

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS
CARRERA DE ECONOMÍA



TESIS DE GRADO

MENCIÓN: DESARROLLO PRODUCTIVO

**“VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
EN LA CUENCA DEL RÍO KATARI EN LOS MUNICIPIOS DE EL ALTO Y
VIACHA DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ”**

POSTULANTE: BECERRA PILLCO ÁNGELA MISHHELL

TUTOR: Mg. HUMBERTO PALENQUE REYES

RELATOR: LIC. JUAN PABLO RAMOS MORALES

LA PAZ – BOLIVIA

2024

Dedicatoria

Sobre todo a Dios, por permitirme culminar mis estudios y ser constante para llegar a este momento, a mi familia que me acompañaron en esta etapa de mi vida y a mis docentes, quienes con su paciencia y dedicación me enseñaron acerca de esta amada carrera.

¡GRACIAS A TODOS!

Agradecimiento

Un especial agradecimiento al Docente – Tutor Mg. Humberto Palenque, por su apoyo, consejos, correcciones y el tiempo dedicado a la tutoría de la presente investigación.

Al Docente – Relator Licenciado Juan Pablo Ramos Morales, por su tiempo, dedicación y correcciones pertinentes de la presente investigación.

A los Docentes quienes me acompañaron en el recorrido de la carrera, por su enseñanza y sabiduría expuesta en clases para la formación de nuevos profesionales.

¡MUCHAS GRACIAS A TODOS!

CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
Referencia Metodológica de Investigación.....	1
Delimitación de Tema.....	1
<i>Temporal</i>	1
<i>Espacial</i>	1
<i>Categorías Y Variables Económicas</i>	1
Identificación del Problema de Investigación.....	2
<i>Causas Del Problema</i>	2
<i>Efectos Del Problema</i>	2
<i>Problematización</i>	2
a) Análisis del Problema	2
b) Descripción del Problema.....	3
c) Elementos del Problema	3
<i>Problema Central</i>	4
Objetivos De Investigación.....	4
<i>Objetivo General</i>	4
<i>Objetivos Específicos</i>	4
Justificación	5
<i>Justificación Ambiental</i>	5
<i>Justificación Económica</i>	5
<i>Justificación Social</i>	5
<i>Justificación de la Mención</i>	6
Planteamiento de la Hipótesis.....	6
<i>Hipótesis de Trabajo</i>	6
Metodología	6
<i>Método de Investigación</i>	6
<i>Tipo de Investigación</i>	7
<i>Fuentes de Información</i>	7

<i>Instrumentos de Investigación Utilizadas</i>	7
<i>Procesamiento de Información</i>	8
<i>Análisis de Resultados</i>	8
Fundamentos Teóricos de Investigación.....	8
Marco Teórico.....	8
Teoría De La Escuela Neoclásica	8
Economía Ambiental	10
Desarrollo Sostenible	11
Compensación por Servicios Ambientales	13
Inicios de la Valoración Contingente.....	14
Método de Valoración Contingente	15
<i>Objetivos y Supuestos del Método</i>	16
<i>Funcionamiento y Realización del Método</i>	17
<i>Sesgos</i>	19
<i>Valoración Económica del Elemento Ambiental</i>	21
El Vivir Bien.....	21
Bolivia y su Guerra contra el Agua Limpia	22
Control De La Calidad Del Agua.....	23
<i>Marco Conceptual y Definiciones</i>	24
Economía	24
Economía Ambiental	25
Economía de Bienestar Social.....	25
Valoración Ambiental.....	25
Contaminación Ambiental	25
Contaminación del Agua.....	26
Bienestar Social	26
Conservación.....	27
Ecosistema	27
Medio Ambiente	28
Elemento Ambiental	28

Servicio Ambiental	28
CAPÍTULO II.....	30
Aspectos De Políticas, Normas e Institucional	30
Referencia de Políticas.....	30
<i>Política y Estrategia Plurinacional para la Gestión Integral y Sustentable de la Biodiversidad Plan de Acción 2019 – 2030</i>	30
Enfoque y Fundamentos	30
Vivir Bien En Armonía Con La Madre Tierra.....	30
Sistemas de Vida en Equilibrio Armónico.....	31
El Estado Plurinacional Autnómico y Unitario.....	31
<i>Agenda Patriótica 2025</i>	32
Pilar 9: Soberanía Ambiental con Desarrollo Integral, Respetando los Derechos de la Madre Tierra.....	32
Pilar 12: Disfrute y Felicidad Plena de Nuestras Fiestas, de Nuestra Música, Nuestros Ríos, Nuestra Selva, Nuestras Montañas, Nuestros Nevados, de Nuestro Aire Limpio, de Nuestros Sueños	33
Referencia Normativa	33
<i>La Nueva Constitución Política del Estado (NCPE)</i>	33
<i>Ley del Medio Ambiente</i>	35
<i>Ley 071 de Derecho de la Madre Tierra</i>	37
<i>Ley 300 Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien</i>	39
<i>Ley N° 2798 del 5 de Agosto de 2004</i>	40
Referencia Institucional	41
<i>Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA)</i>	41
<i>Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego</i>	42
<i>Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico</i>	43
<i>Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal</i>	43
<i>Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua (EMAGUA)</i>	44
<i>Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico (AAPS)</i>	44

CAPÍTULO III.....	45
Factores Determinantes y Condicionantes del Tema de Investigación.....	45
Delimitación del Área de Estudio (Río Katari).....	45
<i>Caracterización de la Cuenca</i>	45
Ubicación de la Cuenca	45
Hábitat Natural, Áreas y Especies Protegidas.....	47
Precipitación y Clima.....	47
<i>Descripción del Área de Estudio en la Cuenca del Río Katari</i>	47
Referencia De Partida: Cuerpos de Agua que Desembocan a la Cuenca Katari.	48
<i>Río Seque y Afluentes</i>	50
<i>Nacientes del Río Seque en la Represa Milluni</i>	50
<i>Río Seque. Después de su Unión con el Río Challhuan Jahuirra</i>	51
<i>Río Seque. Límite del Municipio de El Alto</i>	52
<i>Río Seco y Afluentes</i>	52
<i>Canal Alto Lima con Aguas Provenientes de Milluni (El Alto) y Puente</i>	
<i>Mercedario (El Alto)</i>	53
<i>Nacientes del Río Katari y Pallina: Comanche, Collana y Colquencha</i>	53
<i>Río Pallina: Aguas Abajo de Viacha</i>	54
Descripción de la Contaminación de las Aguas del Río Katari	55
<i>Contaminación en la Cuenca del Río Katari</i>	55
Crecimiento Poblacional en los Últimos Años	55
<i>Municipio de El Alto</i>	57
Situación Demográfica.....	57
Actividad Económica.....	60
Agua Potable y Saneamiento	61
Residuos Sólidos.....	61
<i>Municipio de Viacha</i>	61
Economía	62
Saneamiento Básico	62
El Río Katari como Recurso Hídrico	63

<i>Descripción y funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Puchukollo</i>	63
<i>Perturbación de las Aguas del Río Katari</i>	65
Disponibilidad A Pagar De Los Habitantes De Los Municipios De El Alto Y Viacha	67
<i>Preámbulo</i>	67
<i>Universo de la Población Relevante</i>	67
<i>Selección de la Muestra</i>	67
Tamaño de la Muestra	67
<i>Formato del Cuestionario</i>	69
Realización de la Encuesta	69
<i>Manejo de la Información</i>	69
<i>Resultado de las Encuestas Realizadas</i>	70
Primer Bloque: Género y Edad	70
Primer Bloque: Grado Académico y Ocupación Laboral	71
Primer Bloque: Miembros e Ingresos Familiares	72
Segundo Bloque: Conocimiento Acerca de la Contaminación y Procedencia del Río Katari	74
Segundo Bloque: Afectación por la Contaminación del Río Katari y su Posible Descontaminación	75
Segundo Bloque: Necesidad o no Necesidad de Descontaminar el Río Katari ..	76
Tercer Bloque: ¿Quién debe Encargarse de Descontaminar las Aguas del Río Katari?	77
Tercer Bloque: Disponibilidad A Pagar	78
<i>Análisis del Método De Valoración</i>	80
Modelo Logit	80
<i>Resultados del Modelo Económico</i>	81
Análisis de los Resultados	82
Análisis de los Efectos Marginales	83
Resultados del Modelo Logit	85
Cálculo Promedio de la DAP	86

CAPÍTULO IV	87
Conclusiones y Recomendaciones.....	87
Conclusión General.....	87
<i>Conclusiones Específicas</i>	88
Verificación de la Hipótesis.....	89
Recomendaciones	89
Aporte a la Investigación	90
Referencias.....	91
Bibliografía	91
Lincografía.....	94
Glosario de términos.....	95
Anexos	97

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Categorías y Variables Económicas.....	1
Cuadro 2: Clasificación General de Cuerpos de Agua.....	23
Cuadro 3: Antecedentes Históricos del MMAyA.....	41
Cuadro 4: Superficie de Municipios en la Cuenca y Características Demográficas al 2021.....	55
Cuadro 5: Superficie del Municipio de Viacha.....	62
Cuadro 6: Tratamiento de Aguas Residuales Puchukollo (2018 – 2022)	65
Cuadro 7: Cantidad de Miembros en Cada Familia.....	73
Cuadro 8: Efectos Marginales de las Variables.....	83
Cuadro 9: Predicción del Modelo.....	85
Cuadro 10: Disponibilidad A Pagar.....	86

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1: Esquema de las Tres Dimensiones del Desarrollo Sostenible.....	12
Esquema 2: Explicación de la Disposición A Pagar.....	17

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Ubicación de la Cuenca Katari y Lago Menor del Titicaca.....	46
Mapa N° 2: Zonificación De La Cuenca Del Río Katari.....	48
Mapa N° 3: Puntos De Análisis.....	49

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Población Proyectada de Principales Municipios de Bolivia, 2020 (En miles de habitantes)	58
Gráfico 2: Población Proyectada a 2022 de los 10 Principales Municipios Según Número de Habitantes.....	59
Gráfico 3: Estructura de la Pirámide Poblacional del Municipio de El Alto (En porcentaje) ...	59
Gráfico 4: Distribución de la Población por Área, Según Municipios de la Provincia Murillo, 2022.....	60
Gráfico 5: Principales Industrias Contaminantes de El Alto.....	66
Gráfico 6: Género del Encuestado.....	70
Gráfico 7: Rango de Edad.....	71
Gráfico 8: Grado Académico.....	71
Gráfico 9: Ocupación Laboral.....	72
Gráfico 10: Cantidad de Miembros en Cada Familia.....	72
Gráfico 11: Cantidad de Ingresos Familiares.....	73
Gráfico 12: Conocimiento Acerca de la Contaminación del Río Katari.....	74

Gráfico 13: Conocimiento de la Procedencia de las Aguas del Río Katari.....	74
Gráfico 14: Afectación por Aguas Contaminadas.....	75
Gráfico 15: Descontaminación de las Aguas del Río Katari.....	75
Gráfico 16: Causas para Descontaminar el Río Katari.....	76
Gráfico 17: Causas para no Descontaminar el Río Katari.....	77
Gráfico 18: Encargado de Mejorar la Calidad del Río Katari.....	78
Gráfico 19: Disponibilidad A Pagar por la Mejora de la Calidad Ambiental de las Aguas del Río Katari.....	78
Gráfico 20: Desacuerdo en la Disponibilidad A Pagar.....	79
Gráfico 21: Monto Dispuesto A Pagar (En Bs)	79

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Estimación del Modelo Logit.....	97
Anexo 2: Efectos Marginales del Modelo.....	97
Anexo N° 3: Efectos Marginales de cada Variable Independiente.....	98
Anexo 4: Valores Predictivos del Modelo.....	100
Anexo 5: Disponibilidad A Pagar Promedio.....	101
Anexo 6: Notable Contaminación en Ríos.....	101
Anexo 7:	101
Anexo 8:	102
Anexo 9:	102
Anexo 10:	103
Anexo 11:	103
Anexo 12:	104
Anexo 13:	104

Anexo 14	105
Anexo 15: Contaminación de Industria al Río.....	105
Anexo 16: Encuesta.....	106

RESUMEN

El trabajo de investigación titulado “VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL RÍO KATARI EN LOS MUNICIPIOS DE EL ALTO Y VIACHA EN EL DEPARTAMENTO DE LA PAZ GESTIÓN 2023”, en el cual se realiza un estudio del elemento ambiental para obtener un valor económico en base a una hipotética contingencia, usando de respaldo los siguientes aspectos:

Partiendo del planteamiento del problema, el cual es conocer la disponibilidad a pagar de los habitantes de los municipios de El Alto y Viacha por la mejora ambiental en aguas de la cuenca del río Katari como un bien de necesidad económica y social, el tema de investigación tiene como objetivo general estimar la valoración económica a partir de la afectación por la contaminación y la satisfacción por una mejora ambiental de las aguas de la cuenca del río Katari por los habitantes de los municipios de El Alto y Viacha.

El presente trabajo de investigación se constituye de la siguiente manera:

Capítulo I: En la “Referencia Metodológica de Investigación” contempla los puntos base de la investigación como ser la delimitación del tema de investigación, distinción y formulación del problema de investigación y objetivos, planteamiento de la hipótesis y la aplicación metodológica de investigación, de la misma manera de los aspectos conceptuales y teóricos.

Capítulo II: “Marco Político, Normativo e Institucional” que toma en cuenta la protección del medio ambiente mediante leyes, reglamentos o normas establecidas por el Gobierno nacional y las normas de entidades públicas a las cuales el Gobierno les confirió esta responsabilidad.

Capítulo III: “Factores Determinantes y Condicionantes del Tema de Investigación”, se expone y analiza el objetivo general y cada uno de los objetivos específicos elaborados para llevar a cabo la investigación. También se tomó en cuenta las categorías y variables, las cuales serán estudiadas y analizadas para poder obtener resultados concretos del presente trabajo.

Capítulo IV: “Conclusiones y Recomendaciones” en el último capítulo se abrevió los resultados obtenidos, gracias al análisis de los objetivos para la valoración económica de la contaminación ambiental en la cuenca del río Katari en los municipios de El Alto y Viacha gestión 2023, con la respuesta a la hipótesis planteada y al problema de investigación. Por último, se recomendó posibles soluciones al problema, sin dejar de lado el aporte a la investigación presentada.

Palabras claves: Contaminación ambiental, Valoración económica, Disponibilidad a pagar, Río Katari.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene por objeto de investigación la cuenca del río Katari, ubicado en el departamento de La Paz; y se centra en las localidades de los municipios de El Alto y Viacha debido a la densidad demográfica existente y al grado de contaminación acumulado en el cauce del río en dichas localidades.

Desperdicios con origen antropogénico, desechos industriales y de negocios locales, falta de cuidado de la población aledaña, descuido y falta de regulación del uso de las aguas por parte de los gobernantes, son algunas de las razones por las cuales se llegaron a estos niveles de contaminación tan preocupantes.

Para conocer en términos económicos el valor del elemento ambiental a ser evaluado es necesario apoyarse en las herramientas de la economía ambiental, la cual nos ayudará a realizar este trabajo respecto a la valoración económica y, por medio de ésta, la disponibilidad a pagar por parte de la muestra del universo de habitantes que se tomará es una parte fundamental del estudio; de esta manera podemos poner en un estado hipotético de contingencia a la población involucrada y descubrir su disponibilidad a pagar por el daño ocasionado a un elemento ambiental y este pueda ser restaurado en la medida de lo posible.

En nuestro país existen pocos estudios dedicados específicamente a este tipo de problemas, es por eso la importancia de realizarlos y tener conocimiento de ello, por tanto, la presente investigación se enfoca en la valoración económica de la contaminación ambiental en la cuenca del río Katari en los municipios de El Alto y Viacha. Para lograr el cometido se utilizaron: antecedentes, datos del nivel de contaminación registrados y teorías.

El presente trabajo tiene como objetivo dar a conocer una estimación aproximada del valor económico que la población involucrada otorga a las aguas del río Katari para mantener su estado natural.

CAPÍTULO I

Referencia Metodológica de Investigación

Delimitación de Tema

Temporal

El estudio, información y levantamiento de datos se realizará a partir de la encuesta elaborada en el transcurso de la presente investigación para obtener datos actualizados que servirán de respaldo en el estudio realizado.

Espacial

El presente trabajo tiene como alcance los municipios de El alto y Viacha en el departamento de La Paz, debido a la concentración de densidad poblacional y actividad económica que se realiza en dichos lugares que se conectan con las aguas de la cuenca del río Katari.

Categorías Y Variables Económicas

Se identificaron las siguientes categorías y variables económicas, de acuerdo a la investigación planteada en las aguas del río Katari:

Cuadro 1: Categorías y Variables Económicas

Categorías Económicas	Variables Económicas
C.E.1. Contaminación Ambiental	V.E.1.1. Crecimiento Poblacional V.E.1.2. Contaminación Industrial
C.E.2. Valoración Económica	V.E.2.1. Disponibilidad a Pagar

Elaboración Propia con base a análisis de la investigación.

Identificación del Problema de Investigación

Causas Del Problema

Las causas se determinan de acuerdo a la afectación que genera en el elemento estudiado, los cuales son:

- Contaminación ambiental (como ser desechos industriales y los de origen antropogénico).
- Falta de información respecto a las aguas de la cuenca.

Efectos Del Problema

Los efectos que generan y cada vez en mayor medida son:

- Altos niveles de contaminación y deterioro de las áreas aledañas
- Daños a la salud por el uso de aguas contaminadas

Problematización

a) Análisis del Problema

La actual contaminación a causa de la desinformación y escasa regulación a las diversas actividades humanas realizadas cerca de las aguas de la cuenca del Río Katari ocasiona altos niveles de contaminación dañando el entorno de los municipios vinculados a esta problemática; los principales factores que contribuyen a este mal son:

La presión demográfica en los municipios de El Alto y Viacha que provoca el descuido y uso insostenible de los recursos naturales en el lugar, es el caso concreto de las aguas de la cuenca del Río Katari las cuales no reciben el cuidado adecuado ni de los habitantes aledaños ni de las autoridades competentes al tema.

El uso desmedido e indebido de las aguas del Río Katari para las actividades económicas realizadas por los habitantes de los municipios que también originan daños contaminantes, lo que llega a afectar su propia calidad de vida.

Cualquier tipo de actividad humana realizada que afecte de forma negativa a las aguas del Río Katari (o de cualquier cuerpo de agua), pone en riesgo el ecosistema del lugar, llegando a la extinción de especies las cuales tienen un rol que cumplir para mantener el equilibrio natural en el lugar.

Existe clara evidencia de una desmedida contaminación debido a los permanentes volúmenes de aguas infectadas que ingresan constantemente al cauce del Río Katari. El deterioro de la calidad ambiental ha aumentado en los últimos años y ha invadido progresivamente sus aguas.

El escenario empeora a lo largo de los años por ausencia de medidas que conduzcan a una solución estructural del problema. La gran contaminación por aguas infectadas domésticas y de uso industrial proviene de El Alto y Viacha (en total, más de un millón de habitantes) las cuales desembocan por los ríos Seco, Seque y otros menores al Río Pallina que alimenta al río Katari. Todas las bahías aledañas a Cohana y la llanura del Río Katari, se hallan extremadamente contaminadas por aguas clase D (D extrema).

b) Descripción del Problema

La sociedad tiene los siguientes problemas:

No existe una adecuada regulación del uso de las aguas de la cuenca, en desmedro del medio ambiente y beneficio económico propio, las personas aledañas al lugar no tienen en cuenta el daño ambiental que generan.

