganado espacio en un 66%, de las cuales 4% se consideran como suelos destruidos, 11 tierra estéril, 7% bosques secundarios y 44% ocupados actualmente por cultivos agrícolas y pastizales.

De acuerdo a la percepción visual que se realizó a través de la construcción de calicatas para los cual se realizó tres puntos de muestreo en diferentes zonificaciones (zona de bosque, zona de agricultura u zona pastizal) a fin de determinar los horizontes y texturas del suelo (Tabla 21).

Tabla 21. Caracterización de calicatas realizadas en la Microcuenca quebrada Chonta

Zonificación de área	Coordenada Norte UTM	Coordenada Este UTM	Descripción de la calicata	Corte de Calicata
Bosque	464116	8595153	Se encontró 4 horizontes donde se denota por sus características física como el color y la textura de los suelos. -Horizonte O: 3 cm de espesor -Horizonte A: 32 cm. Espesor. -Horizonte E: 15 cm. Espesor. -Horizonte C: con un espesor de 50 cm.	

Pastizal	470958	8595822	<p>En la zonificación de pastizal el ensayo de calicata se obtuvo 3 horizontes donde se denota por sus características físicas como el color y la textura de los suelos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Horizonte A: 10 cm de espesor.</li> <li>- Horizonte B: con un espesor de 50 cm.</li> <li>- Horizonte C: con un espesor de 40 cm.</li> </ul>	
Agricultura	475039	8595038	<p>En la zonificación de agricultura se observó 3 horizontes de acuerdo a sus características físicas como el color y la textura de los suelos. Se pudo apreciar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Horizonte A: 10 cm de espesor.</li> <li>- Horizonte E: 35 cm espesor.</li> <li>- Horizonte B: con un espesor de 55 cm.</li> </ul>	

## D. Análisis de Impacto

- **Vulnerabilidad**

De acuerdo a las encuestas y entrevistas se pudo ver que no cuentan con ningún tipo de organización social o económica que este orientando su accionar hacia la prevención o gestión del riesgo de desastres naturales (inundaciones, tormentas, deslizamientos) o de carácter humano (incendios).

De la misma forma por parte del Gobierno Regional y municipal tampoco existe una política preventiva frente a situaciones de vulnerabilidad. En el enfoque del desarrollo tanto regional como municipal no consideran la existencia de peligros y daños y pérdidas que estos causan y afectan más a estas poblaciones rurales.

- **Impacto en los ecosistemas**

El ecosistema acuático se ve de alguna manera afectado debido a la contaminación por uso de agroquímicos y pesticidas que por el relave superficial y subsuperficial. Añadido a eso las evacuaciones de aguas de algunos caseríos directo al río.

Asimismo, la deforestación y la disminución de la biodiversidad producen la pérdida de hábitats y la fragmentación de los ecosistemas. La reducción de la cobertura forestal en la cuenca cada vez va en aumento por diversas actividades antrópicas.

La actividad agrícola como ganadera también afecta en gran medida los ecosistemas debido a la sedimentación de suelos que producen los mismos.

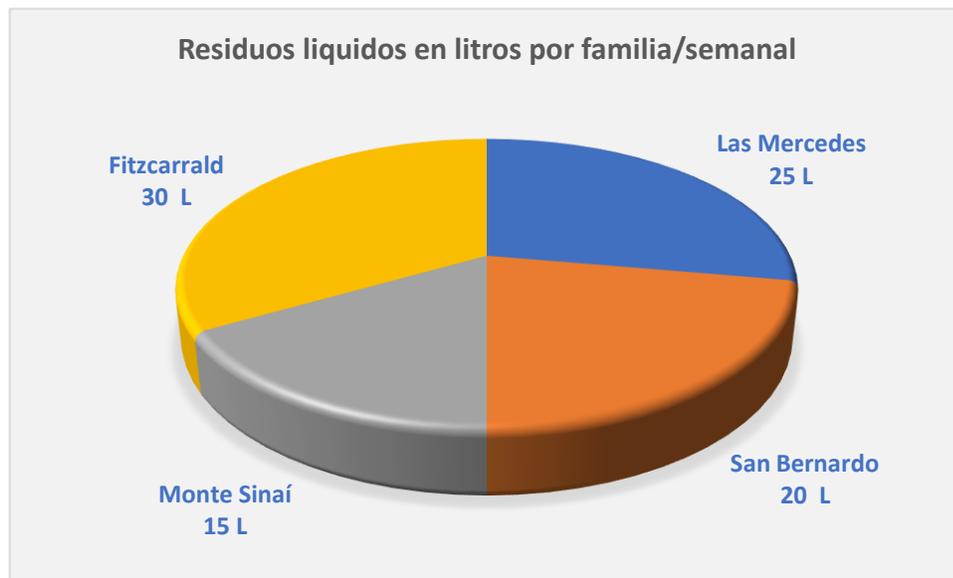


Figura 27. Cantidad de efluentes líquidos del área de estudio.

Según la Figura 27, del 100% de los encuestados se tiene en promedio que generan 22,5 litros semanales por familia de efluentes líquidos de aguas servidas, siendo la localidad de Fitzcarrald la que más produce con un total de 30 litros/ semana.

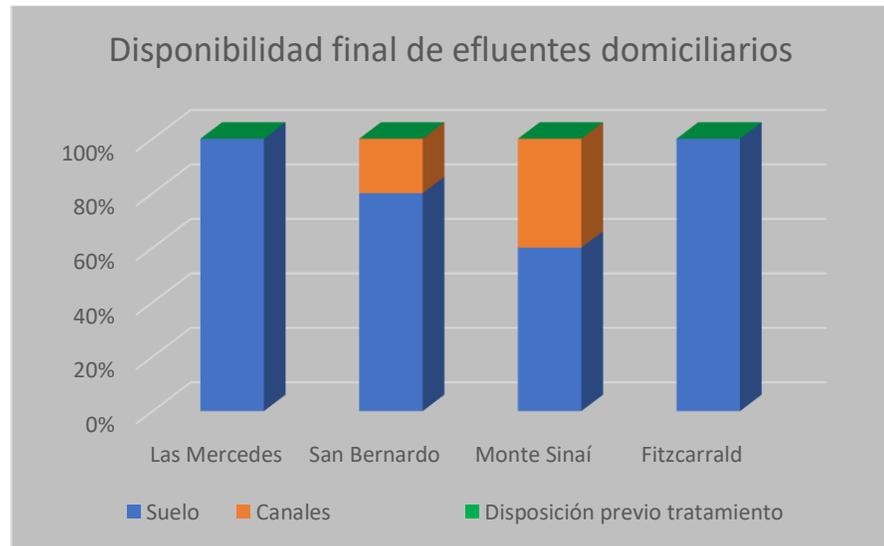


Figura 28. Disposición final de efluentes domiciliarios en la microcuenca quebrada Chonta.

Así mismo como podemos ver en la Figura 28, un 85% de la población en estudio realiza la disposición de residuos líquidos directamente al suelo y un 15% vierte a un canal o acequia y ninguno realiza un tratamiento previo para su disposición final.

- **Impacto en la calidad de vida y salud humana**

Dentro de la microcuenca en general la calidad de vida es precaria, con carencias en cuanto al acceso a servicios básicos de agua y luz, sus condiciones de salud se ven comprometidas con el manejo de los desechos y el consumo de productos agrícolas con exceso de agroquímicos.

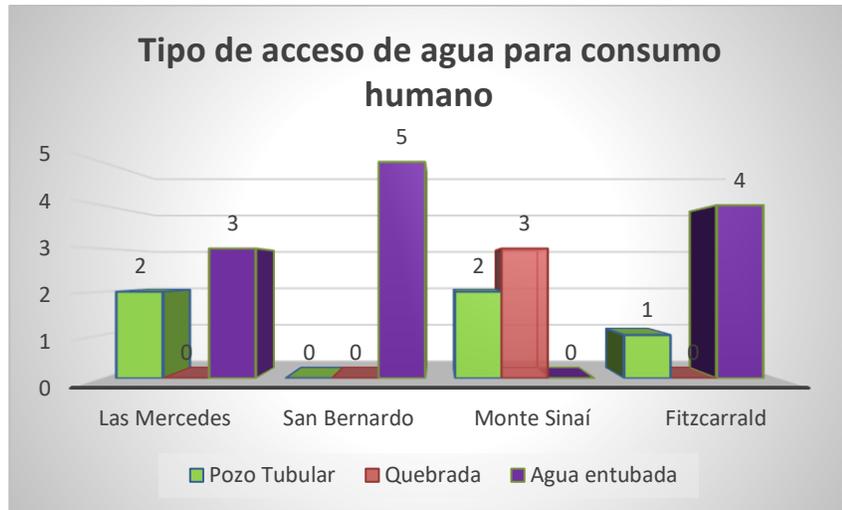


Figura 29. Disposición final de efluentes domiciliarios en la microcuenca Chonta.

De acuerdo a los resultados de la Figura 29, un 25% usa pozo tubular, 15% usa la quebrada, 60% usa agua entubada, para uso doméstico.

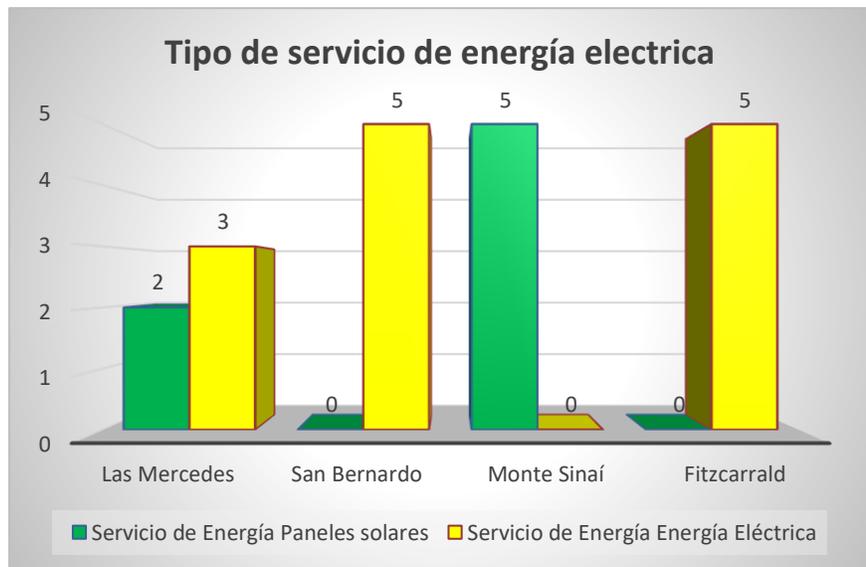


Figura 30. Disposición final de efluentes domiciliarios en la microcuenca.

En cuanto al servicio de energía eléctrica tal como nos muestra la Figura 30, un 35% tiene acceso a través de paneles solares y un 65% por servicio eléctrico domiciliario.

- **Deterioro del Patrimonio Natural (RRNN)**

Esto se debe principalmente a la contaminación, y los recursos sufren serias alteraciones la que irán degradándose con el tiempo, los más afectados en la microcuenca son el agua de la quebrada Chonta, la biodiversidad y el suelo.

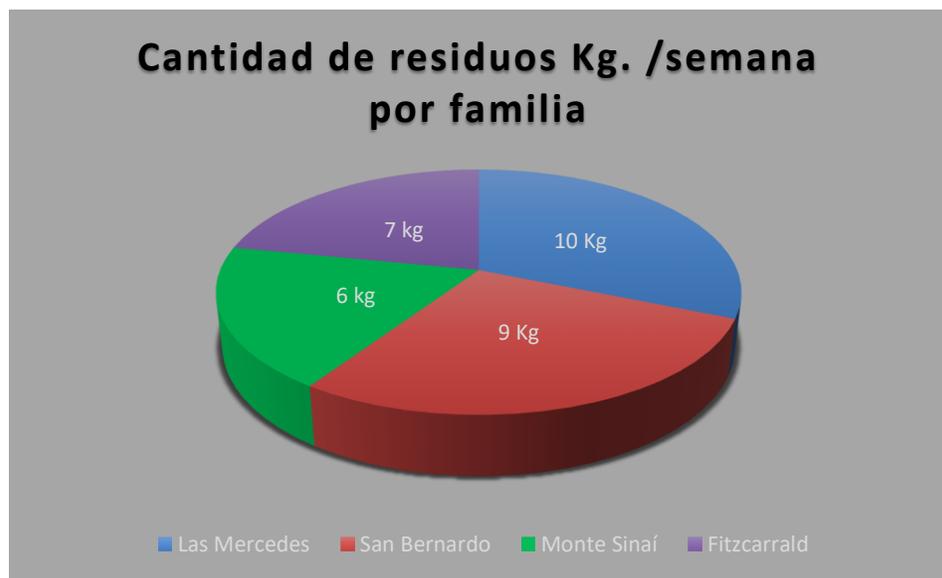


Figura 31. Disposición de los residuos sólidos de la microcuenca Chonta.

En la Figura 31, podemos ver que se genera un total de 8 kg de residuos sólidos por familia semanal, siendo la comunidad de las Mercedes la que genera 10 kg/familia.

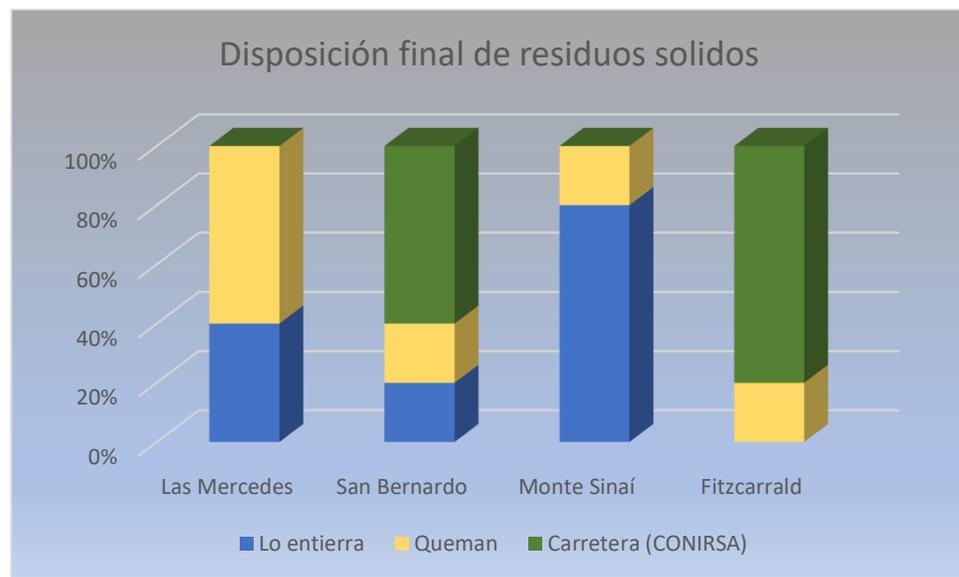


Figura 32. Disposición de los residuos sólidos de la microcuenca Chonta.