Las industrias también aportan a este mal, no cuentan con una regulación adecuada en el tema ambiental por parte de las autoridades.

El incumplimiento de las leyes y sanciones que no se efectivizan genera que la contaminación por parte de los lugareños e industrias continúe y se incremente.

c) Elementos del Problema

El estudio se centrará en la contaminación existente en las aguas del Río Katari por industrias y la población, los cuales ocasionan el deterioro de la calidad del agua de

la cuenca del Río Katari; posteriormente se hará el estudio de la disponibilidad a pagar de la población de El Alto y Viacha, los cuales son los municipios que cuentan con mayor población y, a la vez, son los municipios que muestran mayores niveles de contaminación.

Problema Central

El problema central identificado surge en base a la información de los antecedentes, datos analizados e información recopilada de estudios ya realizados, el cual es el siguiente:

“La contaminación existente que afecta a las aguas del río Katari ocasionada, en mayor proporción, por las industrias instaladas y los habitantes de los municipios de El Alto y Viacha, generan daños ambientales traducidos en externalidades negativas afectando a los habitantes del mismo sector”.

Objetivos De Investigación

Objetivo General

“Estimar la valoración económica de la calidad ambiental del agua del río Katari en los municipios de El Alto y Viacha a través del método de valoración contingente por efecto de la continua contaminación”.

Objetivos Específicos

- Delimitar el área de estudio del río Katari en los municipios de El Alto y Viacha, teniendo en cuenta el aporte de los cuerpos de agua que preceden a estos municipios.
- Describir la contaminación existente que afecta a las aguas del río Katari causado por desechos industriales y el crecimiento poblacional ocasionando desperdicios de origen antropogénico.
- Determinar la disponibilidad a pagar de los habitantes de los municipios de El Alto y Viacha por mantener una buena calidad de las aguas del río Katari.

Justificación

La principal razón es aportar con una investigación la cual ayuda a la sistematización de datos recabados los cuales se enfocan en el realce del cuidado del medio ambiente. En varios textos, no solo económicos, se hace hincapié en este tipo de temas, además, con la sistematización de datos, también se busca resaltar la valoración económica de los elementos económicos que no cuentan con valor de mercado.

Justificación Ambiental

Partiendo del punto de vista ambiental, las aguas del río Katari son parte de uno de los ecosistemas más importantes de nuestra cultura, además de brindar sus servicios a las poblaciones que existen a lo largo de su cauce.

Mantener las aguas del río en su estado natural es fundamental para una adecuada calidad de vida de la población involucrada en este tema, con las condiciones de un ambiente adecuado, las aguas del río podrían brindar un servicio de calidad.

Justificación Económica

Conociendo la importancia de una valoración económica del elemento ambiental a ser evaluado, el usuario del servicio ambiental se inclinará por prevenir la depreciación innecesaria del elemento, estos resultados ayudan a poder tener un desarrollo sostenible en un futuro, todo esto gracias al estudio que otorgue un valor económico al servicio ambiental.

La principal razón por la cual se valoran los bienes que carecen de mercado es la misma por la que se valoran los bienes privados, es decir, se hará un uso más eficiente de los mismos si dichos recursos tienen un precio.

Justificación Social

Los habitantes de los municipios de El Alto y Viacha necesitan conocer el valor que posee sus elementos ambientales, como el río Katari, lo que les favorecerá para la implementación del cumplimiento con el cuidado del medio ambiente y una mayor concientización de protección, preservación y restauración del servicio ambiental.

Justificación de la Mención

Mantener cualquier elemento ambiental en su estado natural la mayor parte del tiempo posible es parte fundamental para el desarrollo sostenible, un ambiente libre de contaminantes para la salud, el buen vivir de los habitantes y preservar el ecosistema de cada sector.

La mención elegida es Desarrollo Productivo, centrándose mayormente en lo que conlleva la economía ambiental, con la finalidad de demostrar lo importante que es un servicio ambiental libre de contaminantes tanto en términos económicos como en el desarrollo sostenible en el largo plazo.

Planteamiento de la Hipótesis

Hipótesis de Trabajo

A causa de los diferentes tipos de contaminación que conlleva a una reducción de la oferta en la calidad y cantidad de agua, específicamente en los municipios de El Alto y Viacha, la población que se ve afectada proporciona un valor económico al servicio ambiental de las aguas de la cuenca Katari.

Metodología

Método de Investigación

La presente investigación tiene una metodología que se orienta a la obtención de resultados de una valoración económica de la cuenca del río Katari al no existir estudios de esta índole del elemento ambiental.

Es por eso también que el método a ser utilizado será el método inductivo¹ “el que va de lo particular a lo general”, para cuya aplicación es necesario que los datos a ser evaluados comiencen teniendo un contacto directo con el entorno real y tomar en cuenta lo necesario de lo que se quiere investigar de dicha realidad.

¹ El método inductivo opera realizando generalizaciones amplias apoyándose en observaciones específicas.

Tipo de Investigación

Existe una variada recopilación de información debido a que al utilizar un análisis de valoración ambiental es necesaria la utilización de medios para la obtención de información relevante la cual pueda ser recopilada. De acuerdo con lo mencionado, las técnicas de recopilación de información serán estudios documentados con datos acerca de la contaminación de las aguas de la cuenca del río Katari, actividades predominantes en regiones aledañas las cuales tienen influencia en la afectación de este elemento ambiental. Se trabajará también en el diseño de las encuestas para una adecuada recopilación de datos y su posterior análisis de los resultados a obtener.

Por tanto, la forma de investigar se basa en la recopilación de información para el bien ambiental estudiado a través de los datos que otorguen los habitantes de los municipios de El Alto y Viacha.

Fuentes de Información

Las fuentes de información a ser utilizadas serán provenientes de estudios e investigaciones publicadas acerca de las aguas de la cuenca del río Katari tanto en su calidad de agua, los niveles de contaminación y su origen; también se utilizará información documentada como artículos digitales, entrevistas de periódicos, publicaciones de diferentes instituciones, información teórica a través de libros en pdf relacionados con la economía ambiental y la información estadística por medio de encuestas o entrevistas (información primaria).

Instrumentos de Investigación Utilizadas

El principal instrumento a utilizar para esta investigación serán las encuestas ya que para el método de valoración contingente es importante obtener los datos de manera primaria, los cuales a través del procesamiento y análisis de los resultados por medio de las herramientas estadísticas que podrán explicar la disponibilidad a pagar por el elemento ambiental.

Procesamiento de Información

Se llegará a determinar el valor monetario del elemento ambiental en base a las encuestas realizadas a los habitantes de los municipios de El Alto y Viacha.

Análisis de Resultados

Desde las conclusiones, demostración de la hipótesis planteada y recomendaciones es que habrá un análisis de resultado. En las conclusiones, se analiza los resultados que se hayan obtenido gracias a los objetivos planteados para la valoración económica de la contaminación ambiental en la cuenca del río Katari en los municipios de El Alto y Viacha del departamento de La Paz y su respectiva demostración de hipótesis, todo ello para dar respuesta al problema de investigación, a través de los datos estadísticos, leyes y teorías tomadas en cuenta; para finalizar, se recomendó posibles soluciones al problema.

Fundamentos Teóricos de Investigación

Marco Teórico

Teoría De La Escuela Neoclásica

La escuela neoclásica surgió en la década de 1870, los principales protagonistas del surgimiento de la economía neoclásica trabajaron en la misma época, pero en forma aislada. Fueron influenciados por algunos trabajos precursores y sus pensamientos tienen grandes y sorprendentes similitudes. Fueron muy influyentes y dieron nacimiento a la economía neoclásica. Ellos son Carl Menger, que trabajó en Austria, Stanley Jevons, que trabajó en Inglaterra, y Leon Walras, que trabajó en Francia.

La idea central y el aporte que realizó Stanley Jevons a la escuela neoclásica fue otorgar el carácter subjetivo a la teoría del valor de la mercancía, es decir, el valor de cambio depende directamente de su utilidad marginal. La relación que estudia es: “El costo de producción o el trabajo determina la oferta, la oferta determina el grado final de utilidad, y el grado final de utilidad determina el valor de cambio de la mercancía”. Esto es, la cantidad mayor o menor de trabajo determina el costo mayor o menor de la

mercancía, lo que implica menor o mayor oferta de esta, la escasez de esta aumenta el deseo o la satisfacción y la hace importante, mientras que la abundancia de esta reduce el deseo o la satisfacción y la hace despreciable; en conclusión, el determinante directo del valor es la utilidad marginal, y el papel del trabajo es indirecto y secundario.

A su vez, en Austria surgía una nueva teoría la cual fue desarrollada por Carl Menger, su aporte realizado a la escuela neoclásica fue su teoría del valor subjetivo. Menger demostró que el valor de un bien no se deriva de su costo de producción o de su utilidad objetiva, sino que es subjetivo y depende de la valoración individual de cada persona. Es decir, los bienes tienen valor porque las personas los valoran como medios para satisfacer sus necesidades y deseos.

Según Menger, los bienes tienen diferentes grados de utilidad y, por lo tanto, los consumidores estarán dispuestos a pagar precios diferentes por ellos. La idea clave es que el valor de los bienes se deriva de la utilidad que tienen para las personas, y dicha utilidad puede variar dependiendo de factores como la disponibilidad de bienes sustitutivos, la escasez de los bienes y las preferencias de los consumidores.

Continuando con los precursores de la economía neoclásica, a León Walras le debemos el concepto de “utilidad marginal”, que se define como el valor que los consumidores le otorgan a un producto en función de las unidades o cantidades de él que han adquirido. En otras palabras, para Walras el consumidor le dará mucho más valor al primer bien que compre que a todos los que vengan después, porque ya le ha servido para saciar su necesidad.

Gracias a las aportaciones de Leon Walras se sentaron las bases del pensamiento económico neoclásico, que intenta comprender cómo tienen que distribuirse los bienes para alcanzar la igualdad monetaria dentro de la sociedad. Sus teorías crearon modelos matemáticos que ayudaron a considerar la economía como una ciencia pura, que podía explicar y mejorar la vida de las personas a través de los números.

Economía Ambiental

La economía ambiental es una disciplina que nace de la ciencia económica a partir de la década de 1970 y es parte de las respuestas al problema ambiental.

Esta disciplina fusiona dos ciencias: las ciencias económicas y las ciencias ambientales, se puede decir que es un articulador de éstas ya que estudia lo ambiental desde lo económico. Es importante resaltar la importante evolución que tuvo en las últimas décadas.

La economía ambiental es una disciplina que aborda la problemática ambiental desde el marco teórico y el instrumental de la economía.

Áreas de acción de la economía ambiental:

1. Política económica ambiental:

Las políticas^{2,3} económicas con contenido ambiental que influyan y favorezcan al medio ambiente, haciendo que se diferencie de las demás políticas.

2. Uso de los incentivos y desincentivos:

Utilización de los incentivos⁴ y desincentivos económicos para favorecer lo ambiental. En aspectos económicos existe diversidad de incentivos como incentivos fiscales los cuales pueden ser por medio de bonos, subsidios.

3. Cuentas patrimoniales o verdes

Es una propuesta que al pasar el tiempo cobre mayor fuerza, la cual consiste en incorporar al cálculo del Producto Interno Bruto (PIB) la depreciación de la base ambiental a de los recursos naturales.

² Lineamientos que tienen objetivos, medidas y acciones.

³ Políticas Públicas: Acciones del estado orientadas a incidir sobre la realidad política o social donde se desarrolle.

⁴ Acciones del Estado orientadas a promover cambios en la conducta o accionar de ciertos grupos, sectores o actividades económicas.

4. Análisis de beneficio – costo (B/C)

Tradicionalmente, se refiere al cálculo del beneficio económico sobre el costo económico, pero en economía ambiental se calcula el beneficio económico sobre el costo ambiental.

5. Valoración económica del medio ambiente

Este punto es el tema principal de la economía ambiental debido a que se puso mayor énfasis en su estudio y desarrollo debido a que llega a poner en práctica a la economía ambiental.

Busca la forma de dar valor monetario a elementos ambientales que no tienen precio ni valor de mercado, se entiende por elementos ambientales a las áreas protegidas, paisajes, servicios ambientales, ecosistemas, calidad ambiental.

Para ello existen varios métodos de valoración los cuales son:

- Método de Valoración Contingente
- Método de Valoración de Costo de Viaje
- Método de Valoración de Costo de Reposición
- Método de Valoración de Gasto Preventivo
- Método de Valoración de Impuesto sobre la salud
- Método de Valoración de Impuesto sobre la Población

Desarrollo Sostenible

El concepto de desarrollo sostenible, sobre el cual se fundamenta la nueva agenda de desarrollo internacional, es aparentemente sencillo, pero refleja, en realidad, un complejo equilibrio entre distintas perspectivas sobre la relación entre medio ambiente y desarrollo económico y social.

La génesis del concepto de desarrollo sostenible proviene de la Comisión Brundtland⁵, constituida por la Asamblea General en 1983. Su informe, “Nuestro Futuro Común” (1987) presentaba el término “desarrollo sostenible” como el desarrollo que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro de satisfacer sus propias necesidades, y buscaba atender tanto las demandas por una agenda de protección del medio ambiente como las de asegurar el desarrollo de los países con menor nivel de desarrollo. Por tanto, se requería la integración de las políticas ambientales y las estrategias de desarrollo (en sus componentes económico y social). Esta condición llevó al tratamiento, a lo largo del tiempo, de “tres dimensiones” o “tres pilares” del desarrollo sostenible (el económico, el social y el ambiental).

Esquema 1: Esquema de las Tres Dimensiones del Desarrollo Sostenible



Fuente: Cepal
Elaboración: Línea Verde

La Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), Río de Janeiro,

⁵ El Informe Brundtland fue publicado en 1987 para las Naciones Unidas. El informe enfrenta y contrasta la postura del desarrollo económico actual junto con el de la sustentabilidad o sostenibilidad ambiental.

1992) es el instrumento que formaliza el concepto de desarrollo sostenible a través de una serie de principios, comúnmente denominados Principios de Río.

Cuando la Asamblea General determinó, en 2010, la realización de Rio+20, estableció dos temas para la conferencia: el marco institucional para el desarrollo sostenible y “economía verde en el contexto del desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza”. La idea de una “economía verde” suponía que el cambio de paradigma necesario para proteger el medio ambiente puede generar también nuevas oportunidades de crecimiento económico, un tema importante en un momento de crisis internacional.

Uno de los resultados más importantes de Rio+20 fue el lanzamiento del proceso de establecimiento de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que significaría la fusión del proceso internacional hacia el desarrollo sostenible con la agenda internacional de desarrollo para el período post-2015, dando un paso importante hacia la real integración del desarrollo sostenible como concepto orientador, más allá de las instituciones ambientales y el discurso.

En resumen, se llama desarrollo sostenible a aquel desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones; una actividad sostenible es aquella que se puede mantener en el futuro.

Compensación por Servicios Ambientales⁶

Los agentes económicos y comunidades que conservan sus recursos proporcionan ciertos servicios a la sociedad, los beneficios de estos servicios a menudo se manifiestan en ubicaciones remotas y benefician a grupos de personas distintos de quienes lo generan, sin que exista una compensación por parte de los beneficiarios hacia quienes conservan. La compensación o el pago por servicios ambientales se ha convertido en un tema importante en el manejo del ambiente y los recursos naturales.

⁶ Roberto Ramón Enríquez Andrade (2008), Introducción al análisis económico de los recursos naturales y del ambiente. Universidad Autónoma de Baja California, México. Pág. 240

La premisa básica detrás de los esquemas de pago por servicios ambientales es que estos servicios deberían ser remunerados, creando así incentivos para su eficiente dotación. Si bien parece existir un consenso en que el pago por servicios ambientales generaría beneficios ambientales y económicos, no hay un acuerdo en la forma en que dichos pagos deberían realizarse en la práctica.

La idea central del pago por servicios ambientales es desarrollar un mercado en el cual el proveedor del servicio reciba una compensación por parte del usuario del servicio. El pago recibido debe incentivar al proveedor a que adopte prácticas de manejo dirigidas a elevar o al menos mantener la calidad del servicio ambiental. En algunos casos, el pago sirve para compensar el costo de oportunidad de una actividad productiva o extractiva que pondría en riesgo el servicio ambiental. El pago no necesariamente debe expresarse como una operación monetaria, pues también puede traducirse en una mejora de infraestructura, servicios sociales o capacitación.

Inicios de la Valoración Contingente⁷

El nombre del método hace referencia al hecho de que los valores declarados por los individuos encuestados son contingentes (representan su voluntad) sobre los mercados construidos o simulados en las encuestas. El origen de la valoración contingente se remonta a la década de 1940, en donde Ciriacy-Wantrup (1947) escribió acerca de los beneficios de prevenir la erosión. En su trabajo, él observó que los beneficios derivados de esta práctica tenían un carácter público (por ejemplo, reducción de las filtraciones de sustancias contaminantes a los arroyos), y sugirió que la única manera de identificar la demanda de estos bienes era a través de entrevistas personales, donde se les pregunta a los individuos por su disposición a pagar por acceder a cantidades adicionales de un bien.

Ahora, la rama de la economía ambiental y de los recursos naturales dio un gran salto cuando John Krutilla (1967) publicó “La conservación reconsiderada”, el cual es

⁷ Juan David Osorio Múnera, Francisco Javier Correa Restrepo (2009), Un análisis de la aplicación empírica del método de valoración contingente. Cali, Colombia

calificado como el artículo más importante escrito en esta sub disciplina. En este trabajo, Krutilla identifica la naturaleza irreversible del desarrollo de los ambientes naturales, y sugiere la existencia de divergencias⁸ entre las medidas de bienestar, para lo que él llama “grandes maravillas escénicas”. Más importante aún, Krutilla, contempla la posibilidad de lo que se conoce como “valor de existencia” de los bienes o servicios ambientales, definido como el valor que los individuos otorgan a un bien ambiental, el cual no está relacionado con ningún uso, ni actual ni futuro del bien.

Sin embargo, aunque esta es una pequeña muestra de los avances y aplicaciones de esta metodología de valoración, ninguno de éstos trascendió su aplicación al campo legal hasta 1980, cuando los estudios de valoración contingente empezaron a ser tomados en cuenta para proveer evidencia que permitiera evaluar y tomar decisiones legales.

Método de Valoración Contingente

El método de valoración contingente, consiste en simular por medio de encuestas y escenarios hipotéticos un mercado para un bien o conjunto de bienes para los que no existe mercado.⁹ En el método de la valoración contingente, los cuestionarios juegan el papel de un mercado hipotético, donde la oferta viene representada por la persona entrevistadora y la demanda por la entrevistada. La persona entrevistada se encuentra en una situación parecida a la que diariamente se enfrenta en el mercado: comprar o no una cantidad determinada de un bien a un precio dado.

Este método de valoración se sustenta en la teoría subjetiva del valor¹⁰, donde el valor es asignado por el individuo de acuerdo a sus preferencias y expectativas. La encuesta es el mecanismo de sondeo apropiado por su carácter científico y por su respaldo técnico.