De acuerdo a la Figura 32, en cuanto a la disposición final de los residuos sólidos que se genera por la población dentro de la microcuenca, un 35% entierra, un 30% quema y otro 35% lo dispone al recojo que se realiza en la carretera para que lo disponga otros.

### Impacto económico

Los ingresos económicos mejoran considerablemente temporalmente en las épocas de preparación de terreno y en la cosecha, pero tenemos que considerar que debido a las condiciones del suelo el rendimiento es muy bajo, razón que obliga a las poblaciones a retirarse a otras localidades, dejando al abandono sus parcelas de cultivo que en muchos casos se implementaron con proyectos financiados por ingresos de los mismos agricultores, el gobierno o por organismos no gubernamentales, migrando a la ciudad o buscan opciones de trabajo fuera de su localidad en condiciones de subempleo o desempleo.

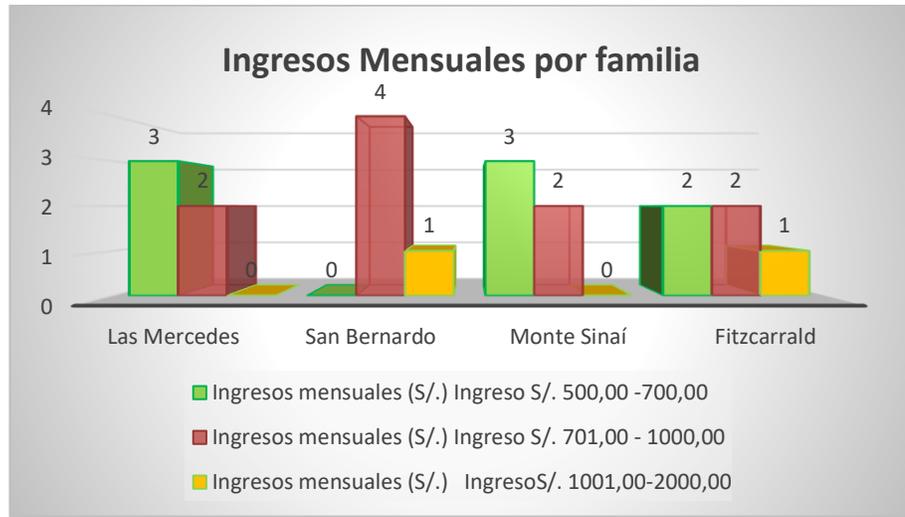


Figura 33. Ingresos económicos mensuales dentro de la microcuenca Chonta.

Como podemos ver en la Figura 33, un 40% de los encuestados, sus ingresos están dentro de los S/. 500,00 -700,00, mientras que un 50% sus ingresos están entre S/.701,00 -1000,00, y solo un 10% tiene un ingreso mayor a los S/.1 001,00.

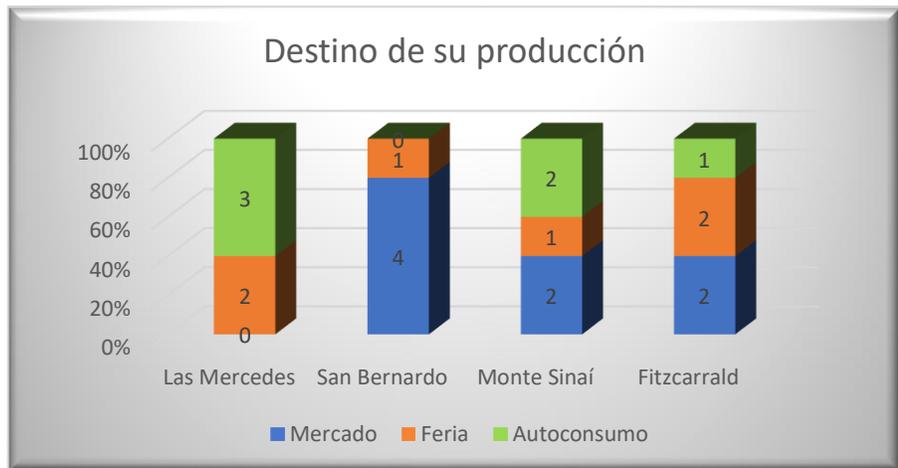


Figura 34. Destino de la producción de la población.

En la Figura 34, un 40% de la producción va algún mercado local, siendo la comunidad de San Bernardo la que el 80% de su producción es para ese fin, mientras que un 30% es para venta en una feria de manera directa, y un 30% para autoconsumo.

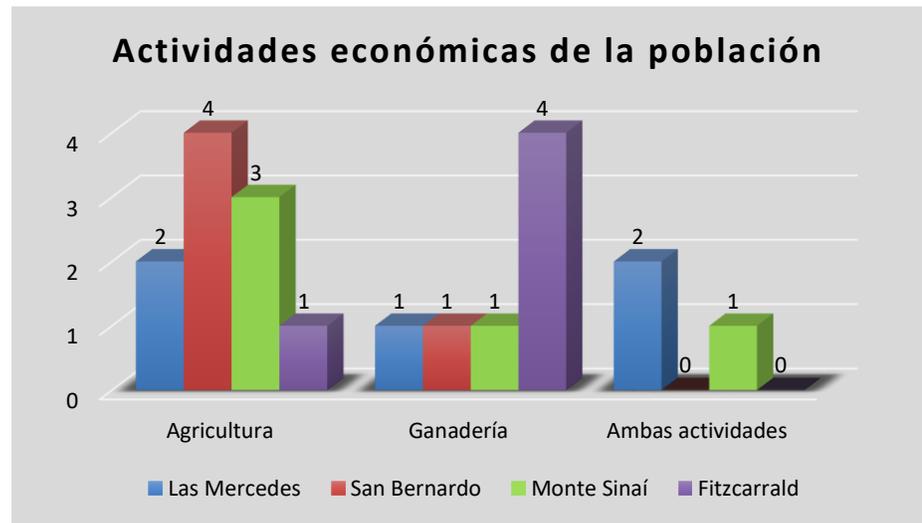


Figura 35. Principales actividades económicas del área de estudio.

Asimismo, como podemos ver en la Figura 35, dentro de la microcuenca en estudio se identificó, las siguientes actividades productivas: Ganadería, actividades primarias (agricultura), turismo recreacional y otras actividades de comercio en baja escala. La principal actividad productiva es la agricultura donde el 50% de los encuestados la practican, la ganadería practicada por el 35%, y otras actividades como centros recreacionales y comercio en baja escala.

- **Impacto Social**

Se considera a el nivel de educación, el acceso a salud y oportunidad laboral, mejora del nivel de ingresos importante para el desarrollo social.



Figura 36. Nivel educativo dentro de la microcuenca Chonta.

En la Figura 36, del 100% de la muestra en estudio se tiene que un 35% con estudios primarios, 65% con estudios secundarios y 0% con estudio superior, razón por la que existe poco conocimiento de los impactos que se generan debido al mal manejo de los recursos naturales que hay dentro de la microcuenca quebrada Chonta.

La deforestación al parecer es significativa (66% de la microcuenca), por lo que su estado de conservación es preocupante, presenta una alta presión ante la demanda fuerte de productos agrícolas debido a la población inmigrante con problemas de déficit de tierras y pobreza. Si a esto le sumamos los proyectos carreteros que se tienen para anexar estas áreas a la capital de la provincia de Tambopata, constituye un factor que podrían agudizar los problemas sociales y ambientales actuales en la microcuenca.

Los pobladores de ubicados en la parte alta, media y baja de la microcuenca, se han vinculado a lo largo del tiempo a través de relaciones complejas entre sí, que están ligadas al espacio territorial que vienen ocupando, realizando diversos tipos

de actividades económicas, productivas y otras de interés en común, logrando como resultado una serie de impactos positivos en el desarrollo de la población, pero también impactos negativos desde el punto de vista ambiental.

## E. Análisis de Respuesta

- **Política regional sobre los recursos naturales**

En el año 2005 se ha establecido una política La Política Ambiental Regional de Madre de Dios que hace mención al uso adecuado de los recursos naturales y servicios ambientales tal como lo mencionan algunos artículos y las cuales deben ser aplicada en este entorno.

- **Propuestas que comprende a la Microcuenca Chonta**

Tabla 22. Proyectos que involucra a la microcuenca Chonta

N°	DENOMINACIÓN	FECHA	INSTITUCIONES PARTICIPANTES
01	EVIO KUIÑAJE ESE EJA CUANA, manejo de bosques y ríos para mitigar el cambio climático, comunidad nativa Eseeja Infierno.	10/2013	Municipalidad provincial de Tambopata La Asociación para la Investigación y el Desarrollo Integral AIDER
02	Mejoramiento del uso sostenible de los recursos naturales en la micro cuenca Chonta en provincia Tambopata	26/03/2012	Gobierno Regional de MDD - IIAP
03	Estudio de diagnóstico y zonificación de la provincia Tambopata para el tratamiento de la demarcación territorial	12/2010	Gobierno Regional de MDD Municipalidad provincial de Tambopata
04	Estrategia regional de diversidad biológica de MADRE DE DIOS al 2021	05/2015	Gobierno Regional de MDD La Asociación para la Investigación y el Desarrollo Integral AIDER – ACCA- FENAMAD

- **Documentos de gestión ambiental**

Los entes del estado a cargo de la gestión ambiental en Tambopata, tienen la obligación con las poblaciones rurales que forman partes de la provincia, especialmente que involucra a distintas cuencas, subcuencas y microcuencas que se encuentran en el departamento. Los gobiernos locales liderados por el gobierno regional, desde la aprobación de la política nacional ambiental, vienen generando instrumentos de gestión ambiental necesarios para regular los aspectos ambientales. Entre los principales instrumentos de gestión ambiental son:

- Política ambiental regional.
- Plan de acción ambiental regional
- Agenda ambiental regional.
- Estrategia regional de biodiversidad
- Estrategia regional de gestión de riesgos de

desastres

En cuanto a instrumentos normativos de gestión, los gobiernos locales involucrados han venido diseñando y aprobando instrumentos normativos de manera muy temerosa, los cuales muchas veces se han visto archivados en los muebles de la entidad, y no se pudo observar su aplicabilidad y menos aún sus efectos en la solución a los problemas.



Figura 37. Esquema gráfico de la identificación de Respuestas.

#### 4.3.3. Sistematización del modelo FPEIR

Es pertinente considerar que, en nuestro modelo, el concepto de sostenibilidad se debe concebir, como la gestión que permite identificar si nuestras actividades dentro de la microcuenca Chonta están contribuyendo positivamente para que se conserven o mejoren las propiedades biofísicas, socioeconómicas y ambientales. Consecuentemente, esta investigación nos permite analizar la gestión actual y tomar en cuenta cuales son las acciones urgentes que tienen que considerar para una gestión sostenible.

Con la información obtenida durante el proceso de la investigación realizada en la microcuenca Chonta, se ha sistematizado para la obtención del modelo de la matriz: Fuerzas Motrices - Presión - Estado - Impacto – Respuesta (FPEIR), donde podemos apreciar las dimensiones empleadas dentro del estudio, sus externalidades positivas y negativas con sus respectivos indicadores y el detalle del modelo FPEIR (Tabla 23).

Tabla 23. Matriz del modelo FPEIR para la microcuenca Chonta

DIMENSIÓN	EXTERNALIDADES				COMPONENTES DEL MODELO FPEIR				
	POSITIVAS	INDICADOR	NEGATIVAS	INDICADOR	FUERZA MOTRIZ	PRESIÓN	ESTADO	IMPACTO	RESPUESTA
<b>ECONÓMICO</b>	La microcuenca Chonta, se caracteriza por Presentar múltiples condiciones propicias para muchas actividades económicas en	El 50,0% de la Población que se encuentra en la microcuenca se dedica a la agricultura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de bosques naturales.</li> <li>• Cambio de uso de suelos.</li> </ul>	La microcuenca Chonta ha tenido una pérdida de 66% de bosques naturales, por el cambio de uso de	Dinámica demográfica  Dinámica de ocupación territorial.  Dinámica Económica	Crecimiento poblacional en estos últimos años. Mayor demanda de productos agropecuarios.	El estado actual de la actividad antrópica, principalmente e la agricultura y ganadería que ha ganado	El impacto que viene generando la presión sobre los RRNN, genera también disminución en la	Al 2001 se tenía una Propuesta de ZEE para la región Madre de Dios.  Al 2016, se tiene el Plan de Ordenamiento

	consecuencia, ofrecen excelentes posibilidades para el desarrollo de la actividad agropecuario, forestal, turístico y entre otras actividades.	El 35% de la población se dedica a la ganadería y un 15% entre ambas y el comercio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Degradación de suelos</li> </ul>	suelos, dando lugar a otras actividades como la agricultura y la ganadería.		Mayor expansión de áreas agrícolas	espacio en un 66%, de las cuales 4% se consideran como suelos destruidos, 11 tierra estéril, 7% bosques secundarios y 44% ocupados actualmente por cultivos agrícolas y pastizales. Los ingresos de la población son precarios, un 90% de la población tiene un ingreso menor a S/1000,00	producción y por tanto más pobreza. El trabajo en las chacras cada vez es menos. Las familias están dejando la actividad agrícola. La mayoría de la población migra a Puerto Maldonado.	<p>Territorial aprobado pero que no tiene funcionalidad.</p> <p>No hay muchos proyectos productivos que beneficien a los pobladores de la microcuenca Chonta.</p>
--	--	---	---	---	--	------------------------------------	---	---	---