⁸ Irse apartando sucesivamente unas de otras, dos o más líneas o superficies

⁹ Mendieta Juan Carlos, “Programa de Magister en Economía del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales”, 2000.

¹⁰ La teoría del valor subjetivo es una teoría económica que señala que el valor de un bien se establece en base a su utilidad esperada.

La idea principal es la de conocer la preferencia y comportamiento de los individuos por salvaguardar o recuperar un elemento ambiental a través de la disponibilidad a pagar que ellos manifiestan, este método se utiliza también para: paisajes, áreas naturales, servicios ambientales¹¹, calidad ambiental¹², etc.

De la encuesta a ser realizada lo que nos interesa es conocer la Disponibilidad A Pagar (D.A.P.) del elemento ambiental, ya que se le otorga un valor monetario a dicho elemento para así mantener, recuperar, proteger o restaurarlo.

Objetivos y Supuestos del Método

Esta metodología persigue como objetivos:

1. Evaluar principalmente los beneficios de proyectos que tienen que ver con bienes y/o servicios que no tienen un mercado definido.
2. Estimar la disposición a pagar (DAP) o aceptar (DAA), con base en la percepción del beneficio o daño por parte del individuo.

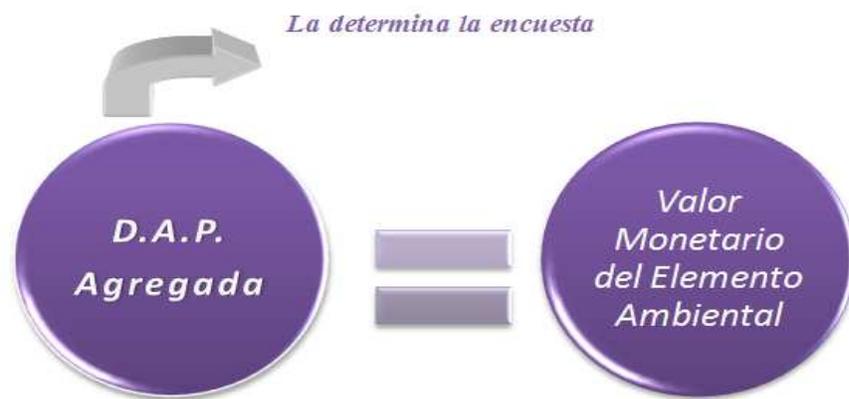
Los supuestos de esta metodología son:

1. El individuo maximiza su utilidad dada una restricción de presupuesto representada por el ingreso disponible.
2. El comportamiento del individuo en el mercado hipotético es equivalente a un mercado real.
3. El individuo debe tener completa información sobre los beneficios del bien, incluida ésta en la pregunta de disponibilidad a pagar.

¹¹ Los servicios ambientales son aquellas funciones de los ecosistemas que pueden generar beneficios y bienestar adicionales para las personas y las comunidades.

¹² Conjunto de características propias del sistema que generan un entorno óptimo y que pueden ser susceptibles de alterar su estado natural.

Esquema 2: Explicación de la Disponibilidad A Pagar



Elaboración propia en base a cátedra en clases

Finalmente, el valor del elemento ambiental será determinado por la disponibilidad a pagar agregada, es decir, respecto a la sumatoria de la disponibilidad a pagar de todos los encuestado, el elemento ambiental se analiza de manera conjunta.

Funcionamiento y Realización del Método

¿Cómo es el funcionamiento del método? El vehículo normal para este método son las encuestas, entrevistas o cuestionarios; estas se estructuran básicamente en tres bloques:

1. La Información. Esta información debe ser la más relevante sobre el objeto de estudio (bien o servicio a valorar) y el entrevistado debe estar al tanto de esta información con el fin de que esté plenamente enterado del problema que se trate. En el caso de los bienes ambientales es normal acompañar esta información de gráficos, fotografías o dibujos que ayuden a la comprensión del problema.

2. Modificación. Básicamente consiste en la modificación del objeto de estudio y se toma en cuenta el nivel de partida en cuanto a la calidad del bien ambiental, la modificación propuesta, lo que ello supone para la persona y el mecanismo de financiación de la medida de estudio. En efecto, este bloque busca presentar el estado

inicial y los cambios que la modificación en las condiciones existentes del bien o servicio presenta para los individuos.

Una vez descrito todo este escenario, lo siguiente es preguntar la disponibilidad a pagar por parte de las personas ante el cambio propuesto, sin olvidar que cuando se trata de encontrar esta cantidad, el planteamiento que se haga debe girar siempre alrededor del intercambio de mayor bienestar debido a la mejora ambiental por el dinero que le supone pagar a la persona por esta mejora.

3. Características Socioeconómicas. Generalmente se adiciona al cuestionario las características más relevantes de la persona entrevistada, aquí puede incluirse la edad, estado civil, renta, nivel de estudios, etc. Esta información adicional puede contribuir para determinar, sin ambigüedades, las preferencias de los individuos.

¿Cómo se realizan las encuestas? Existen diferentes métodos para implementar las encuestas, entre los principales tenemos:

- a. Entrevistas Personales.
- b. Entrevistas Telefónicas.
- c. Cuestionarios o Encuestas por Correo.
- d. Experimentos de Laboratorio.

Ahora bien, ¿Cómo es el formato de las preguntas? Las preguntas por lo general se hacen a la persona buscando que ésta revele una cantidad acerca de lo que está dispuesto a pagar por una mejora o por evitar un empeoramiento; en otras ocasiones se valorará la cantidad exigida como compensación por un daño o para renunciar a una mejora.

Efectivamente existen distintos formatos de pregunta, entre las cuales tenemos:

- a. Formato Abierto.

b. Formato Múltiple.

c. Formato Binario: Esto es conocido también como formato Referéndum.

Ahora bien, esta encuesta debe tener una estructura y un contenido tal que, con una sola vez que se la realice, se pueda obtener la mayor cantidad posible de información. Para lograr estos fines, una encuesta debe estar estructurada de la siguiente manera¹³:

Un primer bloque aborda algunas características relevantes del aspecto socioeconómico. En el mismo se pregunta sobre la edad, el sexo, el ingreso promedio del encuestado, los niveles de estudio, etc.

Un segundo bloque en el cual se encuentra contenida la información relevante sobre lo que se quiere encuestar, de modo que la persona, objeto de la encuesta, tenga la información necesaria y precisa para identificar correctamente el problema del que se trata.

Un tercer bloque define la modificación del bien objeto de estudio que va a ser valorado. Además, se debe expresar la manera en que será financiado el pago. Esta etapa del estudio es de suma importancia pues de la misma depende el hecho de plantear correctamente la pregunta clave para los resultados de la valoración.¹⁴

Sesgos

Tal como los define Riera (1994), “los sesgos son los errores que se producen sistemáticamente debido al planteamiento incorrecto de alguno de los elementos del estudio de valoración contingente, y que dan lugar a una divergencia entre el valor estimado y el verdadero.”¹⁵

¹³ Sarmiento Miguel Ángel, “Desarrollo de un Método de Valoración Medioambiental”, 2003

¹⁴ Maza A., Carmen de la Luz, “Valoración Contingente y su Aplicación”.

¹⁵ Antoni Riera Font, Vicente Ramos Mir, Magdalena Cladera Munar, “Una Aplicación Del Método De Valoración Contingente”.

a. Sesgos de muestreo.

Si no se selecciona adecuadamente la población relevante, los resultados del estudio pueden infravalorar o sobrevalorar el verdadero valor del bien.

b. Sesgos debidos a la actitud de los encuestados.

El MVC está basado en las respuestas de los individuos a un cuestionario, por lo que la fiabilidad de sus resultados depende de la disposición de los encuestados a revelar sus verdaderas preferencias.

c. Sesgo de complacencia.

El sesgo de complacencia se produce cuando la persona encuestada, ante la pregunta de valoración, no da su verdadera disposición a pagar, sino que responde lo que supone que espera otra persona.

d. Restricciones presupuestarias.

En este caso la restricción presupuestaria que toma el entrevistado no es la que propone el investigador. Por ejemplo, si el entrevistado toma como referencia la renta familiar cuando debería utilizar la personal, o viceversa.

e. Sesgos debidos a las pistas implícitas.

Este grupo de sesgos aparece cuando el encuestado utiliza como indicadores del valor aproximado que debe dar al bien que se está estudiando, diversos elementos del escenario de valoración.

Con relación a este tipo de sesgos es fundamental la forma en que se describe el escenario de valoración. “Se recomienda que sea informativa, clara, realista, que tenga una aplicación uniforme para todos los encuestados y, si es posible, que deje a la persona

encuestada con la idea de que la situación y su respuesta no tan solo son creíbles sino también importantes” (Rowe y Chestnut, 1982).

Valoración Económica del Elemento Ambiental

Para la Valoración Económica Ambiental Agregada se utiliza la siguiente ecuación tomando como base la anterior fórmula:

$$V.E.A. = P(DAP) * Q$$

Donde:

- V.E.A. = Valoración Económica Ambiental
- P(DAP) = Disponibilidad A Pagar Agregada (en promedio)
- Q = Población Universo

El Vivir Bien

El Vivir Bien, el modelo que busca implementarse desde el gobierno de Evo Morales, se puede resumir como el vivir en armonía con la naturaleza algo que retomaría los principios ancestrales de las culturas de la región. Éstas considerarían que el ser humano pasa a un segundo plano frente al medio ambiente.

- **Priorizar la vida**

Vivir Bien es buscar la vivencia en comunidad, donde todos los integrantes se preocupan por todos. Lo más importante no es el humano (como plantea el socialismo) ni el dinero (como postula el capitalismo), sino la vida. Se pretende buscar una vida más sencilla. Sea el camino de la armonía con la naturaleza y la vida, con el objetivo de salvar el planeta y da prioridad a la humanidad.

- **Equilibrio con la naturaleza**

Vivir Bien es llevar una vida de equilibrio con todos los seres dentro de una comunidad. Al igual que a la democracia, a la justicia también se la considera excluyente porque sólo toma en cuenta a las personas dentro de una comunidad y no a lo

que es más importante: la vida y la armonía del hombre con la naturaleza. Es por eso que Vivir Bien aspira a tener una sociedad con equidad y sin exclusión.

- **Aprovechar el agua**

Vivir Bien es distribuir racionalmente el agua y aprovecharla de manera correcta. El Ministro de Relaciones Exteriores comenta que el agua es la leche de los seres que habitan el planeta.

Bolivia y su Guerra contra el Agua Limpia

En los registros mundiales, Bolivia ocupa ubicaciones privilegiadas en cuanto a la disponibilidad del considerado recurso estratégico más valioso del siglo XXI: el agua dulce. De entrada, es el único país que participa en las tres más importantes cuencas sudamericanas: la del río de la Plata, la del Titicaca o endorreica y la Amazónica. Es el país con mayor cantidad de humedales del mundo, es decir, cuerpos de agua de importancia internacional por los servicios ecosistémicos que prestan. Bolivia, además, ocupa el puesto 19 en el planeta en cuanto a reservas de agua dulce, es decir, lagunas, lagos, ríos y arroyos. Sobre su territorio vuelan, por si fuera poco, los más caudalosos ríos aéreos del Cono Sur.

Todo ello se halla debidamente registrado por las diversas agencias de Naciones Unidas, como la FAO y el PNUMA. Pero parece que pocos bolivianos se jactan de ello e incluso que esa condición les incomodase. Pareciera que además hubiesen lanzado una guerra sin cuartel contra sus generosos cuerpos de agua. Ello porque también ocupan posiciones privilegiadas en los registros con los indicadores más sucios del planeta.

Un caso dramático y de repercusiones internacionales constituye la ciudad de El Alto. No sólo sus ríos resultan altamente contaminados, sino que sus descargas llegan hasta el binacional lago Titicaca. Cargas que suman diversos metales pesados han generado zonas críticas de contaminación, como la bahía de Cohana, cuyas aguas provienen de la cuenca Katari.

“En el país, prácticamente no existe un sistema general, coordinado y supervisado de botaderos y rellenos sanitarios. Los municipios que cuentan con alguno no llegan ni al seis por ciento. Por esa causa, los habitantes y empresas de cientos de pueblos y barrios lanzan los desechos a ríos o lugares a cielo abierto. Esos lixiviados contaminan los cursos de agua subterráneos” (Villarreal, 2013).

Control De La Calidad Del Agua

El control de calidad del agua consiste en un conjunto de actividades permanentes que pretenden garantizar la calidad de agua que sufre alteraciones cuando entra en contacto con aguas residuales de origen industrial o de uso doméstico, éstas determinarán el grado de contaminación, de acuerdo a la carga de sus solutos disueltos en ella. Conservar la salud de la población es una de las tareas primordiales del Estado. Una gran amenaza a la población que vive en estos centros urbanos son las enfermedades relacionadas al consumo de agua de calidad no adecuada que determina la incidencia de enfermedades gastrointestinales, principalmente en niños y ancianos.

Esta clasificación general de cuerpos de agua; en relación con su aptitud de uso, obedece a los siguientes lineamientos expresados en la siguiente tabla:

Cuadro 2: Clasificación General de Cuerpos De Agua

CLASE “A”	Aguas naturales de máxima calidad, que las habilita como agua potable para consumo humano sin ningún tratamiento previo, o con simple desinfección bacteriológica en los casos necesarios verificados por laboratorio.
CLASE “B”	Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren tratamiento físico y desinfección bacteriológica.
CLASE “C”	Aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica.
CLASE “D”	Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, en los casos extremos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de precedimentación, pues pueden tener una elevada turbiedad por elevado contenido de sólidos en suspensión, y luego tratamiento fisicoquímico completo y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.

Fuente: Reglamentación de la Ley del Medio ambiente N° 1333.

Estas son las clases de cuerpo de agua que se consideran en Bolivia según la Ley 1333.

La actividad minera de Milluni envía aguas ácidas hacia la cuenca Katari y a estas se suman las aguas residuales de la aglomeración urbana de El Alto, contaminando los cultivos, el ganado y la salud humana de las comunidades próximas al lago menor del Titicaca.

La evidencia muestra que la actividad minera de Milluni, actualmente explotada por cooperativas, ha generado aguas ácidas que impiden la agricultura y la ganadería en las comunidades asentadas aguas abajo.

A medida que la cuenca desciende y recorre otros municipios, recibe los desechos de las aglomeraciones urbanas que contienen tanto aguas domiciliarias como aguas industriales.

Marco Conceptual y Definiciones

Hace referencia al conjunto de conceptos y definiciones para cada término que se utiliza en la investigación, esto es, con el propósito de facilitar el manejo y comprensión de toda la investigación.

Economía

Es una ciencia social que se encarga de estudiar la forma en que los seres humanos, como individuos o grupos, tratan de adaptar recursos escasos a sus necesidades mediante los procesos de producción, distribución, sustitución, consumo e intercambio.

La ciencia de la economía se relaciona con la asignación de los recursos, con o sin un precio específico, para distintos usos individuales y sociales, la distribución de la producción entre individuos y grupos, los aciertos y desaciertos de los sistemas económicos y las implicaciones del desarrollo sostenible.

Economía Ambiental

La economía ambiental abarca a todos los costos inherentes al deterioro y el control del ambiente, aparte de la totalidad de los beneficios derivados de la protección de los recursos y el ambiente en un esquema global de costo-beneficios, con equilibrio de los costos y beneficios en cada sector del quehacer humano, fortaleciendo la base de recursos a la que recurrirán las generaciones presentes y futuras.

Economía de Bienestar Social

Estudio de la viabilidad social de la disposición alterna de las actividades económicas que implican la asignación de recursos. Se trata del análisis del comportamiento óptimo de los consumidores en la sociedad en términos generales.

Valoración Ambiental

Las técnicas desarrolladas para avanzar en la valoración de bienes y servicios ambientales, para los que no existe un mercado que asigne precio, son artificios económicos basados en el concepto de disposición a pagar, que consideramos como la manera genérica en la que se mide el valor económico de cualquier bien o servicio: se enfrentan, al igual que en el mercado, disponibilidad del bien con disposición a pagar. Se pretende pues la medición de los beneficios ambientales por lo que las personas realmente desean ese beneficio, deseo que se pretende medir por lo que la gente está dispuesta a pagar por dicho beneficio.

La valoración ambiental puede definirse formalmente como un conjunto de técnicas y métodos que permiten medir las expectativas de beneficios y costes derivados de alguna de las siguientes acciones: uso de un activo ambiental, realización de una mejora ambiental y generación de un daño ambiental.

Contaminación Ambiental

La contaminación ambiental es la presencia de componentes nocivos, bien sean de naturaleza biológica, química o de otra clase, en el medioambiente, de modo que supongan un perjuicio para los seres vivos que habitan un espacio, incluyendo, por

supuesto, a los seres humanos. Generalmente la contaminación ambiental tiene su origen en alguna actividad humana.

Contaminación del Agua

La contaminación ambiental crece de manera vertiginosa, en paralelo, al desarrollo industrial y al aumento de la población, en especial, a lo largo del último siglo y medio. Ambos factores contribuyen a establecer un desequilibrio en el medioambiente y en los ecosistemas ante la presencia de contaminantes de distinta clave, como los agentes químicos (abonos sintéticos, derivados del plástico, disolventes, ácidos, pesticidas), biológicos (los desperdicios de numerosas fábricas, desagües que vierten líquidos tóxicos a la hidrosfera, serrín de la industria forestal) o físicos (radioactividad, energía electromagnética, ruido).

La acción combinada a lo largo del tiempo de todos estos elementos provoca la contaminación del agua, y en consecuencia la contaminación del mar y los ríos, del aire y del suelo. En el caso del agua, el principal efecto palpable es que su composición se altera y deja de poseer las condiciones óptimas para, por ejemplo, su consumo. Los vertidos de aguas negras¹⁶, los derrames de petróleo¹⁷ o el uso indiscriminado y abusivo de productos fitosanitarios¹⁸ son algunos de los procesos y acciones que explican por qué el agua se contamina. La contaminación por los plásticos que se vierten al mar está también repercutiendo muy negativamente en la calidad del agua y de los ecosistemas marinos.

Bienestar Social

El bienestar social es una condición lograda. Esta condición se expresa en varios aspectos de la vida del ser humano en convivencia social. Estos aspectos de la vida

¹⁶ Consecuencia de los desechos líquidos de ciudades y de plantas de producción que no la tratan de la manera adecuada.

¹⁷ En perforaciones petroleras en los que ocurre algún accidente o en el transporte del 'oro negro' por vías marítimas.

¹⁸ En los campos, por cuestiones agrícolas, pero que la tierra, posteriormente, filtra y alcanzan las aguas subterráneas.

social son recogidos evaluando el nivel logrado en la satisfacción de las necesidades sociales fundamentales.

Por tanto, el bienestar social se expresa a través de los siguientes niveles: salud, educación, vivienda, bienes de consumo, desarrollo urbano, seguridad y en todos los aspectos relacionados con el medio ambiente.

Conservación

La conservación es la acción y efecto de conservar (mantener, cuidar o guardar algo, continuar una práctica de costumbres). El término tiene aplicaciones en el ámbito de la naturaleza, la alimentación y la biología, entre otros.