<b>SOCIAL</b>	<p>La población existente no ha crecido significativamente en la cuenca. Se cuenta con vías de acceso para su ingreso y la cercanía a Puerto Maldonado incrementan posibilidades de desarrollo a la población.</p>	<p>La microcuenca cuenta con 10 vías de acceso a las poblaciones existentes, siendo una de ellas la carretera Interoceánica.</p> <p>Según el censo del 2017 la población de la microcuenca fue de solo 359 habitantes, actualmente se tendría 401 habitantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de acceso de servicios básicos en ciertas poblaciones.</li> <li>• Nivel de educación básica de la población.</li> <li>• Actividades económicas dedicadas al agro sin valor agregado</li> </ul>	<p>La población de la microcuenca Chonta no ha alcanzado un desarrollo económico como social en estos últimos años ya que su ingreso económico es de S/860,00 en promedio, no habiendo mejorado mucho por lo mismo que migran a Puerto Maldonado en busca de oportunidades laborales.</p> <p>El Nivel de educación de la población alcanza al 100% con educación regular, 0% sin estudios superiores.</p>	<p>Dinámica demográfica</p> <p>Dinámica Económica</p> <p>Dinámica Social</p>	<p>Propuestas de vías de acceso rápido harían que haya mayor migración a la zona.</p> <p>Actividades antropogénicas con impactos negativos Degradación de RRNN.</p>	<p>La educación de los pobladores de la microcuenca Chonta alcanza a un nivel básico.: 35% primaria, 65% secundaria, razón por la que no alcanzan un mejor desarrollo.</p> <p>Aun se puede ver que un 25% de la población usa agua de pozo, 15% agua de quebradas para consumo</p> <p>Un 35% usa paneles solares como fuente de energía.</p>	<p>El impacto que viene generando una mala calidad de vida y repercusiones en la salud de la población debido a la falta de servicios básicos. Los ingresos que obtienen no les permite cubrir sus necesidades básicas, razón por la que migran a otros lugares.</p>	<p>Las propuestas o proyectos son muy puntuales que no hay una continuidad por la falta de organización de los pobladores de la microcuenca.</p>
---------------	--	---	---	---	--	---	--	--	--

<p style="text-align: center;"><b>AMBIENTAL</b></p>	<p>De acuerdo a Báez et al. (2017) en su estudio realizado en la microcuenca Chonta existe una alta diversidad de flora silvestre y por tanto un valor económico debido a la existencia de especies forestales con valor económico en el mercado que se pueden encontrar.</p> <p>La microcuenca Chonta, es la principal fuente de abastecimiento del recurso hídrico para las poblaciones existentes en ella.</p> <p>Presenta una variedad de escenarios naturales que sirven como belleza paisajística</p>	<p>La microcuenca cuenta con una gran variedad florística donde registraron 937 especies con 4476 individuos de arbustos y árboles, las cuales están distribuidas en 419 géneros y 94 familias.</p> <p>Los valores del análisis fisicoquímico del agua son inferiores a los permitidos por los ECA.</p> <p>Pese a la presión antropogénica existen escenarios naturales para aprovechar para la recreación y el turismo alternativo para la población de Tambopata. Actualmente hay seis (6) centros recreacionales.</p>	<p>Altos índices de deforestación y perdida de ecosistemas naturales.</p> <p>Aprovechamiento inadecuado del recurso hídrico con captaciones de agua del río de manera ilegal.</p> <p>Vertidos de aguas servidas al río de manera directa.</p> <p>Residuos sólidos en los márgenes del río por la presencia de los centros recreacionales que no tienen colectores de residuos.</p>	<p>44% de Bosques naturales en vías de desaparecer de la microcuenca Chonta, junto a ella su diversidad de flora y fauna.</p> <p>Uso de agroquímicos, captación de aguas para riego y piscigranjas de manera ilegal.</p> <p>Falta de manejo de los residuos líquidos como sólidos. Se genera un aproximado de 8 kg/familia/semana de residuos sólidos. La disposición final: 35% lo entierra, un 30% lo quema y otro 35% lo saca a la carretera para que lo disponga otros.</p>	<p>Dinámica demográfica</p> <p>Dinámica Económica</p> <p>Dinámica Social</p>	<p>Presión sobre los ecosistemas naturales y los recursos han puesto en peligro la flora, fauna, el suelo, el agua.</p> <p>Cambios de uso en el suelo viene degradando este recurso con impactos negativos</p>	<p>La deforestación en la microcuenca alcanzado una extensión de 235,09 km<sup>2</sup>. de las cuales 4% se consideran como suelos destruidos, 11 tierra estéril, 7% bosques secundarios y 44% ocupados actualmente por cultivos agrícolas y pastizales.</p> <p>En cuanto a la calidad de las aguas del río se consideran aún como buenas de acuerdo al índice BMWP. (Ver Tablas 12, 13 y 14.) y los ECA. Existe una mala disposición final de los residuos sólidos y líquidos.</p>	<p>El impacto que viene generando es una disminución gradual de los bosques naturales, perdida de ecosistemas. Pérdida de valor de los ecosistemas naturales. Pérdida económica en la población, mayor pobreza y migración de los pobladores.</p>	<p>Estos son algunos instrumentos de gestión pero que son para la región en general nada específico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Política ambiental regional.</li> <li>-Plan de acción ambiental regional</li> <li>-Agenda ambiental regional.</li> <li>-Estrategia regional de biodiversidad</li> </ul> <p>Los instrumentos normativos de gestión de los RRNN y protección de los ecosistemas naturales que se han venido diseñando y aprobando de manera muy temerosa se vienen aplicando, los cuales muchas veces se han visto archivados en los muebles de la entidad.</p>
---	---	--	--	---	--	--	---	---	--

Como se observa en las Figuras 24, 25 y 37, nos muestran cada uno de los indicadores según los componentes del modelo FPEIR, las que suman un total de 20 indicadores: Fuerzas motrices representan el 20 % de los indicadores encontrados en el estudio, Presiones representa un 20% de los indicadores también, Estado representa un 15% de indicadores, Impactos representa un 30% de indicadores y Respuestas representa un 15% de indicadores. De estos, los indicadores que más resalta en los indicadores de Fuerza motriz son: “Dinámica demográfica” y “Dinámica económica”. Por otro lado, los indicadores de presión hacen un 20 % del total, teniendo como indicadores más resaltantes a “uso del recurso hídrico” y “degradación de recursos naturales”, mientras que para los indicadores de Estado se tuvo como resaltante al indicador “Situación del Agua”. En lo que respecta a los indicadores de Impacto se tuvo cinco indicadores como los más relevantes: “Impacto en Ecosistemas”, Impacto en la calidad de vida”, “Deterioro del Patrimonio natural”, “Impacto económico” e “Impacto social” y para los que son indicadores de Respuestas se tomó a dos indicadores como los más relevantes: “Política regional de recursos Naturales” y “Propuestas que comprenden a la microcuenca quebrada Chonta”.

En los que respecta a la Fuerza Motriz a primado la Dinámica demográfica ya que al haber necesidad de empleo y satisfacción de necesidades ha obligado a ejercer Presión sobre los recursos naturales, en este caso como podemos ver en la Figura 26 (Mapa del uso del suelo actual), principalmente sobre los suelos y los bosques que se nota una pérdida considerable de su capacidad de producción. Con respecto al recurso hídrico se realizó el análisis fisicoquímico la que se contrastó con otros estudios realizados el año 2011 y 2012 y otro estudio publicado el 2021, por lo que los índices de comparación son muy parecidos en la cual se establecen los parámetros y los valores de acuerdo a los ECA, para este caso la norma expresa encuentra por debajo de los valores permitidos, por lo que el agua es de buena calidad.