La conservación ambiental o conservación de las especies, por ejemplo, hace referencia a la protección de los animales, las plantas y el planeta en general. Esta conservación apunta a garantizar la subsistencia de los seres humanos, la fauna y la flora, evitando la contaminación y la depredación de recursos.

Ecosistema

El ecosistema es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Las especies del ecosistema, incluyendo bacterias, hongos, plantas y animales dependen unas de otras.

El concepto de ecosistemas, que comenzó a desarrollarse entre 1920 y 1930, tiene en cuenta las complejas interacciones entre los organismos que forman la comunidad (biocenosis)¹⁹ y los flujos de energía y materiales que la atraviesan. Este término fue acuñado por Roy Clapham y engloba no solo estas relaciones entre los diferentes seres vivos sino también, cómo estos interactúan con su entorno.

¹⁹ Conjunto de organismos, vegetales o animales, que viven y se reproducen en determinadas condiciones de un medio.

Medio Ambiente

El medio ambiente es el espacio en el que se desarrolla la vida de los organismos y que permite su interacción. Está conformado por seres vivos (factores bióticos), por elementos sin vida (factores abióticos) y por elementos artificiales creados por el hombre.

Cuando se habla de factores bióticos se hace referencia a todos los seres vivos que viven en un ambiente (las bacterias microscópicas, los hongos, la flora, la fauna, los seres humanos) y las interacciones entre ellos; por su parte, los factores abióticos son aquellos que carecen de vida, pero determinan el espacio físico del ambiente (como el aire, el suelo y el agua) y resultan esenciales para la subsistencia de los organismos vivos.

Todos los organismos obtienen del medio ambiente todos los elementos que necesitan para vivir: desde el aire y el agua, hasta el refugio y el alimento que les permite crecer, desarrollarse y obtener energía. Mantener el equilibrio del medio ambiente es fundamental para mantener la vida en la Tierra tal como la conocemos.

La fauna y la flora son de vital importancia para el medio ambiente ya que poseen una interdependencia que posibilita el equilibrio de las especies y el desarrollo de la biodiversidad.

Elemento Ambiental

En economía ambiental, cualquier elemento ambiental hace referencia a un área natural determinada con el objetivo de ser estudiada debido a sus características tales como: importancia en el medio ambiente o en la sociedad o por sus niveles de contaminación.

Servicio Ambiental

Los servicios ecosistémicos o ambientales son aquellos que la naturaleza o los procesos ecológicos proveen a los seres vivos y al planeta.

Son esenciales para la vida, por lo que la tierra, el agua, el aire, el clima y los recursos genéticos se deben utilizar de forma responsable para las presentes y futuras generaciones.

Son cuatro tipos de servicios: de abastecimiento, de regulación, de apoyo y culturales.

- **Abastecimiento**

Son los beneficios materiales que las personas obtienen de los ecosistemas como agua, alimentos, medicinas y materias primas. Para muchas poblaciones estos servicios representan su forma de subsistencia, por lo que su valor es mayor que si los comercializaran.

- **Regulación**

Entre los servicios de regulación están el clima y la calidad del aire, el secuestro y almacenamiento de carbono, la moderación de fenómenos naturales, el tratamiento de aguas residuales, la prevención de la erosión y conservación de la fertilidad de suelos, el control de plagas, la polinización y regulación de los flujos del agua.

- **Apoyo**

Los ecosistemas proporcionan espacios vitales para la flora y la fauna. También conservan una diversidad de plantas y animales de complejos procesos que sustentan los demás servicios ecosistémicos.

- **Culturales**

Los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas se denominan servicios culturales. Comprenden la inspiración estética, la identidad cultural, el sentimiento de apego al terruño y la experiencia espiritual relacionada con el entorno natural. En este grupo se incluyen las actividades recreativas y para el turismo.

CAPÍTULO II

Aspectos De Políticas, Normas e Institucional

Referencia de Políticas

Política y Estrategia Plurinacional para la Gestión Integral y Sustentable de la Biodiversidad Plan de Acción 2019 – 2030

Enfoque y Fundamentos

El Estado Plurinacional de Bolivia promueve la Política de Gestión Integral y Sustentable de la Biodiversidad. La misma se sustenta en la planificación articulada e integral para el uso, conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, de forma tal que aporte a generar y desarrollar sistemas productivos sustentables y compatibles entre sí.

Se fundamenta en el mandato constitucional de alcanzar los objetivos del Vivir Bien, como la materialización efectiva de los Derechos de la Madre Tierra y la construcción de vínculos armónicos entre las prácticas de uso y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad.

El Enfoque Político se fundamenta en:

- Vivir Bien en armonía con la Madre Tierra.
- Sistemas de Vida en Equilibrio Armónico.
- El Estado Plurinacional Autonomo y Unitario.

Vivir Bien En Armonía Con La Madre Tierra

El Vivir Bien en armonía con la Madre Tierra incorpora en su complejidad, la relación armónica entre las necesidades humanas y el resto de la naturaleza, por lo que se constituye en un modelo alternativo al modelo capitalista de mercantilización de las funciones ambientales y de los Sistemas de Vida. Asimismo, tiene un carácter claramente político porque acerca los derechos políticos a los segmentos sociales

históricamente subordinados por las clases dominantes, para acceder al Vivir Bien en armonía con la Madre Tierra.

Sistemas de Vida en Equilibrio Armónico

Los Sistemas de Vida se refieren a la altamente dinámica y compleja interrelación multidimensional entre los sistemas naturales y los sistemas humanos (económicos, políticos, sociales y culturales). Confluyen en ellos la amplia diversidad de procesos naturales y de dinámicas socioeconómicas, institucionales y culturales. Su persistencia armónica en el tiempo (mantenimiento de la integridad y de las capacidades de regeneración de los sistemas naturales), definen una provisión continua de múltiples componentes, funciones ambientales y ecosistémicas²⁰; mismos que han nutrido y consolidado diversos esquemas de derechos de acceso, modelos de ocupación y organización territorial, y formas tradicionales de apropiación de uso y aprovechamiento de la biodiversidad.

El Estado Plurinacional Autonómico y Unitario

La conformación territorial boliviana expresada en el Estado Unitario Autonómico y la definición de un marco competencial, propone la integración del territorio a través de nuevos esquemas de articulación entre los diferentes niveles de gobierno con base en el ejercicio de las funciones legislativa, reglamentaria y ejecutiva para el ejercicio de las competencias. Estas características autonómicas constituyen un escenario para la gestión de los Sistemas de Vida en el territorio boliviano, caracterizados por su variabilidad y complejidad ecosistémica, y nos enfrenta al reto de innovar instrumentos de gestión que superen la división política que por circunstancias histórico-políticas no se han modificado en la nueva CPE, existiendo sin embargo escenarios de gestión supraterritorial²¹ como las regiones autonómicas y las regiones metropolitanas como espacios de planificación significativos.

²⁰ Son aquellos que la naturaleza o los procesos ecológicos proveen a los seres vivos y al planeta.

²¹ Se refiere a un territorio mayor o más amplio que aquel sobre el que están basadas.

Agenda Patriótica 2025

El Año 2025 Bolivia cumplirá 200 años desde su fundación y como conmemoración a este futuro hito histórico, el entonces Presidente del Estado Plurinacional, Evo Morales Ayma, ha planteado 13 pilares para constituir la Bolivia Digna y Soberana, con el objetivo de levantar una sociedad y un Estado más incluyente, participativo, democrático, sin discriminación, racismo, odio, ni división.

En este sentido, los pilares relacionados con el tema de investigación son los siguientes:

Pilar 9: Soberanía Ambiental con Desarrollo Integral, Respetando los Derechos de la Madre Tierra

En el ámbito plurinacional para 2025 habremos logrado consolidar la vinculación entre la agenda agraria con la forestal y existirá plena complementariedad entre la producción de alimentos y la conservación de los bosques. Nuestras metas de la agenda patriótica con respecto al medio ambiente son las siguientes:

- Bolivia defiende y fortalece en el ámbito internacional mecanismos para el desarrollo de sistemas productivos sustentables y de conservación de los bosques y la biodiversidad con enfoques que no están basados en los mercados sino en la gestión comunitaria de poblaciones locales, de indígenas, campesinos y pequeños productores.
- En Bolivia habremos consolidado un Sistema Plurinacional de Áreas Protegidas incluyendo áreas del nivel central del Estado y de todas las entidades territoriales autónomas con participación y gestión comunitaria y social de pueblos y comunidades indígenas y campesinas, así como poblaciones locales.
- En Bolivia no sufrimos por la escasez de agua y tenemos capacidades para prevenir los riesgos que son causados por el cambio climático y los desastres naturales.

Pilar 12: Disfrute y Felicidad Plena de Nuestras Fiestas, de Nuestra Música, Nuestros Ríos, Nuestra Selva, Nuestras Montañas, Nuestros Nevados, de Nuestro Aire Limpio, de Nuestros Sueños

Nuestras metas de la agenda patriótica con respecto al disfrute y la felicidad para Vivir Bien son las siguientes:

- Las bolivianas y bolivianos vivimos en complementariedad, solidaridad y respeto, promoviendo de manera conjunta y con hermandad los derechos de la Madre Tierra, los derechos de los pueblos indígenas, los derechos sociales, económicos y culturales del pueblo boliviano y el derecho de todo el pueblo a vivir en una sociedad justa y equitativa, sin pobreza.

- Las bolivianas y bolivianos practicamos, fortalecemos y promovemos vínculos edificantes, virtudes humanitarias, humanistas y solidarias para llevar una vida armoniosa, danzamos en nuestras fiestas compartiendo alegría, danzamos en gratitud a la Madre Tierra, respetamos y cuidamos nuestra naturaleza, crecemos en nuestra espiritualidad y fe, nos escuchamos para conocernos, para reconocernos, nos respetamos y ayudamos mutuamente, y promovemos la eliminación del consumismo, el egoísmo y el individualismo capitalista.

Referencia Normativa

La Nueva Constitución Política del Estado (NCPE)

El 25 de enero de 2009 en Bolivia se realizó el Referéndum de aprobación de la Constitución Política del Estado (CPE) de Bolivia, el cual respalda la protección del medio ambiente, biodiversidad, recursos forestales y recursos naturales, a los cuales se hace referencia en los siguientes artículos:

Artículo 33. Las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente.

Artículo 342. Es deber del Estado y de la población conservar, proteger y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales y la biodiversidad, así como mantener el equilibrio del medio ambiente.

Artículo 343. La población tiene derecho a la participación en la gestión ambiental, a ser consultado e informado previamente sobre decisiones que pudieran afectar a la calidad del medio ambiente.

Artículo 347.

I. El Estado y la sociedad promoverán la mitigación de los efectos nocivos al medio ambiente, y de los pasivos ambientales que afectan al país. Se declara la responsabilidad por los daños ambientales históricos y la imprescriptibilidad de los delitos ambientales.

II. Quienes realicen actividades de impacto sobre el medio ambiente deberán, en todas las etapas de la producción, evitar, minimizar, mitigar, remediar, reparar y resarcir los daños que se ocasionen al medio ambiente y a la salud de las personas, y establecerán las medidas de seguridad necesarias para neutralizar los efectos posibles de los pasivos ambientales.

Artículo 354. El Estado desarrollará y promoverá la investigación relativa al manejo, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales y la biodiversidad.

Artículo 358. Los derechos de uso y aprovechamiento sobre los recursos naturales deberán sujetarse a lo establecido en la Constitución y la ley. Estos derechos estarán sujetos a control periódico del cumplimiento de las regulaciones técnicas, económicas y ambientales. El incumplimiento de la ley dará lugar a la reversión o anulación de los derechos de uso o aprovechamiento.

Artículo 380. Los recursos naturales renovables se aprovechan de manera sustentable, respetando las características y el valor natural de cada ecosistema.

Ley del Medio Ambiente

El 27 de abril de 1992, se promulga la Ley 1333 de Medio Ambiente como el marco legal y normativo de la gestión ambiental. Esta aprobación ha significado un gran avance para nuestro país, caracterizado por ser exportador de materia prima, especialmente de recursos no renovables de manera sostenible, presentando los siguientes artículos:

ARTICULO 1. La presente Ley tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.

ARTICULO 17. Es deber del Estado y la sociedad, garantizar el derecho que tiene toda persona y ser viviente a disfrutar de un ambiente sano y agradable en el desarrollo y ejercicio de sus actividades.

ARTICULO 18. El control de la calidad ambiental es de necesidad y utilidad pública e interés social. La Secretaría nacional y las Secretarías Departamentales del Medio Ambiente promoverán y ejecutarán acciones para hacer cumplir con los objetivos del control de la calidad ambiental.

ARTÍCULO 19. Son objetivos del control de la calidad ambiental:

1.- Preservar, conservar, mejorar y restaurar el medio ambiente y los recursos naturales a fin de elevar la calidad de vida de la población.

2. Normar y regular la utilización del medio ambiente y los recursos naturales en beneficio de la sociedad en su conjunto.

3.- Prevenir, controlar, restringir y evitar actividades que conlleven efectos nocivos o peligrosos para la salud y/o deterioren el medio ambiente y los recursos naturales.

4.- Normar y orientar las actividades del Estado y la Sociedad en lo referente a la protección del medio ambiente y al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales a objeto de garantizar la satisfacción de las necesidades de la presente y futuras generaciones.

ARTICULO 36. Las aguas en todos sus estados son de dominio originario del Estado y constituyen un recurso natural básico para todos los procesos vitales. Su utilización tiene relación e impacto en todos los sectores vinculados al desarrollo, por lo que su protección y conservación es tarea fundamental del Estado y la sociedad.

ARTICULO 37. Constituye prioridad nacional la planificación, protección y conservación de las aguas en todos sus estados y el manejo integral y control de las cuencas donde nacen o se encuentran las mismas.

ARTICULO 38. El Estado promoverá la planificación, el uso y aprovechamiento integral de las aguas, para beneficio de la comunidad nacional con el propósito de asegurar su disponibilidad permanente, priorizando acciones a fin de garantizar agua de consumo para toda la población.

ARTICULO 39. El Estado normará y controlará el vertido de cualquier sustancia o residuo líquido, sólido y gaseoso que cause o pueda causar la contaminación de las aguas o la degradación de su entorno. Los organismos correspondientes reglamentarán el aprovechamiento integral, uso racional, protección y conservación de las aguas.

ARTICULO 107. El que vierta o arroje aguas residuales no tratadas, líquidos químicos o bioquímicos, objetos o desechos de cualquier naturaleza, en los cauces de aguas, en las riberas, acuíferos, cuencas, ríos, lagos, lagunas, estanques de aguas, capaces de contaminar o degradar las aguas que excedan los límites a establecerse en la reglamentación, será sancionado con la pena de privación de libertad de uno a cuatro años y con la multa de cien por ciento del daño causado.

Ley 071 de Derecho de la Madre Tierra

Tiene por objeto reconocer los derechos de la Madre Tierra, así como las obligaciones y deberes del Estado Plurinacional y de la sociedad para garantizar el respeto de estos derechos.

ARTÍCULO 1. (OBJETO). La presente Ley tiene por objeto reconocer los derechos de la Madre Tierra, así como las obligaciones y deberes del Estado Plurinacional y de la sociedad para garantizar el respeto de estos derechos.

ARTÍCULO 2. (PRINCIPIOS). Los principios de obligatorio cumplimiento, que rigen la presente ley son:

1. Armonía. Las actividades humanas, en el marco de la pluralidad y la diversidad, deben lograr equilibrios dinámicos con los ciclos y procesos inherentes a la Madre Tierra.

2. Bien Colectivo. El interés de la sociedad, en el marco de los derechos de la Madre Tierra, prevalece en toda actividad humana y por sobre cualquier derecho adquirido.

3. Garantía de regeneración de la Madre Tierra. El Estado en sus diferentes niveles y la sociedad, en armonía con el interés común, deben garantizar las condiciones necesarias para que los diversos sistemas de vida de la Madre Tierra puedan absorber daños, adaptarse a las perturbaciones, y regenerarse sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad.

4. Respeto y defensa de los Derechos de la Madre Tierra. El Estado y cualquier persona individual o colectiva respetan, protegen y garantizan los derechos de la Madre Tierra para el Vivir Bien de las generaciones actuales y las futuras.

5. No mercantilización. Por el que no pueden ser mercantilizados los sistemas de vida, ni los procesos que sustentan, ni formar parte del patrimonio privado de nadie.

ARTÍCULO 8. (OBLIGACIONES DEL ESTADO PLURINACIONAL). El Estado Plurinacional, en todos sus niveles y ámbitos territoriales y a través de todas sus autoridades e instituciones, tiene las siguientes obligaciones:

1. Desarrollar políticas públicas y acciones sistemáticas de prevención, alerta temprana, protección, precaución, para evitar que las actividades humanas conduzcan a la extinción de poblaciones de seres.

2. Desarrollar formas de producción y patrones de consumo equilibrados para la satisfacción de las necesidades del pueblo boliviano para el Vivir Bien, salvaguardando las capacidades regenerativas y la integridad de los ciclos, procesos y equilibrios vitales de la Madre Tierra.

ARTÍCULO 9. (DEBERES DE LAS PERSONAS) Son deberes de las personas naturales y jurídicas, públicas o privadas:

a) Defender y respetar los derechos de la Madre Tierra.

b) Promover la armonía en la Madre Tierra en todos los ámbitos de su relacionamiento con el resto de las comunidades humanas y el resto de la naturaleza en los sistemas de vida.

c) Participar de forma activa, personal o colectivamente, en la generación de propuestas orientadas al respeto y la defensa de los derechos de la Madre Tierra.

d) Asumir prácticas de producción y hábitos de consumo en armonía con los derechos de la Madre Tierra.

e) Asegurar el uso y aprovechamiento sustentable de los componentes de la Madre Tierra.

f) Denunciar todo acto que atente contra los derechos de la Madre Tierra, sus sistemas de vida y/o sus componentes.

Ley 300 Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien

La llamada Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien, promulgada el 15 de octubre de 2012, hace parte de la serie de leyes que el gobierno de Evo Morales ha promovido en los últimos años, relacionadas con el sector rural, agropecuario y los recursos naturales.

ARTÍCULO 1. (OBJETO). La presente ley tiene por objeto establecer la visión y los fundamentos del desarrollo integral en armonía y equilibrio con la Madre Tierra para Vivir Bien, garantizando la continuidad de la capacidad de regeneración de los componentes y sistemas de vida de la Madre Tierra, recuperando y fortaleciendo los saberes locales y conocimientos ancestrales, en el marco de la complementariedad de derechos, obligaciones y deberes; así como los objetivos del desarrollo integral como medio para lograr el Vivir Bien, las bases para la planificación, gestión pública e inversiones y el marco institucional estratégico para su implementación.

ARTÍCULO 3. (FINES). Son fines de la presente Ley:

1. Determinar los lineamientos y principios que orientan el acceso a los componentes, zonas y sistemas de vida de la Madre Tierra.
2. Establecer los objetivos del desarrollo integral que orientan la creación de las condiciones para transitar hacia el Vivir Bien en armonía y equilibrio con la Madre Tierra.
3. Orientar las leyes específicas, políticas, normas, estrategias, planes, programas y proyectos del Estado Plurinacional de Bolivia para el Vivir Bien a través del desarrollo integral en armonía y equilibrio con la Madre Tierra.
4. Definir el marco institucional para impulsar y operativizar el desarrollo integral en armonía y equilibrio con la Madre Tierra para Vivir Bien.

ARTÍCULO 27. (AGUA). Las bases y orientaciones del Vivir Bien a través del desarrollo integral en agua son:

1) Garantizar el derecho al agua para la vida, priorizando su uso, acceso y aprovechamiento como recurso estratégico en cantidad y calidad suficiente para satisfacer de forma integral e indistinta la conservación de los sistemas de vida.

2) Toda actividad industrial y extractiva, que implique el aprovechamiento del agua según corresponda, debe implementar, entre otros, dinámicas extractivas y de transformación adecuadas que incluyen plantas y/o procesos de tratamiento que minimicen los efectos de la contaminación, así como la regulación de la descarga de desechos tóxicos a las fuentes de agua. Los pequeños productores mineros, cooperativas mineras y empresas comunitarias, desarrollarán estas acciones conjuntamente con el Estado Plurinacional de Bolivia.

3) El agua en todos sus ciclos hídricos y estados, superficiales y subterráneos, así como sus servicios, no podrán ser objeto de apropiaciones privadas ni ser mercantilizados.

4) Regular, monitorear y fiscalizar los parámetros y niveles de la calidad de agua.

6) Desarrollar políticas para el cuidado y protección de las cabeceras de cuenca, fuentes de agua, reservorios y otras, que se encuentran afectados por el cambio climático, la ampliación de la frontera agrícola o los asentamientos humanos no planificados y otros.

Ley N° 2798 del 5 de Agosto de 2004

ARTÍCULO 1. (Objeto). Declárese a la Cuenca de los Ríos Quelcata, Tujsahuirá, Pallina y Katari que desembocan en el Lago Titicaca, Zona de Desastre Ambiental y de Emergencia Hídrica, siendo de prioridad nacional, la restauración y recuperación ambiental y paisajística, de acuerdo a la Ley N° 1333 y Reglamentos,

ubicados en el Municipio de El Alto, Viacha, Laja y Puerto Pérez del Departamento de La Paz.

ARTÍCULO 2. (Alcance). El aprovechamiento de la Cuenca debe ser encarado en forma integral y sostenible de acuerdo a un proceso de planificación y evaluación del impacto ambiental de cada una de las actividades que se desarrollen en la Cuenca.

ARTICULO 3. (Ámbito de Aplicación). La presente Ley se sujetará en el ámbito de la aplicación a las entidades públicas y privadas, cuyas actividades afecten el uso y aprovechamiento de los recursos emergentes renovables y no renovables.

Referencia Institucional

Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA)

Con la promulgación del DS N° 429, del 10 de febrero de 2010, se modifica la estructura jerárquica del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, al incluir entre sus atribuciones la temática forestal, las cuales son necesarias para una gestión ambiental integral.

Cuadro 3: Antecedentes Históricos Del MMAyA

Ley, D.S. o Norma	Fecha	Descripción
DS N° 28611	30/01/06	Creación del Ministerio sin Cartera Responsable del Agua
Ley N° 3351, Ley de Organización del Poder Ejecutivo	21/02/06	Creación del ministerio del Agua y sus Viceministerio de Cuencas , Viceministerio de Riego y Viceministerio de Servicios Básicos
DS N° 29894, Estructura Organizativa del Poder Ejecutivo del Estado Plurinacional	07/02/09	Creación del Ministerio de Medio Ambiente y Agua y sus Viceministerios: <ul style="list-style-type: none"> • Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego • Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico • Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos

Elaboración y Fuente: Dirección General de Planificación

Entre los artículos referidos a la temática ambiental, forestal y de recursos hídricos que señalan los Decretos Supremos ya mencionados, donde, de manera

principal, se establece las siguientes atribuciones al Ministerio de Medio Ambiente y Agua:

a. Formular políticas y normas, establecer y estructurar mecanismos para la conservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, agua, conservación y protección del medioambiente, así como formular políticas sobre biocomercio²².

b. Formular, y ejecutar una política integral de los recursos hídricos, para garantizar el uso prioritario del agua para la vida gestionando, protegiendo, garantizando y priorizando el uso adecuado y sustentable de los recursos hídricos.

c. Formular y normar políticas regulatorias, así como de fiscalización, supervisión y control de las actividades relacionadas con el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.

Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego

Las funciones y atribuciones específicas del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego son las siguientes:

- Contribuir al desarrollo y ejecución de planes, políticas y normas de Manejo Integral de Cuencas y de Riego, y en el diseño de estrategias para la conservación, uso y aprovechamiento de los recursos hídricos en todos sus estados, superficiales y subterráneos con los diferentes actores involucrados en la gestión ambiental de las cuencas hidrográficas, respetando los usos y costumbres.
- Elaborar e implementar políticas, planes, programas y proyectos relativos al manejo integral de cuencas y riego, en coordinación con las entidades competentes.

²² Conjunto de actividades de recolección, producción, transformación y comercialización de bienes y servicios derivados de la biodiversidad nativa (recursos genéticos, especies y ecosistemas), desarrolladas de conformidad con criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica.

Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico

Las tareas a cumplir del Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico son las siguientes:

- Coadyuvar en la formulación e implementación de políticas, planes y normas para el desarrollo, provisión y mejoramiento de los servicios de agua potable y saneamiento básico (alcantarillado sanitario, disposición de excretas, residuos sólidos y drenaje pluvial).
- Impulsar y ejecutar políticas, planes, programas y proyectos, así como gestionar financiamiento para la inversión destinados a ampliar la cobertura de los servicios de saneamiento básico en todo el territorio nacional, particularmente en el área rural.

Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal

Las funciones específicas bajo la tuición del Viceministerio De Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y De Gestión Y Desarrollo Forestal respecto a la calidad de los cuerpos de agua son las siguientes:

- Formular e implementar políticas generales, planes, normas, programas y proyectos para el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, el uso sostenible de los recursos naturales, protección y conservación del medio ambiente, y recursos hídricos articulados con los procesos productivos y el desarrollo social y tecnológico.
- Coadyuvar, coordinar la formulación e implementación de normas y políticas para áreas protegidas, corredores de biodiversidad y ecosistemas especiales, en el marco del uso sustentable de los recursos naturales, la conservación y protección del medio ambiente.

- Impulsar el desarrollo de los sistemas nacionales y departamentales de impacto y control de la calidad ambiental y realizar la fiscalización ambiental a nivel nacional, en el marco de sus competencias.

Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua (EMAGUA)

Una de las entidades dependientes del Ministerio de Medio Ambiente y Agua que resulta útil para la presente investigación es la Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua.

El objetivo de valor público de dicha entidad es la de ejecutar los procesos de revisión, ejecución, seguimiento y cierre de programas de proyectos de inversión pública en los sectores de medio ambiente y recursos hídricos.

EMAGUA es una institución líder en la ejecución de programas y proyectos de: agua potable, saneamiento básico, riego, manejo integral de cuencas, gestión integral de recursos hídricos, medio ambiente y cambio climático basado en un modelo de gestión por resultados, participativos, sustentable y transparente, eficaz, eficiente y con rigor técnico.

Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico (AAPS)

El Decreto Supremo N° 071 de 9 de abril de 2009 en su artículo 3, crea la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico – AAPS como institución pública técnica y operativa.

La AAPS, tiene como misión regular la gestión y manejo de los recursos hídricos, priorizando el derecho de uso para consumo humano y el acceso al saneamiento, en equilibrio con el medio ambiente y reconociendo la importancia que tienen los servicios para el cuidado de la salud pública, la superación de la pobreza, el desarrollo económico y la protección del Medio Ambiente.

CAPÍTULO III

Factores Determinantes y Condicionantes del Tema de Investigación

Delimitación del Área de Estudio (Río Katari)

Caracterización de la Cuenca

Ubicación de la Cuenca

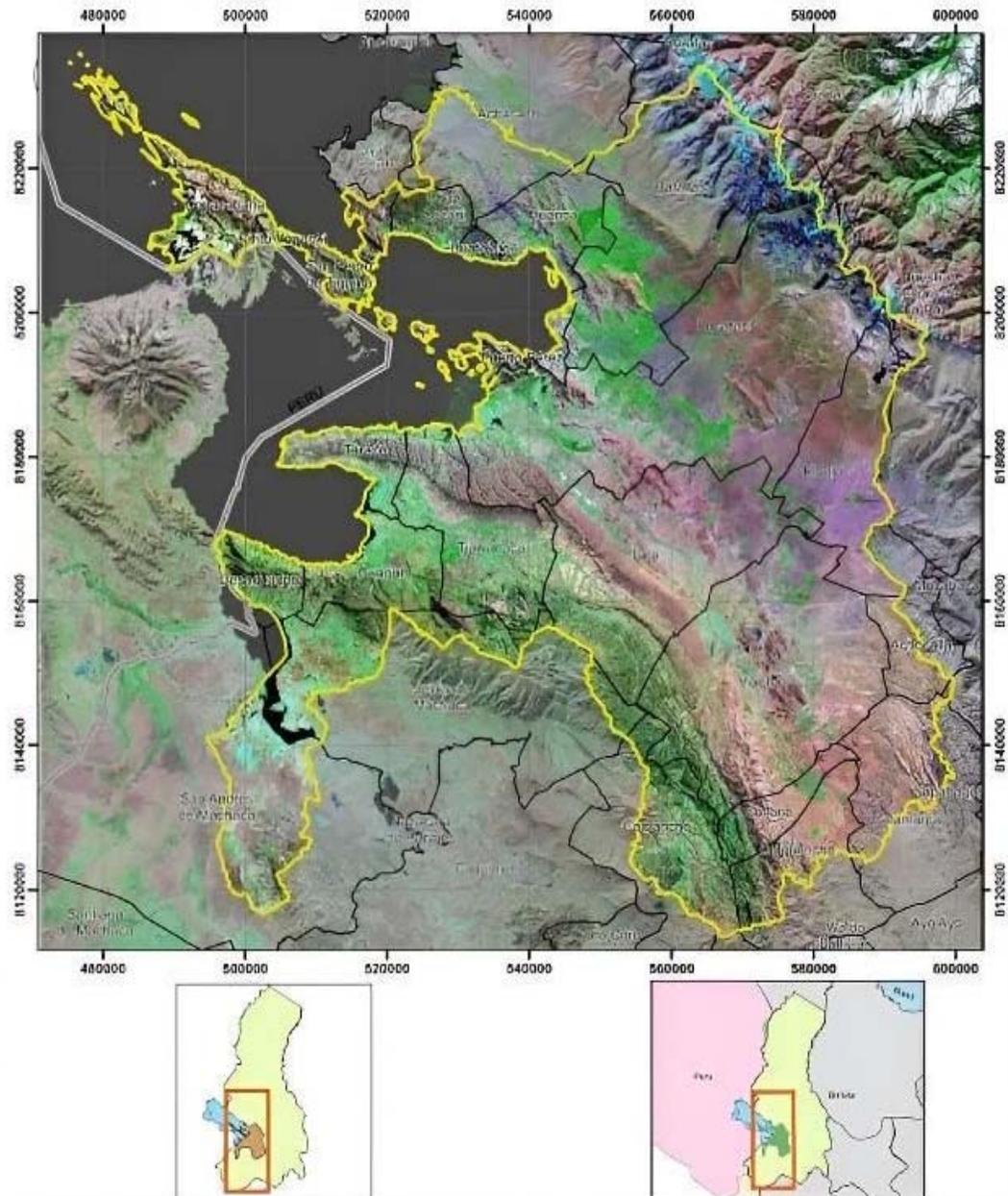
La Cuenca Katari y Lago Menor del Titicaca se ubica en el departamento de La Paz, en la región del Altiplano de Bolivia, al Sur-Este del lago Titicaca, forma parte del Sistema Endorreico Titicaca- Desaguadero-Poopó-Salar de Coipasa (TDPS). Abarca a 7 provincias y 24 municipios: Murillo (El Alto, Achocalla), Manco Kapac (Copacabana, Tito Yupanqui, San Pedro de Tiquina), Omasuyos (Achacachi, Chua Cocani, Huatajata, Huarina), Los Andes (Batallas, Puerto Pérez, Pucarani, Laja), Ingavi (Jesús de Machaca, San Andrés de Machaca, Desaguadero, Guaqui, Taraco, Tiahuanacu, Viacha), Pacajes (Comanche) y Aroma (Calamarca, Colquencha, Collana), respectivamente.

Ocupa una superficie total de 6.867,6 km², representando el 5,13% de la superficie (133.985 km²) del departamento de La Paz, donde habitan 1.136.097 de personas (MMAyA, 2017).

Geográficamente se halla entre los 69° 13' 53" de longitud Oeste y 15° 57' 16" de latitud Sur; y 68° 3' 49" de longitud Oeste y 17° 3' 33" de latitud Sur. Limita al Norte con el Lago Mayor y el municipio de Santiago de Huata; al Sur con los municipios de Caquiaviri, Coro, Waldo Ballivián y Ayo; por el Este con el municipio de La Paz, Guanay y Mecapaca; y por el Oeste con la República del Perú. (Mapa N° 1)

La cuenca Katari y lago menor del Titicaca, se caracteriza por ser endorreica sin salida al mar, ubicada entre Bolivia, Perú y Chile.

Mapa 1: Ubicación de la Cuenca Katari y Lago Menor del Titicaca



Elaboración y Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Agua

Hábitat Natural, Áreas y Especies Protegidas

La Cuenca Katari alberga una gran cantidad de especies de flora y fauna de sistema montañosos. Entre las especies de flora, destacan las fanerógamas²³, las cuales predominan en lugares de mayor escurrimiento superficial de agua, y las especies típicas del borde de los bofedales (MMAyA, 2010).

Los bofedales²⁴ son considerados hábitats críticos naturales, por lo que el impacto de saneamiento de la cuenca tendrá un impacto positivo en estos importantes ecosistemas, que debido a su alto contenido de turba y poder de retención hídrica, se constituyen además de su valor de biodiversidad en importantes reguladores del agua de la zona. Por su parte, la fauna en la región alberga aves, como el halcón, el cóndor y el flamenco andino Huallata; mamíferos como la llama, la vicuña, la alpaca, la liebre y el zorro; repíteles como el lagarto; y peces como la trucha y el pejerrey (MMAyA, 2010).

Precipitación y Clima

En los puntos más altos que delimitan la cuenca, la temperatura media anual descende bajo cero alrededor de 5.100 msnm. Las temperaturas medias más bajas en toda la cuenca, se presentan en julio, mientras que las más elevadas tienen lugar en los meses de diciembre a marzo, generalmente centradas en febrero (Viceministerio de Gestión Ambiental, 2013).

Descripción del Área de Estudio en la Cuenca del Río Katari

La cuenca del río Katari ubicada en el departamento de La Paz, Bolivia, es la más habitada del país. Esta cuenca se extiende desde los nevados de la cordillera de los Andes a casi 4600 msnm hasta la desembocadura del río del mismo nombre en el Lago Titicaca a 3800 msnm, haciendo parte de uno de los ecosistemas más importantes de la región.

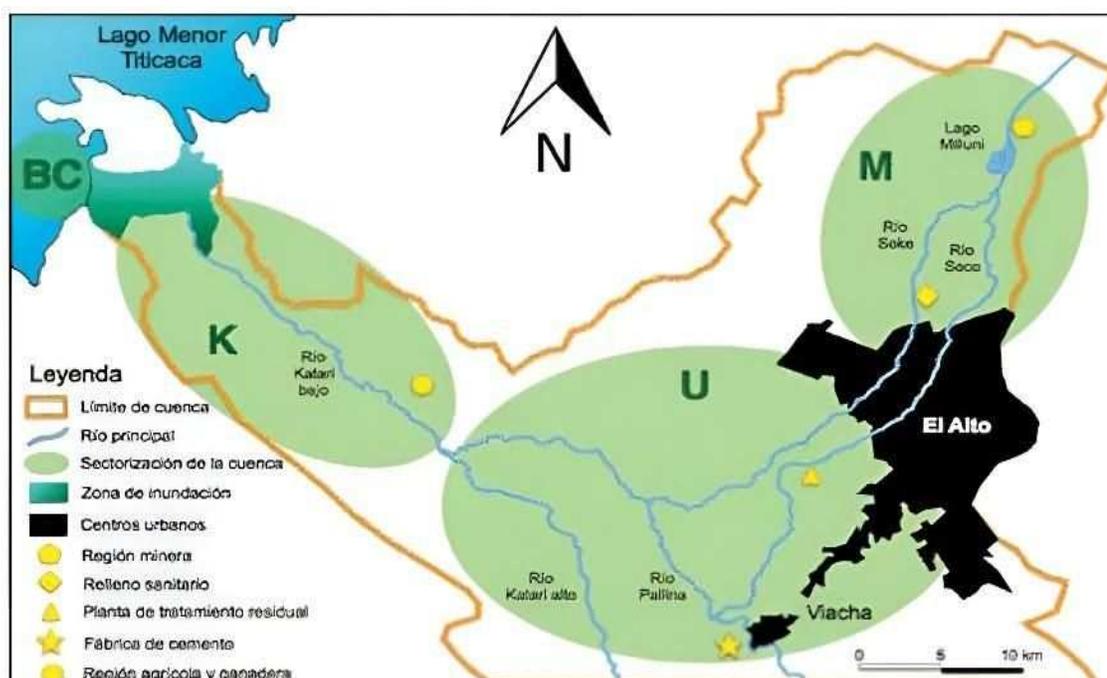
²³ División del reino vegetal formado por todas las plantas con flores y semillas cuyo aparato vegetativo posee raíz, tallo y hojas verdaderas.

²⁴ Tipo de humedal altoandino que presenta vegetación hidromórfica y generalmente acumula turba.

Referencia De Partida: Cuerpos de Agua que Desembocan a la Cuenca Katari

La cuenca del Río Katari se encuentra conformada principalmente por tres sistemas hídricos. Según Archundia (2016) “el área se divide en cuatro sectores de acuerdo a su influencia antrópica que existe en la región”. El primero corresponde al nevado Huayna Potosí donde nacen los ríos Seke y Seco (sector M) y éstos a su vez atraviesan el centro urbano de la ciudad de El Alto (sector U). Estos ríos, salen de la ciudad para luego desembocar en el río Pallina a la altura de otro importante centro urbano, como es Viacha (sector K). Este último desemboca en el río que tienen el mismo nombre de la cuenca, Katari (sector K). Las aguas de este río continúan a una especie de delta conocida como la Bahía de Cohana, Lago Menor del Titicaca (sector BC).