Por lo que su Estado nos indica que la subcuenca no tiene aún sus aguas

contaminadas, sin embargo, no cuenta con un buen manejo de los suelos, bosques y aguas careciendo un plan de manejo y recuperación de los recursos naturales. Esta tiene un Impacto negativo más que positivo para la población existente presenta un deterioro en cuanto a la calidad de vida y la salud con una Respuesta muy limitada por parte del gobierno regional y gobiernos municipales e instituciones competentes como el ANA.

#### **4.4. Discusión de resultados**

En nuestro territorio nacional, si bien es cierto se ha empezado a utilizar de manera parcial el modelo FPEIR para la obtención de indicadores de desarrollo sostenible, así como por ejemplo la de los “Objetivos de Desarrollo Sostenible e Indicadores” del Ministerio del Ambiente, Dirección General de Investigación e Información Ambiental (MINAM 2016)

Dentro de nuestro país no se cuenta con una metodología ni un modelo para evaluar indicadores de desarrollo sostenible dentro de las cuencas hidrográficas donde incluye el modelo FPEIR, entonces nuestros resultados no pueden ser comparados con otras experiencias a nivel nacional, los documentos encontrados en la bibliografía revisada nos muestran ensayos y documentos con poco análisis y detalles que tenga credibilidad.

En lo que respecta al estudio realizado, es posible determinar y realizar el diagnóstico medio ambiental y mediante este diagnóstico nos fue posible establecer que las actividades humanas como la agricultura, ganadería y cambio de uso de los suelos ejerce presión sobre el medio físico del bosque como el suelo y recurso hídrico.

Estos resultados también si los comparamos con estudios realizados por **Araujo et al.(2014)** en su estudio de evaluación de diferentes cuerpos de agua del entorno de Puerto Maldonado, donde también para las aguas de la quebrada Chonta tuvo como resultado, niveles que se consideran buenos, lo que indica que podría ser debido al poco crecimiento poblacional en la zona de estudio, calificándolo como de BAJO impacto antrópico.

Los parámetros fisicoquímicos obtenidos en los diferentes puntos de la microcuenca quebrada Chonta, presentan una temperatura ambiente de agua estable, asimismo el pH, nitrato y fosfato son excelentes, en cuanto a la turbidez fue excelente, a su vez **Ibana et al. (2015)** mencionan en su estudio “Contaminación de agua superficial de la periferia urbana de Puerto Maldonado, al sureste de la amazonia peruana”, donde reportan datos de parámetros fisicoquímicos, parámetros biológicos y parámetros microbiológicos de ocho cuerpos de agua diferentes y dentro de ellos se encuentra la microcuenca Chonta. Entre los parámetros fisicoquímicos se tiene que la quebrada Chonta se encontró con un DBO de  $6,5 \pm 0,09$  lo cual es considerado como bueno, la temperatura de  $28,2^{\circ}\text{C} \pm 0,09$  lo que se considera también como estable, pH, conductividad eléctrica, y turbidez en el agua; su estado de conservación presentó una gran calidad de agua que si cumple con los estándares.

De acuerdo a nuestros datos obtenidos para los estudios de parámetros fisicoquímicos en los sitios analizados son similares a los reportados en estudios previos como el de Araujo *et al.* (2014) y la de Ibana *et al.* (2021), dentro del microcuenca quebrada Chonta, no hay diferencias significativas con respecto al tiempo.

De la misma manera, tomando en consideración los ECA para cuerpos de agua de la Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático) (MINAM, 2017), las concentraciones de pH (6,7 a 7,1) y conductividad ( $<50 \mu\text{s}/\text{cm}$ ) de las muestras evaluadas se encuentran dentro de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua en ríos de selva según la legislación peruana, ya que se encuentra dentro de los límites máximos establecidos, por lo que consideramos una cuenca con aguas de buena calidad.

Con respecto al recurso flora, no se realizó una evaluación de la flora existente, lo que en este estudio se evaluó la pérdida de la cobertura forestal y el cambio de uso que hay dentro de ella. Sin embargo, es preciso mencionar el estudio

realizado por **Quispe et al.** (2017) donde resalta la existencia a través de los inventarios cuantitativos donde se registraron 937 especies con 4 476 individuos de arbustos y árboles, las cuales están distribuidos en 419 géneros y 94 familias; diversidad forestal que se estaría viendo afectada.

## CONCLUSIONES

1.- De acuerdo al diagnóstico situacional y la caracterización de la microcuenca Chonta nos muestra características propias de una cuenca de llanura, sin torrentes ni pendientes considerables tal como se aprecia en la curva hipsométrica y el perfil del cauce principal, se caracteriza por ser una cuenca alargada de acuerdo al coeficiente de compacidad y el coeficiente de Gravellius es de muy poco riesgo a inundaciones. De la misma manera podemos ver como parte del diagnóstico presenta un gran porcentaje de deforestación por la actividad agrícola y pecuaria 66, 0 %, respecto a la cobertura vegetal con 34, 0 %, esto hace ver la presión sobre los recursos naturales.

2.- En lo respecta a los factores que influyen dentro de generación de externalidades en las aguas de la microcuenca Chonta, principalmente está el uso consuntivo para uso doméstico y para las actividades productivas como la agricultura y ganadería que demandan de este recurso. No existe aún un impacto en cuanto a la calidad de sus aguas ya que los resultados de los análisis físico –químico nos demuestran que son aún de buena calidad.

3.- El esquema FPEIR que se ha propuesto para la identificación de indicadores del Desarrollo Sostenible, de cierta forma contribuye en la gestión sostenible de la microcuenca Chonta. De acuerdo a la evaluación de las presiones que lo afectan, el estado de la microcuenca quebrada Chonta nos muestra impactos potenciales que provocan las distintas presiones, por la cual su condición requiere implementar actividades que puedan mejorar la condición ambiental, por lo que es necesario la participación de diversas organizaciones de la región. Los resultados mostraron que la microcuenca Chonta está en continua degradación a causa de la intervención humana. Esta degradación también puede tener un impacto en el futuro. Así mismo podemos concluir que mediante el modelo del FPEIR ha sido posible evaluar la sostenibilidad de la microcuenca Chonta a través del análisis de cada uno de los componentes de este modelo, logrando identificar las principales Fuerzas impulsoras que generan presiones

sobre los recursos naturales y logrando conocer el estado situacional de las mismas y que impactos se vienen generando, así como también conocer las respuesta de parte del Gobierno Regional, municipal y otros organismos del estado y privados frente a esta situación.

## SUGERENCIAS

1. Es necesario considerar que en todo diagnóstico ambiental se debe de proponer medidas que permitan mejorar la calidad ambiental, económica y social de la microcuenca. Estas medidas deben ser clasificados jerárquicamente de acuerdo a su grado de importancia y prioridad en el corto, medio y largo plazo.
2. En vista que no se cuenta con un modelo de gestión de cuencas basado en el esquema FPEIR, se recomienda replicarlo y realizar más trabajos de investigación con respecto a la gestión de cuencas y de esta manera conseguir un modelo que sirva en la gestión sostenible.
3. Es necesario tener en consideración y tomar en cuenta, contar con una base de datos muy detallada y que sean de fuentes confiables para poder tener resultados más precisos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA (Autoridad Nacional del Agua), 2011. Diagnóstico y Plan de Gestión de los Recursos Hídricos en la Cuenca de Madre de Dios – Fase I. [en línea], pp. 3-249. Disponible en: [http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/caratula\\_tomo\\_i\\_0\\_0.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/caratula_tomo_i_0_0.pdf).