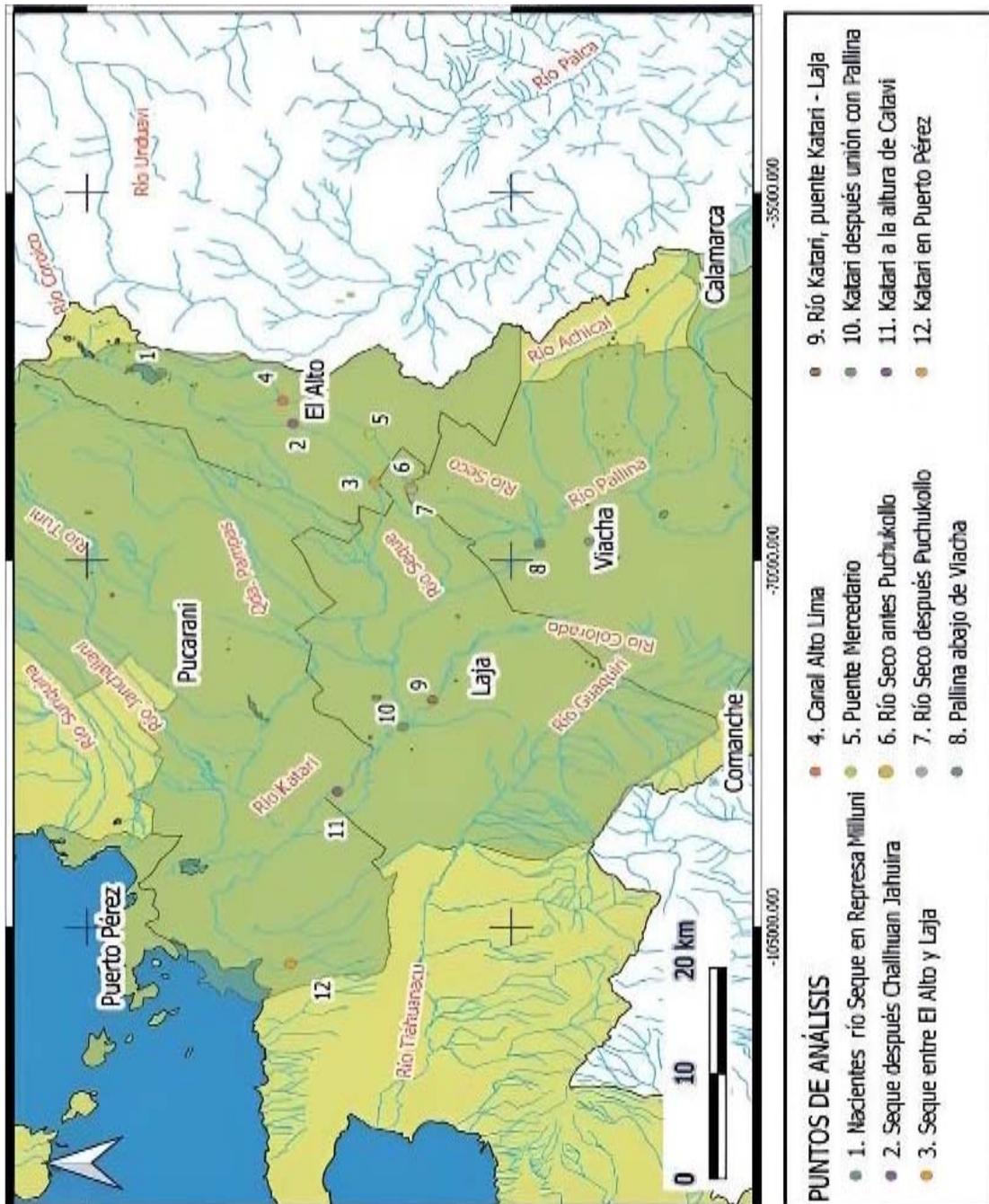
Mapa 2: Zonificación de la Cuenca del Río Katari



Elaboración y Fuente: Revilla, Carlos. “Somos Nosotros Mismos”

Para comprender la influencia de contaminantes que recibe la cuenca del río Katari a lo largo de su trayecto, se hará una explicación de los ríos que preceden a la cuenca.

Mapa 3: Puntos de Análisis



Fuente y Elaboración: Ministerio de Medio Ambiente y Agua; Ministerio de Planificación del Desarrollo

Río Seque y Afluentes

Comprende los deshielos del nevado Huayna Potosí y la laguna Milluni, donde nace el río Seque, que atraviesa la ciudad de El Alto a la altura de los distritos 7, 5 y 4 hacia el suroeste, por la carretera a Laja, llegando hasta este municipio y rodeando su principal centro poblado, para luego verter sus aguas en el río Pallina, principal tributario del río Katari.

Nacientes del Río Seque en la Represa Milluni

El sector de Milluni, a 4.650 m.s.n.m. y ubicado al norte de la ciudad de El Alto, constituye la principal cabecera de la cuenca Katari, por lo que es fundamental para comprender la dinámica socioecológica de la misma. El sector de Milluni se divide en dos zonas: Alto Milluni y Bajo Milluni. En el sector de Alto Milluni existen varias lagunas naturales, como Patak Khota, Jankho Khota, Milluni Chico y Paco Khota.

El sistema de aguas superficiales de Milluni da origen a los ríos Seque y Seco, que son los principales ríos de la ciudad de El Alto.

“Desde 1976 la actividad minera ha sido la que mayor incidencia ha tenido en la contaminación de la zona hasta 1985. Sin embargo, los pasivos ambientales de la mina continúan afectando el medio ambiente y los medios de vida de la población” (Zamora, 2015).

Los pobladores mencionan que el impacto de dicha contaminación continúa hasta la actualidad, y se manifiesta en que el agua contaminada no deja crecer el pasto o que los animales enferman por beber esa agua y que las crías más débiles perecen. En invierno la tierra se muestra totalmente erosionada, como si se tratara de un desierto.

La sistematización de los datos históricos de calidad de aguas superficiales disponibles en este punto indica que todos los años el valor de pH reportado es muy ácido, con un promedio de 3,45, muy alejado del valor admisible para toda clase de agua (7), con una tendencia a elevarse desde 2013. Estos valores corresponden con la

situación descrita por los habitantes del lugar: dichas aguas, por su nivel de acidez, no son aptas para que abreven animales ni tampoco para la producción agrícola.

En Milluni, las aguas de las lagunas Jankho Khota y Pata Khota son conducidas por un sistema de canales hasta las plantas de tratamiento de Achachicala y Alto Lima, para abastecer de agua potable a las ciudades de La Paz y El Alto. Sin embargo, de acuerdo con expertos, “en época seca el agua de estas dos lagunas no es suficiente y, por tanto, “es mezclada” con la de la laguna Milluni, que está muy contaminada” (Ormachea, 2017).

También se reacondiciona el relleno sanitario de Villa Ingenio, hasta entonces un botadero en crecimiento y con una gestión inapropiada. El reclamo de las comunidades del lugar afectadas por la contaminación motivó al gobierno municipal a mejorar su gestión, pero sin que hasta el día de hoy pueda llegar a considerarse óptima.

Río Seque. Después de su Unión con el Río Challhuan Jahuira

El río Seque nace en la represa Milluni, que alimenta este curso de agua en época húmeda. El río Seque recorre la ciudad de El Alto de norte a sur, atravesando 15 urbanizaciones de los distritos 3, 4, 5 y 6. En la parte alta del río existen dos fuentes significativas de contaminación. La primera, como se mencionó, se encuentra en la naciente, y proviene de los pasivos ambientales de Milluni, que fueron abandonados por las empresas Fabulosa y Comsur. La segunda mayor fuente de contaminación proviene del relleno sanitario de Villa Ingenio: el río Challhuan Jahuira recoge parte de las aguas de un canal de evacuación de los lixiviados de este relleno sanitario.

Con respecto al río Seque, entre 1976 y 1985 el río era solo un arroyo y no estaba contaminado. Ciertas zonas al norte de El Alto y a lo largo del curso del río Seque se conservaban como pastizales y áreas de cultivo. La fundación de la ciudad de El Alto, en 1985, trajo mayor contaminación.

El botadero de Villa Ingenio es un importante foco de contaminación desde 1985 aproximadamente, ya que desde entonces genera olores, que fueron haciéndose más intensos con el tiempo.

Río Seque. Límite del Municipio de El Alto

Ubicado en el límite de la ciudad de El Alto, recibe la carga contaminante de todas las actividades realizadas a lo largo del curso del río Seque, que atraviesa toda la ciudad de El Alto.

La contaminación en el curso del río se incrementó con la construcción de la fábrica de vidrio y con la fundación de la ciudad de El Alto. A la altura de la avenida Juan Pablo II (carretera Panamericana), los alrededores del curso del río Seque se urbanizan casi por completo. En el sector se instala una importante fábrica de medicamentos y aguas abajo, en Mercedario, una fábrica de bolsas plásticas. Por las noches, el olor de las aguas evacuadas es insoportable y la presencia de evacuaciones de aguas de colores (azul y rojo) de las empresas es cada vez más evidente. La presencia de canes muertos a lo largo del río es cada vez mayor. La mayoría se debe a atropellamientos en las vías aledañas, donde abundan los perros.

La irregularidad de los horarios de recojo de basura en la ciudad de El Alto y la falta de responsabilidad de los vecinos y empresas han hecho del río un botadero. La presencia de vísceras y cueros en el río estaría directamente relacionada con la actividad de mataderos, curtiembres y procesadoras de fiambres y embutidos de carácter clandestino.

Río Seco y Afluentes

El Río Seco nace a 4.600 m.s.n.m., en la parte norte de la ciudad de El Alto. Durante gran parte del año presenta poco caudal y poca velocidad, pero en época húmeda crece peligrosamente, provocando inundaciones. En su recorrido cruza los distritos 5, 4 y 3 y luego atraviesa la PTAR de Puchukollo, que procesa parte de su caudal, y continúa hacia la ciudad de Viacha, donde vierte sus aguas en el río Pallina. El

Río Seco es el río más conocido de El Alto y le da su nombre a uno de los sectores más populares al norte de la ciudad.

Canal Alto Lima con Aguas Provenientes de Milluni (El Alto) y Puente Mercedario (El Alto)

A fines de los años setenta las zonas cercanas estaban todavía poco habitadas. Los escasos terrenos que habían sido adquiridos estaban vacíos y sin demarcación; solo existían algunas casas de “los originarios”. Por tanto, no había mucha contaminación. En ese tiempo, el Río Seco era cristalino y era posible lavar ropa o incluso recoger agua para el consumo doméstico.

A partir de 1985, la situación habría cambiado: la ciudad recibió mucha población “de las 20 provincias” y también del interior del país. La relocalización de las minas ocasionó el crecimiento de la población y dinamizó la actividad del comercio informal, que conlleva la generación de una gran cantidad de residuos, muchos de los cuales empiezan a ser vertidos al río.

A inicios de los años 2000, el Río Seco, aunque ya estaba contaminado, todavía poseía algunos espacios para el esparcimiento. En este período la contaminación del río es más evidente por la presencia de fábricas (Pil Andina, La Española y el matadero), y causa daño en la salud de las personas y animales.

Nacientes del Río Katari y Pallina: Comanche, Collana y Colquencha

Los ríos Katari y Pallina nacen en las zonas altas de los municipios de Comanche, Collana y Colquencha.

En los años setenta, en Comanche, Collana y Colquencha la explotación de las canteras de piedra (granito y caliza) continuó siendo el principal sostén económico de aquellos pueblos. De acuerdo con los pobladores, el nitrato de amonio era un importante contaminante, por el uso de dinamita para la extracción de la piedra.

De acuerdo con los participantes, algunas plantas de estuco y de cal de Comanche se cerraron por falta de materia prima o se trasladaron a Viacha. Se mantiene la explotación de piedra con dinamita, aunque en menor cantidad. En Collana y Colquencha se intensificó la explotación de piedra caliza para la fábrica de cemento de Viacha. Para ello, se utilizan explosivos elaborados con amonio y ya no con nitrato de amonio, pero que también afecta a las fuentes de agua.

Río Pallina: Aguas Abajo de Viacha

A inicios de los años 2000, se intensifica la migración de las comunidades rurales hacia el centro poblado de Viacha, atraída por las diferentes actividades económicas.

El hecho de que Viacha se haya convertido en una ciudad industrial no necesariamente ha traído beneficios para sus habitantes, pero sí una gran contaminación del medio ambiente, no solo por las actividades productivas propiamente dichas, sino también por la migración.

A las actividades industriales (cemento, ladrillo, cerveza, refrescos, cerámicas, etc.) que atraen a la población en busca de trabajo, se suman otras con importantes efectos demográficos, tales como los cuarteles o la educación superior.

Se instala la PTAR de Puchukollo, lo que no impide que las aguas de El Alto, transportadas por el Río Seco, todavía lleguen contaminadas. Esta planta tardó mucho tiempo en ser implementada, ya que se diseñó en 1989, con una capacidad de tratamiento para 400.000 habitantes. En 2008 El Alto superaba el medio millón de personas. Actualmente, se cree que la planta tiene una capacidad de remoción de contaminantes del 80%.

Descripción de la Contaminación de las Aguas del Río Katari

Contaminación en la Cuenca del Río Katari

A lo largo del tiempo, el río Katari se vio afectado por dos principales aspectos, los cuales son:

- Crecimiento poblacional
- Incremento de actividades económicas próximos al cauce del río

Lo que ocasiona perturbación en el agua, llegando incluso a ser dañina para el consumo humano, en la agricultura, ganadería y destrucción de los ecosistemas.

A continuación, se desarrollan aspectos por los cuales el Río Katari, por su paso a través de los municipios de El Alto y Viacha, aún está, preocupantemente, deteriorado.

Crecimiento Poblacional en los Últimos Años

La cuenca tiene una superficie total de 6.867,6 km², donde habitan 1.136.097 personas, las mujeres representan el 51% y los varones el 49%; con un total de 378.288 viviendas, distribuidas en 626 comunidades.

La densidad promedio de la cuenca es de 175 hab/km², la más baja de 6 hab/km² en San Andrés de Machaca y la más alta de 2.286 hab/km² en El Alto.

Cuadro 4: Superficie de Municipios en la Cuenca Katari y Características Demográficas al 2021

Municipio	Área Km ²	Número			
		Habitantes	Varones	Mujeres	Viviendas
Achacachi	217,7	20.360	9.976	10.384	7.736
Achocalla	85,8	1.918	918	1.000	592
Batallas	750,5	17.426	8.451	8.975	7.023
Calamarca	210,6	6.866	3.430	3.436	2.183
Chua Cocani	77,6	5.003	2.450	2.553	2.223
Collana	106,3	5.042	2.461	2.581	1.352

Colquencha	171,4	8.169	4.081	4.088	3.065
Comanche	242,3	2.258	1.101	1.157	943
Copacabana	177,2	14.931	7.269	7.662	6.315
Desaguadero	92,7	6.987	3.466	3.521	2.607
El Alto	371,1	848.452	408.984	439.468	267.307
Guaqui	195,4	7.278	3.596	3.682	3.230
Huarina	180,3	7.948	3.793	4.155	3.713
Huatajata	19,6	3.927	1.921	2.006	1.813
Jesús de Machaca	304,4	4.614	2.303	2.311	1.825
Laja	689,0	24.531	12.130	12.401	8.041
Pucarani	1.226,10	28.613	13.820	14.793	11.774
Puerto Pérez	64,0	8.157	4.009	4.148	3.177
San Andrés de Machaca	293,7	1.788	869	919	703
San Pedro de Tiquina	61,6	6.052	2.945	3.107	2.921
Taraco	117,5	6.603	3.310	3.293	1.892
Tito Yupanqui	12,6	6.261	3.084	3.177	1.306
Tihuanacu	351,6	12.189	6.045	6.144	4.013
Viacha	848,4	80.724	39.695	41.029	15.366
TOTAL	6.867,6	1.136.097	550.107	585.990	361.120

Elaboración y Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Agua

Los sectores urbanos más importantes son las ciudades de El Alto y Viacha, seguidas por la ciudad de Copacabana en el Lago Titicaca. La cuenca además contiene por una importante población rural cuya dinámica es impulsada por su proximidad a los centros urbanos de La Paz y El Alto y también al Lago Titicaca (MMAyA, 2010).

Las principales actividades económicas en el sector rural de la cuenca son la ganadería, la producción de papa, quinua y cebada forrajera, además de otros cultivos para el autoabastecimiento. En los sectores urbanos, las principales actividades económicas son el comercio minorista y la producción industrial en la ciudad de El Alto. En Viacha la principal actividad industrial es la producción de cementos y ladrillos.

Debido a la mayor densidad poblacional y aporte contaminante a las aguas del río Katari por su población e industrias, se toma en cuenta a los municipios de El Alto y Viacha para el estudio.

Municipio de El Alto

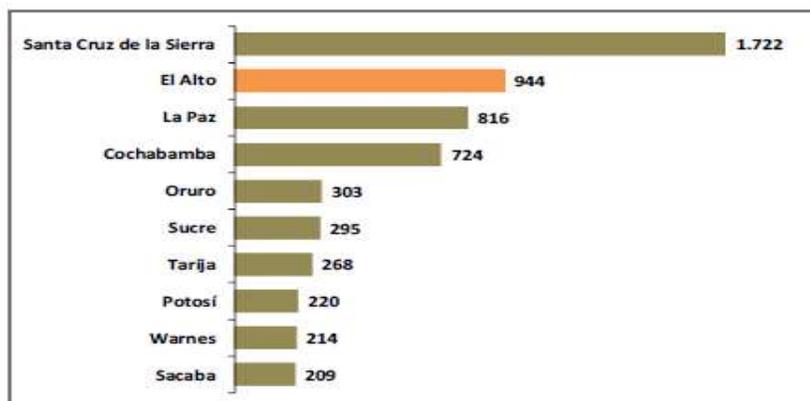
El municipio de El Alto fue creado en el marco de la Ley No. 628, el 6 de marzo de 1985 como cuarta sección de la provincia Murillo del departamento de La Paz y se ubica al oeste del país en la meseta altiplánica. Posteriormente, según la Ley No. 1014 de 26 de septiembre de 1988 se eleva El Alto a rango de ciudad. El municipio de El Alto cuenta con una superficie de 387,56 Km² que representa el 7.58% de la superficie de la Provincia Murillo, se divide con fines administrativos en 14 distritos, 10 urbanos y 4 rurales. Por sus características, El Alto puede considerarse como la principal fuentes de contaminación de la Cuenca del Katari y del Lago Menor del Titicaca, debido al tamaño poblacional, y a la presencia de actividad industrial importante.

El municipio de El Alto limita al noreste y este con el municipio de La Paz, al sureste con el municipio de Achocalla, al suroeste con el municipio de Viacha, al oeste con el municipio de Laja y al noreste con el municipio de Pucarani. La extensión aproximada del municipio es de 384.7 km².

Situación Demográfica

El Alto se constituye en el municipio más poblado del departamento y la ciudad de El Alto en la segunda ciudad más poblada de Bolivia, después de Santa Cruz de la Sierra. Resultante de altas tasas de crecimiento demográfico, al constituirse durante los años 1976 y 1986 en un lugar de asentamiento de inmigrantes de otras localidades, principalmente del altiplano norte del país.

Gráfico N° 1: Población Proyectada de Principales Municipios de Bolivia, 2020 (en miles de habitantes)



Fuente: INE

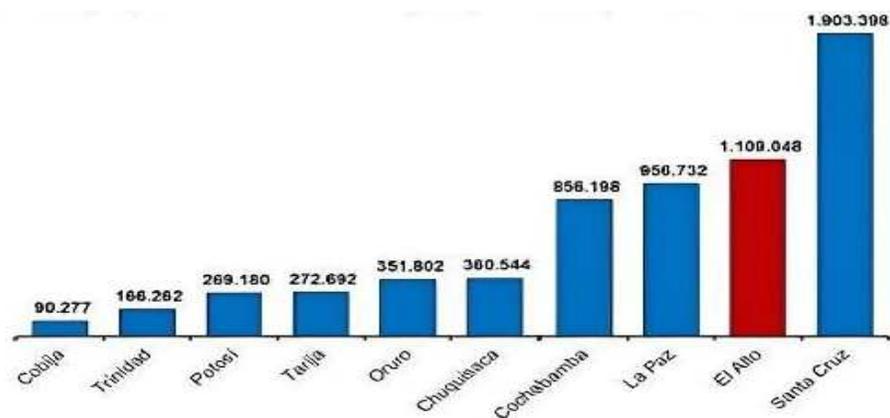
Elaboración: MDPyEP - DAPRO

El municipio de El Alto, por sus características socioeconómicas vinculadas al comercio y los servicios, es un municipio altamente urbanizado, donde según el penúltimo Censo Nacional de Población y Vivienda, el 99.8% de la población total vive en el área urbana del municipio.

La proximidad de las comunidades al área urbana está acelerando los cambios de uso de suelo rural a urbano, permitiendo los asentamientos humanos ilegales que incentiva a un mercado de tierra sin poseer el saneamiento legal concluido, repercutiendo en una inseguridad jurídica en el tema de derecho propietario.

Según proyecciones demográficas basadas en el Censo de Población y Vivienda, para la gestión 2022 el municipio de El Alto cuenta con más de un millón cien mil habitantes, superando al municipio de La Paz y el resto de ciudades capitales de departamento excepto Santa Cruz de la Sierra.

Gráfico 2: Población Proyectada a 2022 de los 10 Principales Municipios Según Número de Habitantes

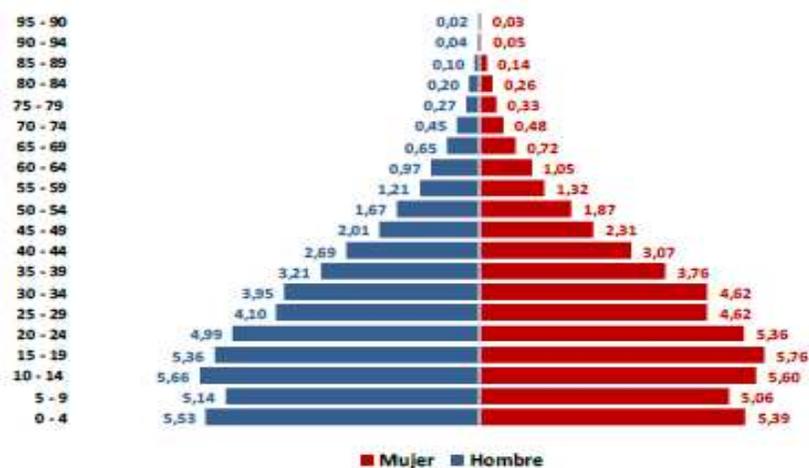


Fuente: INE

Elaboración: MDPyEP - DAPRO

La población del municipio de El Alto posee un perfil etáreo²⁵ bastante joven, donde destaca que la mayoría de sus habitantes está comprendida entre 10 a 19 años de edad.

Gráfico 3: Estructura de la Pirámide Poblacional del Municipio de El Alto (En porcentaje)



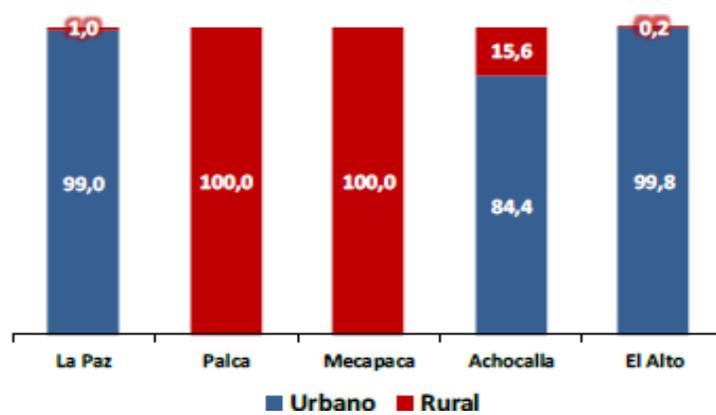
Fuente: SIMRED-LPZ

Elaboración: MDPyEP - DAPRO

²⁵ Perteneciente o relativo a la edad de una persona.

A nivel de la Provincia Murillo, el municipio de El Alto destaca por su tasa de urbanidad ya que se constituye en un municipio casi totalmente urbano, inclusive superando al Municipio de La Paz y contrasta con los municipios de Palca y Mecapaca que son completamente rurales.

Gráfico 4: Distribución de la Población por Área, Según Municipios de la Provincia Murillo, 2022



■ Urbano ■ Rural

Fuente: INE

Elaboración: MDPyEP - DAPRO

Actividad Económica

Además del Aeropuerto Internacional El Alto, la ciudad tiene una gran actividad comercial minorista e industrial, con cerca de 5600 pequeñas y medianas empresas, fábricas y plantas de procesamiento de hidrocarburos. El Alto basa su economía en el comercio y la transformación de recursos locales y en la actividad comercial. Sobresalen las industrias de alimentos y bebidas, ropas y confecciones, fabricación de muebles, fabricación de productos de metal, combinados con actividades en sitios de curtiembres y mataderos. Por su parte, las expresiones culturales en El Alto resultan a su vez de gran importancia para la población. En su mayoría tienen un carácter religioso, profesado hacia la madre tierra (Ministerio de Educación, 2015).

En relación a las condiciones ambientales en El Alto es importante mencionar que el municipio cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Puchukollo, que se encarga del tratamiento de los vertimientos domésticos e industriales de las actividades productivas de la ciudad.

Agua Potable y Saneamiento

El abastecimiento de agua potable en la ciudad de El Alto se realiza mediante el Sistema Tuni y el Sistema El Alto, se cuenta con un total de 1,620 Km. de red de agua potable. Las zonas de la ciudad de El Alto beneficiadas con el proyecto cuentan con red pública de agua potable. Respecto a saneamiento, en la ciudad de El alto el 63% de los hogares cuentan con red de alcantarillado sanitario. El Alto es una ciudad que ha crecido desmesuradamente sin planeación adecuada, lo que ha dado lugar a sistemas informales de construcción, que hace que muchos hogares, comercios e industrias construyan sus sistemas de vertimiento y lo conecten al cuerpo de agua más próximo sea este de drenaje pluvial o sanitario, o cuerpos de agua naturales como quebradas y ríos. La ciudad tiene un sistema drenaje bastante precario, y en general se combinan descargas pluviales y de aguas servidas. Algunos de los canales de drenaje terminan en los emisarios a la PTAR de Puchukollo (Distritos 1-8), mientras que otros canales recogen todo el drenaje (incluyendo aguas residuales) y lo vierten sin tratamiento en los ríos aguas abajo.

Residuos Sólidos

El sistema de recolección y disposición de residuos sólidos en El Alto es bastante deficiente. Con un cubrimiento de recolección menor al 50%, los residuos domiciliarios que se recogen de manera formal son dispuestos en el Relleno Sanitario de Villa Ingenio con un volumen estimado de 500 ton/d. Sin embargo, este relleno trabaja de manera deficiente, está prácticamente saturado, y el tratamiento de lixiviados no es suficiente, presentando rebases a los campos vecinos, efluente que termina en el Río Seke, afluente de la Cuenca del Río Katari. Más de la mitad de los residuos se disponen de manera informal en los canales de drenaje, y en zonas urbanas informales a cielo abierto.

Municipio de Viacha

El municipio de Viacha limita al Norte y al Este con Achocalla, al Sur con Mecapaca y al Oeste con Laja; se ubica en la provincia de Ingavi y cuenta con una

población de 85.172 habitantes, que hablan en español en su mayoría seguido del aimara. El año 2004 la provincia Ingavi se dividió en 7 secciones municipales, constituyendo a Viacha como uno de sus municipios y ocupando el 20.7% de todo el territorio provincial. Actualmente el municipio de Viacha tiene 4 distritos (1, 2, 3 y 7) cada uno de los cuales cuenta con un Sub Alcalde, y se encuentran en plena fase de crecimiento como parte de la presión ejercida por el crecimiento demográfico del departamento de La Paz.

Cuadro 5: Superficie del Municipio de Viacha

Distritos	Superficie en Km²	Porcentaje de superficie ocupadas con viviendas
Distrito 1	5,34	36,97
Distrito 2	6,93	44,18
Distrito 7	37,74	33,13
Total	50,01	35,07

Fuente y Elaboración: Gobierno Municipal de Viacha

Economía

Las principales actividades económicas de Viacha son la explotación de áridos, las cementeras (incluyendo una de las empresas cementeras más importantes del país como SOBOCE) y empresas de cerámica, agrupadas en una organización denominada APSER. En el sector agrícola, la región se caracteriza por la producción de papa, quinua, tarwi, trigo, cebada y arvejas, entre otros cultivos. Adicionalmente hay actividad ganadera de vacuno, camélida, ovejas, cerdos, cabras y aves.

Saneamiento Básico

Los servicios de agua potable y saneamiento básico el municipio de Viacha es prestado por la Empresa Pública Social del Agua y Saneamiento Intervenida (EPSAS-INTERV), la cual es la entidad encargada del control de calidad de las aguas descargadas al río Seco y de las actividades de tratamiento de aguas residuales desarrolladas en la PTAR Puchukollo. La PTAR se encuentra parcialmente ubicada en el

municipio de Viacha, pero trata las aguas residuales domésticas e industriales colectadas por la red de alcantarillas del municipio de El Alto.

El Río Katari como Recurso Hídrico

La cuenca del río Katari se encuentra conformada principalmente por tres sistemas hídricos. En el sector de El Alto, nacen los ríos Seque y Seco los cuales desembocan en el río Pallina a la altura de Viacha. Este último, desemboca a su vez en el río Katari, que llega al Lago Titicaca a través de Bahía Cohana.

Descripción y funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Puchukollo

La PTAR de Puchukollo²⁶ se ubica en el límite entre las provincias Ingavi y Los Andes, 15 km al oeste de la ciudad de El Alto, entre las localidades de Puchukollo Bajo, Huanokollo y Khiluyo. La función de la planta es garantizar la recolección y el tratamiento centralizado de las aguas residuales generadas en la ciudad del El Alto, para reducir el peligro de contaminación (PNUMA, 2008).

La planta tiene 127 hectáreas, en 48 de las cuales hay emplazadas dos series de lagunas. La conducción de las aguas residuales tanto en los emisarios como en las lagunas se realiza por simple gravedad: ingresan a la planta a través de un emisario principal de cemento de un metro de diámetro. Las aguas tratadas son vertidas luego hacia el Río Seco (PNUMA, 2008).

Es necesario recordar que dicha planta no trata todos los desechos líquidos de la ciudad; solo los producidos en seis de los nueve distritos urbanos. Una gran parte de los residuos de la ciudad y de los distritos rurales pasan directamente del alcantarillado o de evacuaciones precarias o clandestinas a los ríos, y de estos a la bahía de Cohana. La

²⁶ El objetivo principal de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Puchukollo, es asegurar la recolección y tratamiento centralizado de las aguas residuales generadas en la ciudad del El Alto, reduciendo el peligro de contaminación para la salud, con efluente que satisfaga la reglamentación de la Ley de medio Ambiente.

planta tampoco ha sido diseñada para tratar adecuadamente todos los tipos de desechos líquidos generados en El Alto, en especial los residuos industriales.

En general, estas aguas están tipificadas como aguas poco mineralizadas (conductividad²⁷ menor al promedio) y con pH²⁸ neutro. Biológicamente estos ríos tienen una fauna particular de invertebrados y con grupos sensibles a perturbaciones por la influencia de las aguas limpias del glacial (MDSMA, 1996). Por otro lado, en la región montañosa existen cuerpos de agua que están influenciados por actividad minera actual e histórica, como es el caso del Valle de Milluni. En esta región, desde los 40's hasta inicios de los 90's se ha explotado estaño, zinc y plomo. Los primeros datos sobre la presencia de metales pesados en agua superficial después del cierre de las actividades mineras mostraron condiciones muy ácidas a consecuencia de la oxidación de sulfuro por los desechos de mina, lo cual favorece al enriquecimiento de elementos potencialmente nocivos. Aunque las actividades mineras son esporádicas desde hace unos 15 años, el impacto de los residuos mineros en la calidad del agua es un serio problema en la región. Así también, la actividad minera no se limita únicamente a la

²⁷ La Conductividad Eléctrica indica la capacidad que tiene un suelo para conducir corriente eléctrica, esto al aprovechar las sales presentes del suelo para conducirla. Cuando un valor de CE es elevado, indicaría que el suelo contiene una concentración elevada de sales.

Clasificación de suelos a partir de su CE (Castellanos, 2000)	
<1	Suelo libre de sales. No existe restricción para ningún cultivo.
1-2	Suelo muy bajo en sales. Algunos cultivos muy sensibles, se pueden ver afectados el rendimiento.
2-4	Suelos moderadamente salinos. Los rendimientos de cultivos sensibles pueden verse afectados.
4-8	Suelo salino. El rendimiento de casi todos los cultivos se ve afectado.
8-16	Suelo altamente salino. Solo cultivos muy resistentes a la salinidad pueden crecer.
>16	Suelo extremadamente salino. Casi ningún cultivo convencional crece.

²⁸ El pH es una medida que indica la acidez o la alcalinidad del agua. Se define como la concentración de iones de hidrógeno en el agua. Con una disminución del pH, el agua se hace más ácida y con un aumento de pH el agua se hace más básica.

Los cambios en pH pueden alterar la concentración de otras sustancias en el agua modificando el nivel de toxicidad.

Un pH igual a 7 es neutro, uno menor que 7 es ácido, y si es mayor que 7 es básico.

extracción de minerales, sino también en el margen de las nacientes de estos ríos, donde se extrae turba, grava y arena.

Cuadro 6: Tratamiento de Aguas Residuales Puchukollo (2018 – 2022)

Tratamiento aguas residuales Puchukollo	El Alto, Puchukollo				
	2018	2019	2020	2021	2022
Capacidad disponible (l/s)	542	542	542	542	542
Demandado (l/s)	553	578	604	631	660
Demandado (%)	102	107	111	116	122
Déficit /OK	Déficit	Déficit	Déficit	Déficit	Déficit

Elaboración y Fuente: EPSAS, 2018

Perturbación de las Aguas del Río Katari

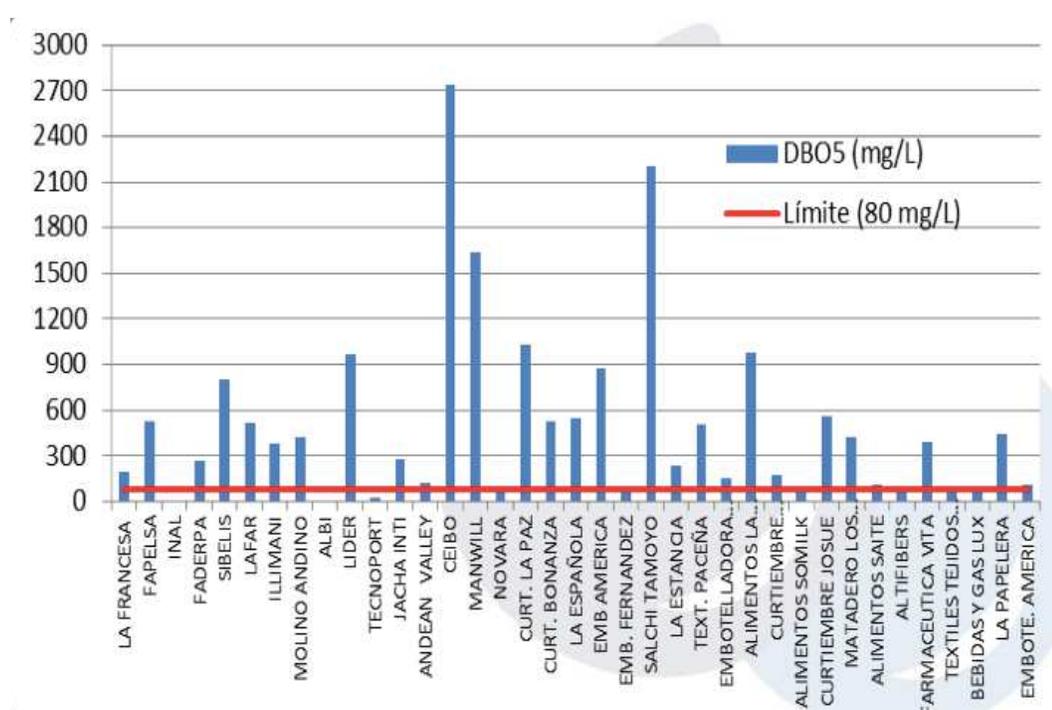
A la fuerte demanda hídrica se suma una reducción importante en la cantidad de agua en la región, debido a la recarga decreciente de recursos hídricos. Al ser una cuenca endorreica²⁹, las aguas que llegan al Lago Titicaca, permanecen allí, abandonando el sistema únicamente por infiltración o evaporación. Actualmente, debido al impacto del cambio climático, los procesos de evaporación en la zona han aumentado y las precipitaciones han disminuido (MMAyA, 2010).

Además de la demanda hídrica requerida para el desarrollo de las actividades económicas en la región, la cuenca del Katari se ve afectada por las altas concentraciones de contaminantes que llegan a los cuerpos de agua debido a las actividades industriales llevadas a cabo en municipios como El Alto, sin realizar un adecuado tratamiento de sus aguas residuales, las cuales llegan al río Katari con elevadas concentraciones de materia orgánica, nutrientes (fósforo y nitrógeno), detergentes y

²⁹ Las cuencas endorreicas son aquellas cuyas aguas no llegan al mar porque los ríos desembocan en lagunas interiores o porque se agotan por evaporación, infiltración o consumo.

metales (cadmio, plomo, cromo). La gráfica a continuación presenta las principales industrias de El Alto, reportadas por EPSAS, la empresa operadora de los sistemas de tratamiento de agua de la zona. Como se observa, los efluentes de estos procesos industriales sobrepasan con creces los estándares de vertimiento permitidos por la normativa boliviana de 80 mg/l para las concentraciones de DBO³⁰ (cuando no se tiene una caracterización del cuerpo receptor).

Gráfico 5: Principales Industrias Contaminantes De El Alto



Fuente y Elaboración: Epsas

Los afluentes a la PTAR de Puchukollo, inicialmente previstos como aguas residuales domésticas, reciben de manera clandestina los efluentes de la industria de El Alto, lo que hace que las cargas orgánicas, de nutrientes, y hasta de metales pesados sean demasiado elevadas para la capacidad de tratamiento actual de la planta.

³⁰ Los desechos orgánicos, clásicamente son evaluados a partir de dos parámetros bioquímicos, como es el DQO (demanda química de oxígeno) y el DBO5 (demanda biológica de oxígeno). Ambos son parámetros que básicamente evalúan la cantidad potencial de oxígeno que se requiere para degradar la materia orgánica por agentes químicos y microbiológicos, respectivamente.

Disponibilidad A Pagar De Los Habitantes De Los Municipios De El Alto Y Viacha

Preámbulo

El presente capítulo describe la metodología de la investigación utilizada, la definición de la población relevante, los elementos de simulación de mercado, la determinación de la muestra, el formato de encuesta aplicada, el tratamiento de la información, y las técnicas de modelación econométrica para el cálculo de la DAP.