ARAÚJO Flores, J.M., CUTIPA Chavez, L., MEZA Vargas, V., PERALTA Argo meda, J.L., LÓPEZ Paria, D.M., ASUNCIÓN Huamantínco, A., ORTEGA, H. y PRENDA, J., 2014. Biodiversidad de masas de agua sometidas a diferente presión antrópica en el entorno de un área urbana de la Amazonia Peruana (Puerto Maldonado, Madre de Dios). vol. 4, pp. 17- 33.

BARDALES Ruiz, Franck (2014) UNA. Tesis: Estimación del dióxido de carbono (co2) liberado por quemas en ecosistemas de bosques secundarios y pastizales durante el periodo 2000 - 2009 en el distrito de Campoverde

ALAHÑA Castillo, T.P., CAPA Benitez, L.B. y SOTOMAYOR Pereira, J.G., 2016. Desarrollo sostenible y evolución de la legislación ambiental en las mipymes del Ecuador. *Universidad y Sociedad* [, vol. 9, pp. 91-99.

ANAYA, O.G., 2012. Caracterización morfométrica de la cuenca hidrográfica Chinchao, distrito de Chinchao, provincia Huanuco, región Huanuco. Tingo María.

BELALCAZAR, P. y ORTEGA, M., 2018. *Belalcázar, Paula*. S.l.: Universidad de Manizales.

BERMEJO, R., 2014. *Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis*. S.l.: s.n. ISBN 9788489916920.

CARO, C., QUINTEROS, Z. y MENDOZA, V., 2007. Identificación de indicadores de Conservación para la Reserva Nacional de Junín, Perú. *Ecología Aplicada*, vol. 6, no. 0, pp. 67-74.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), 2002. Equidad, desarrollo y ciudadanía. *CEPAL*. 2002. pp. 326.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), 2009. *Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible*. S.l.: s.n.

DÍAZ Martín, D. 2015. Aplicación de las metodologías DPSIR, ANP Y ARS en el manejo y conservación del Parque Nacional Waraira Repano, Venezuela. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España.

DÍAZ, J.A., [sin fecha]. *Ingeniería ambiental*. S.l.: s.n. ISBN 9786077072331.

DOMENECH Quezada, J.L., 2010. *Huella Ecológica y Desarrollo Sostenible*. Primera ed. Madrid, España: s.n.

FAUSTINO, J., 2000. Manual de manejo de cuencas. *San Salvador, SV*, pp. 107.

FLORES, J.M., 2019. *Propuesta para contribuir a la gestión sostenible mediante un modelo basado en el esquema FPEIR que mantenga o incremente la biodiversidad y demás recursos en la Reserva Nacional de Lachay*. S.l.: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

GALLOPIN, G., 2003. *Medio ambiente y desarrollo*. S.l.: s.n. ISBN 9213221819.

GASPARI, F.J., RODRÍGUEZ, A.M. y SENISTERRA, G.E., 2013. *Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas Libros de Cátedra*. S.l.: s.n. ISBN 9789503409633.

GAVIRIA, P., 2013. *Diseño de un sistema de indicadores de sostenibilidad como herramienta en la toma de decisiones para la gestión de proyectos de infraestructura en Colombia*. S.l.: Universidad EAFIT.

GOMEZ, L.I., 2020. *Desarrollo Sostenible*. S.l.: s.n.

GONZÁLEZ Arriagada, K., 2021. *Aplicación de un modelo conceptual DPSIR*

*para la gestión ambiental de lagos en la cuenca del río Valdivia*. S.I.: Universidad de Concepción.

GUTIÉRREZ-FERNÁNDEZ, F., CLOQUELL BALLESTER, Victor y CLOQUELL BALLESTER, Vicente., 2012. Propuesta de un sistema de indicadores de sostenibilidad para áreas naturales con uso turístico, validado mediante consulta a terceros. *Anuario Turismo y Sociedad*, vol. xiii, pp. 55-83. ISSN 01207555.

GUTIERREZ, D., 2009. La construcción de indicadores como problema epistemológico. *Cinta Moebio*, vol. 34, pp. 16-36.

INADE (Instituto Nacional de Desarrollo), 2007. Estudio de meso zonificación ecológica-económica del corredor interoceánico sur tramo Iñapari-Inambari ,Tambopata.

INEI (Instituto Nacional de Estadísticas e Informática), 2017.

LASTRA, X., TOLON, A. y RAMIREZ, M., 2008. Caracterización de los sistemas de indicadores de sostenibilidad y su evolución. . Almería: s.n., pp. 1638-1648.

LEIVA, J., QUINTANA, C. y RODRÍGUEZ, I., 2010. Procedimiento para el diseño y evaluación de sistemas de indicadores de sostenibilidad ambiental a escala local. caso de estudio Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. *Tecnología Química*, vol. XXX, no. 0, pp. 93-101.

LLECLLIS, K.A. y LOAYZA, L.E., 2017. *Propuesta de solución para evitar inundaciones provenientes de la quebrada San Idefonso*. S.I.: Universidad Privada Antenor Orrego.

LORENZO, H. y MORALES, G., 2014. Del desarrollo turístico sostenible al desarrollo local. Su comportamiento complejo. *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, vol. 12, pp. 453-466.

MARTINEZ, J., 2006. Enfoque sistémico en la investigación de cuencas hidrográficas. *Revista Científica «Visión de Futuro»*, vol. 5, no. 0, pp. 0.

OECD ( Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). (2003). Indicators for the integration of environmental concerns into transport policies. Informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. París,

Francia.

ONOFIA Guayasamín, Á., 2017. Propuesta metodológica para la gestión de áreas protegidas en el Ecuador. , pp. 153.

OTZEN, T. y MANTEROLA, C., 2017. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Morphol*, vol. 35, pp. 227-232.

PEÑA, C., 2015. Estudio Morfológico y Estimación de caudal de creciente de la quebrada La Caya del municipio de Guican-Boyacá utilizando el método racional. S.l.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

PERILLO, G., GERALDI, A. y PICCOLO, C., 2010. Delimitación y estudio de cuencas hidrográficas con modelos hidrológicos. *Investigaciones Geográficas (Esp) [en línea]*, vol. 52, pp. 215-225.

POLANCO, C., 2006. Indicadores ambientales y modelos internacionales para toma de decisiones.

QUIROGA, R., 2001. Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. Santiago de Chile: s.n.

QUISPE Baez, S., DUEÑAS Linares, H., MAMANI Condori, J. y GARATE Quispe, J., 2017. Flora y vegetación de la Microcuenca Chonta, distrito Tambopata y Laberinto, Departamento de Madre de Dios –Perú. *Mentor Forestal*, vol. 1, pp. 1-5.

ROMANELLI, A. y MASSONE, H.E., 2016. Desarrollo de indicadores ambientales e índice de calidad de lagos someros pampeanos de Argentina con alta intervención antrópica. *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. 7, no. 6, pp. 123-137. ISSN 20072422.

SALAMANCA, E., 2016. Tratamiento de aguas para el consumo humano. Módulo Arquitectura CUC, vol. 17, pp. 29-48.

SOTELO, J.A. y TOLÓN, A., 2011. Indicadores por y para el desarrollo sostenible , un estudio de caso Indicators by and for sustainable development , a case study. , vol. LXXII, pp. 611-654. DOI 10.3989/estgeogr.201124.

VÁSQUEZ, A., MEJÍA, A., FAUSTINO, J., TERÁN, R. y VÁSQUEZ, I., 2016. Manejo y Gestión De Cuencas Hidrográficas. S.l.: s.n. ISBN 9786124147555.

VÁZQUEZ-Valencia, R. y GARCÍA-Almada, R.M., 2018. Indicadores PER y FPEIR para el análisis de la sustentabilidad en el municipio de Cihuatlán, Jalisco, México. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, vol. 27, no. 53-1, pp. 1-26. ISSN 01889834. DOI 10.20983/noesis.2018.3.1.

VEITIA Rodríguez, E., MONTALVÁN Estrada, A. y MARTÍNEZ López, Y., 2014. Elección de Indicadores Sistémicos para la Sostenibilidad Ambiental del Suelo. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 23, no. 0, pp. 43-50.

VELÁSQUEZ, L. y D'ARMAS, M., 2014. Indicadores de desarrollo sostenible para la planificación y toma de decisiones en el municipio Caroní. *Universidad de Ciencia y Tecnología*, vol. 17, pp. 19-27.

## ANEXOS



Figura 38. Registro de coordenadas con el GPS.



Figura 39. Toma de muestra de agua para evaluación.



Figura 40. Vía de acceso a la parte alta de la cuenca.



Figura 41. Actividad ganadera en la parte alta.



Figura 42. Aforando el caudal con el método del flotador.



Figura 43. Vista de la parte media de la cuenca Chonta.



Figura 44. Captación de agua de manera informal del río.



Figura 45. Tubería de captación informal para agricultura.



Figura 46. Presión agrícola sobre los bosques.



Figura 47. Cultivo de maíz en la parte baja de la cuenca.

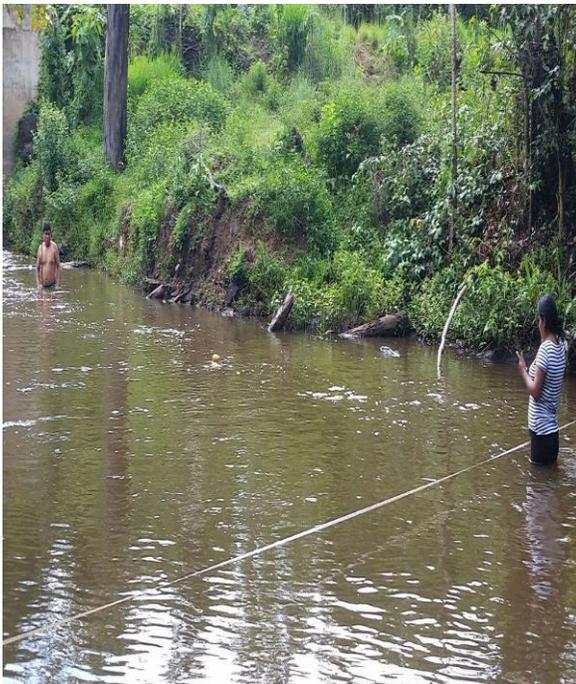


Figura 48. Aforo de caudal de la parte media de la cuenca.



Figura 49. Realizando encuesta a unapobladora.



Figura 50. Calicata para zona de bosque.



Figura 51. Calicata para zona de pastos.



Figura 52. Evaluando el caudal de la parte baja.



Figura 53. Vista del punto de unión con el río Tambopata.

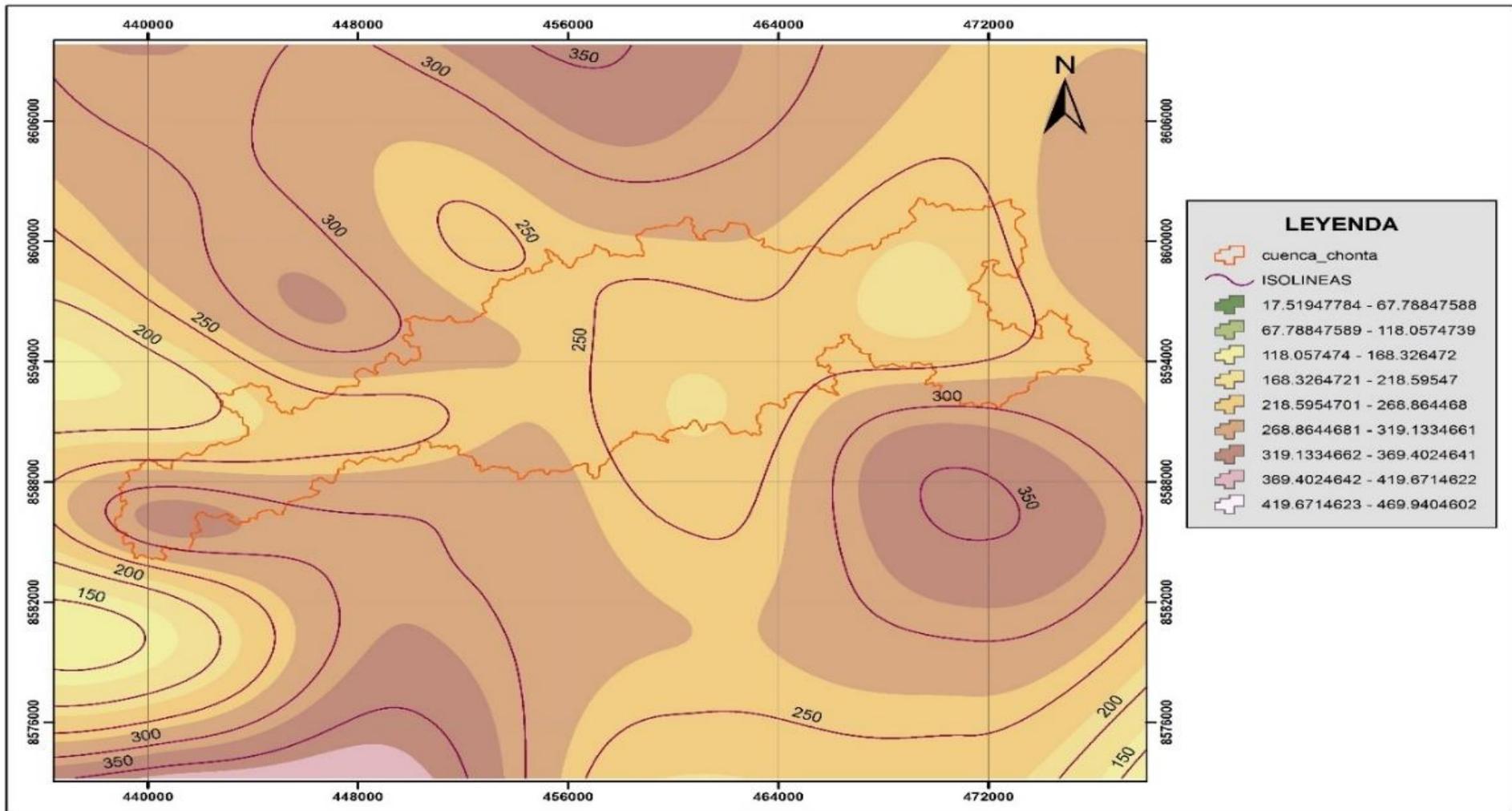


Figura 54. Mapa de Isoyetas de la microcuenca quebrada chonta.