Universo de la Población Relevante

El área de estudio contempla a los habitantes de los municipios de El Alto y Viacha debido a que son los municipios con mayor población y los cuales son los más afectados por la contaminación existente en el río Katari, pero también son los más grandes contaminadores, ya sea de manera individual, como echando sus desperdicios directo al río o, de manera colectiva contaminando a gran escala, como lo hacen las industrias.

Siendo la población afectada y también los afectantes, es muy probable el sesgo en las respuestas obtenidas, sin embargo, la solución a este problema se reduce a su disponibilidad o no disponibilidad a pagar para la mejora en la calidad del río.

Selección de la Muestra

La parte más importante del estudio es obtener una muestra representativa del universo tomando en cuenta a la población entre las edades de 18 a 64 años ya que son el rango de población con disponibilidad a pagar. Para la definición del tamaño de muestra se toma en cuenta dos factores importantes: el nivel de confiabilidad el cual se expresa mediante el nivel de confianza y el margen de error que se toma en cuenta en la aplicación de la encuesta respecto a los resultados y las posibilidades económicas para su ejecución.

Tamaño de la Muestra

$$n = \frac{\lambda_{\alpha}^2 * N * P * Q}{e^2(N - 1) + \lambda_{\alpha}^2 * P * Q}$$

Donde:

$\lambda_{\alpha}^2 = 1,96$ para un nivel de confianza³¹ al 95%.

N = Número total de personas que podrían ser encuestadas, para el caso de El Alto con 638817 habitantes y Viacha con 48983 habitantes, sumando ambos universos dando un total de 687800 habitantes, resultado sobre el cual se trabaja.

P = Probabilidad de éxito, individuos que tengan la disponibilidad a pagar (0.5)

Q = Probabilidad de fracaso, proporción de individuos que no tengan la disponibilidad a pagar (0.5)

e = Margen de error permitido en la muestra (5%)

Tomando en cuenta todos los datos, tendremos que:

$$n = \frac{(1.96)^2 * 687800 * 0.5 * 0.5}{(0.05)^2(687800 - 1) + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 383.9461111$$

Para tener una estimación mucho más certera del tamaño de muestra, se debe hacer un ajuste, para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$Ajuste = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

Donde:

n_0 = Resultado del tamaño de muestra

³¹ Probabilidad de que las respuestas sean ciertas y se sustituye de la siguiente manera:

Nivel de confianza	90%	95%	99%
Valor de λ_{α}^2	1.65	1.96	2.58

N = Población universo de El Alto y Viacha

Así, el tamaño muestral corregido es:

$$Ajuste = \frac{383.9461111}{1 + \frac{383.9461111}{687800}}$$

$$Ajuste = 383.7319029 \approx 384$$

Formato del Cuestionario

El cuestionario que se aplicó bajo el formato de la encuesta, tiene la característica de preguntas cerradas.

Constó de 17 preguntas divididas en tres bloques dirigidas a la obtención de una valoración económica sobre las aguas del Río Katari.

Realización de la Encuesta

El modelo de encuesta aplicada al estudio tuvo la característica de encuestas tipo referéndum, en el que se debe responder con un “SI” o “NO”, tal como expone el modelo de encuesta.

El lugar físico donde se realizaron las encuestas fue en los municipios de El Alto y Viacha, puesto que se concentran la mayoría de los afectados por la contaminación.

Para obtener la información y tener unas respuestas objetivas, se efectuó de forma personalizada, de lunes a viernes en los meses de junio, julio, agosto y septiembre del año 2023, con un aproximado de 3 a 5 minutos promedio por persona en el área de estudio.

Manejo de la Información

La información recabada se la analizó, sintetizó y se expuso de la mejor manera posible para obtener la información sobre la valoración de la calidad ambiental de las aguas del Río Katari que los habitantes de los municipios de El Alto y Viacha le otorgan

por su mejora. Para el análisis econométrico, se utilizó datos relevantes de las variables de la encuesta, y se empleará el paquete STATA.12 para la aplicación del modelo Logit.

Resultado de las Encuestas Realizadas

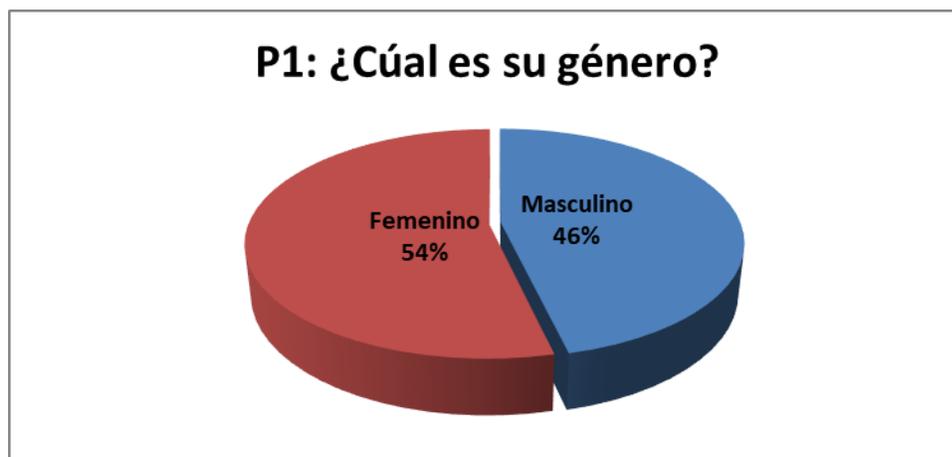
La encuesta realizada se aplica a una muestra de 384 personas, las cuales se repartió equitativamente de acuerdo a la densidad poblacional entre El Alto y Viacha, considerando que El Alto es un aproximado de 13 veces más que Viacha en cuanto a población. Un estimado de 334 encuestas fueron dirigidas al municipio de El Alto, mientras que las restantes 50 encuestas se realizaron en el municipio de Viacha.

Fueron encuestados de forma aleatoria, los resultados que se observaran a continuación se desarrollaron conforme a las respuestas obtenidas.

Primer Bloque: Género y Edad

Respecto a la primera pregunta, en el gráfico N° 6 se observa que, de los 384 encuestados, el 54% es de sexo femenino (206), mientras que el 46% es masculino (178), lo que nos muestra un leve porcentaje mayor de encuestados mujeres respecto a los encuestados hombres.

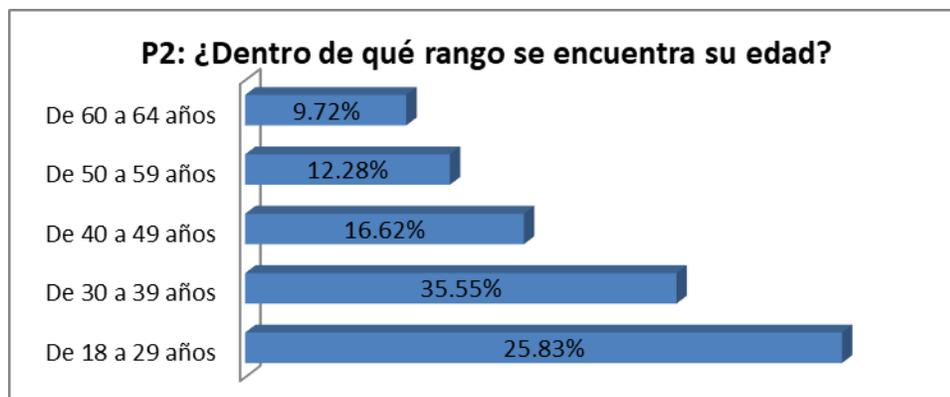
Gráfico 6: Género del Encuestado



Elaboración propia en base a resultados de encuesta realizada

En la siguiente gráfica se puede observar que el gran porcentaje de los encuestados oscilan entre jóvenes y adultos contemporáneos, contrastando al porcentaje de adultos y adultos mayores, los cuales no superan el 40% (Gráfico 7)

Gráfico 7: Rango de Edad

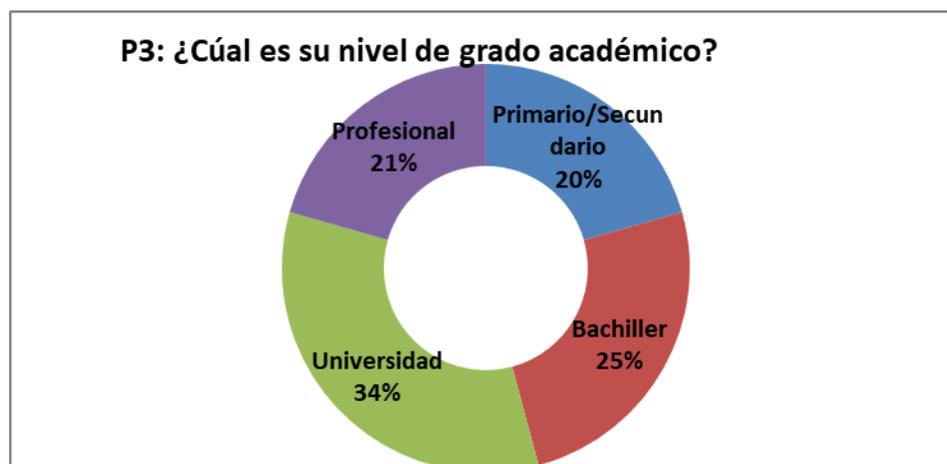


Elaboración propia en base a resultados de encuesta realizada

Primer Bloque: Grado Académico y Ocupación Laboral

De acuerdo a la encuesta, el 20% terminó la primaria o secundaria, pero, sin poder concluir el bachillerato; el 25% culminó el bachillerato; el 34% aún son estudiantes universitarios y el restante 21% son profesionales. (Gráfico 8)

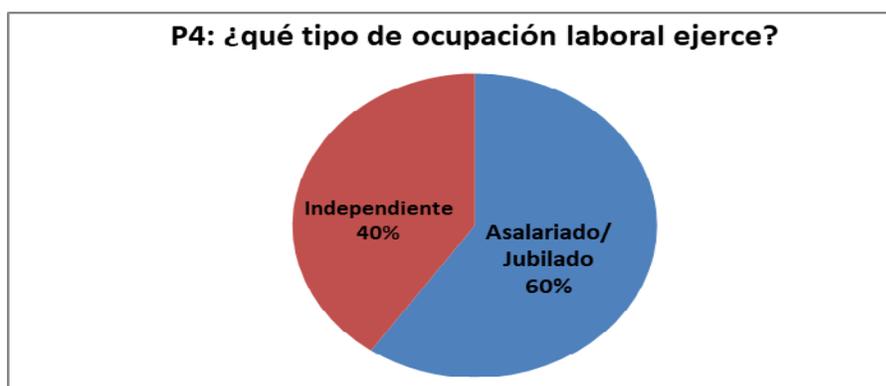
Gráfico 8: Grado Académico



Elaboración propia en base a resultados de encuesta realizada

Respecto a su ocupación laboral, el 60% de los encuestados es trabajador dependiente de alguna institución pública o privada, empresa pública o privada o alguna organización, y el 40% de los encuestados es trabajador independiente. (Gráfico 9)

Gráfico 9: Ocupación Laboral

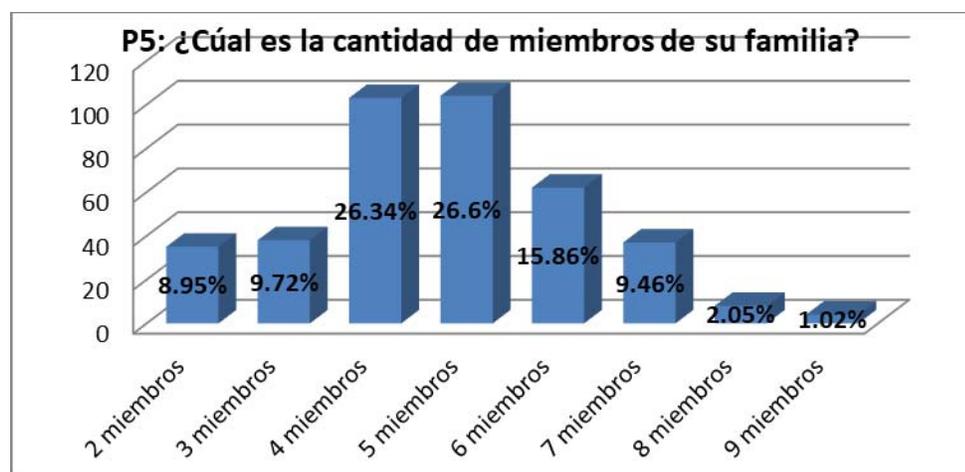


Elaboración propia en base a resultados de encuesta realizada

Primer Bloque: Miembros e Ingresos Familiares

Según los resultados, más de la mitad de los encuestados señala que los miembros de su familia oscilan entre 4 a 5 integrantes representando el 52.94% y con menor representatividad están las personas que señalan tener de 8 a 9 integrantes en sus familias. (Gráfico 10)

Gráfico 10: Cantidad de Miembros en Cada Familia



Elaboración propia en base a resultados de encuesta realizada

Este resultado también se puede demostrar de la siguiente manera para fines ilustrativos:

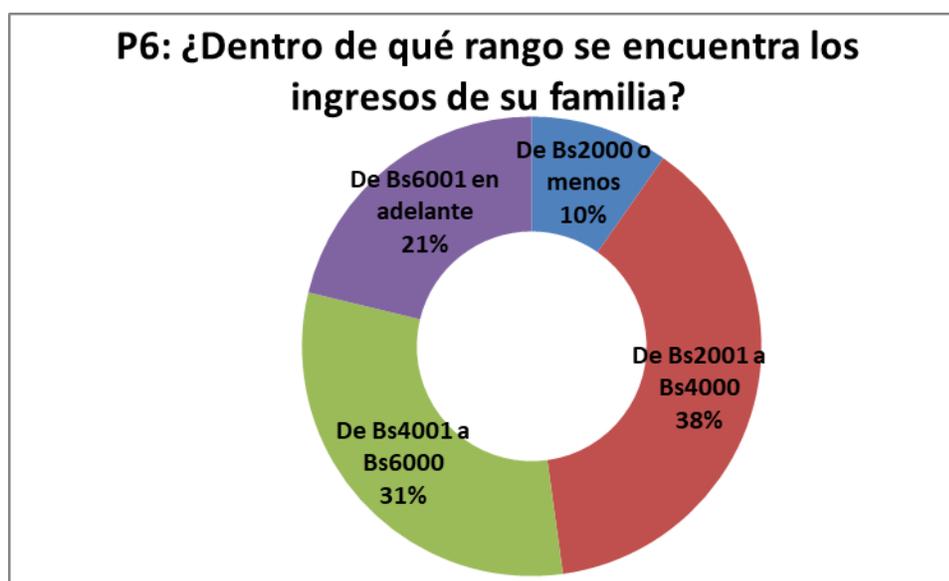
Cuadro 7: Cantidad de Miembros en Cada Familia

N° de Miembros	Frecuencia	Porcentaje
2 – 3	71	18.67%
4 – 5	205	52.94%
6 – 7	97	25.32%
8 – 9	11	3.07%
TOTAL	384	100%

Elaboración propia en base a resultados de encuesta realizada

Lo que llama la atención en la encuesta es que se observa que la gran mayoría de los entrevistados pertenece a la clase media, representando el 69%; con el 21% se encuentran las familias que tienen ingresos mensuales mayores a Bs6000, y solo el 10% genera ingresos mensuales menores a Bs2000. (Gráfico 11)

Gráfico 11: Cantidad de Ingresos Familiares



Elaboración propia en base a resultados de encuesta realizada

Segundo Bloque: Conocimiento Acerca de la Contaminación y Procedencia del Río Katari

De acuerdo con los resultados, 308 de los 384 encuestados, es decir, el 80% admitieron conocer el problema de la contaminación del río Katari; mientras que 76 encuestados que representan el 20% señalaban no conocer esta problemática.

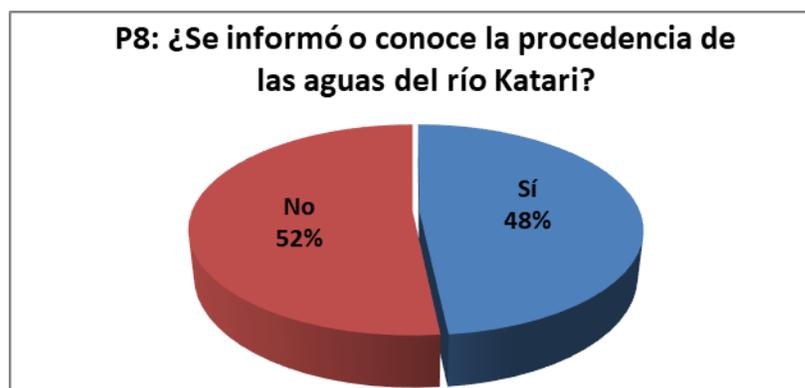
Gráfico 12: Conocimiento Acerca de la Contaminación del Río Katari



Elaboración propia en base a resultados de encuesta realizada

Para la siguiente pregunta el resultado fue casi equilibrado, menos de la mitad conocían el origen de sus aguas, 185 encuestados que representa el 48% de los resultados conocían la procedencia del río, mientras que 199 encuestados que son el 52% del total, desconocían de dónde provienen las aguas del río Katari.

Gráfico 13: Conocimiento de la Procedencia de las Aguas Del Río Katari



Elaboración propia en base a resultados de encuesta realizada

Segundo Bloque: Afectación por la Contaminación del Río Katari y su Posible Descontaminación

En la siguiente pregunta se tomó en cuenta el sentir de los encuestados respecto a este problema, el 80% (309 encuestados) admitían sentirse afectados; mientras que el restante 20% (75 encuestados) decía no tener ningún tipo de afectación por las aguas contaminadas del río.

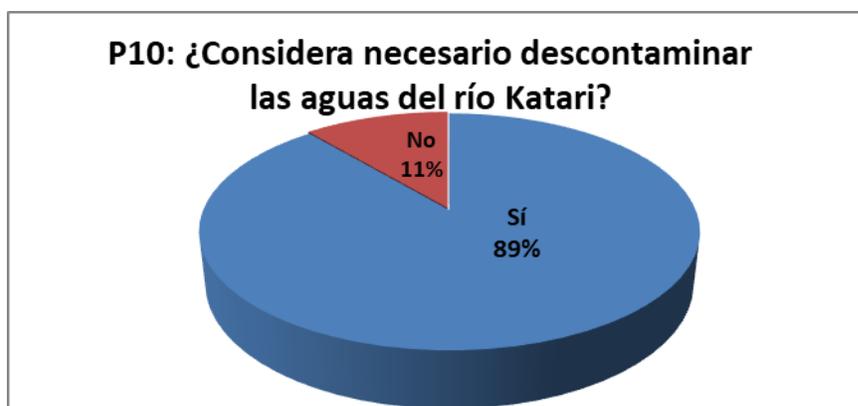
Gráfico 14: Afectación por Aguas Contaminadas



Elaboración propia en base a resultados de encuesta realizada

El 89% de los encuestados acordaban en que es necesario descontaminar las aguas del Río Katari; mientras que el 11% no estaban de acuerdo.

Gráfico 15: Descontaminación de las Aguas del Río Katari



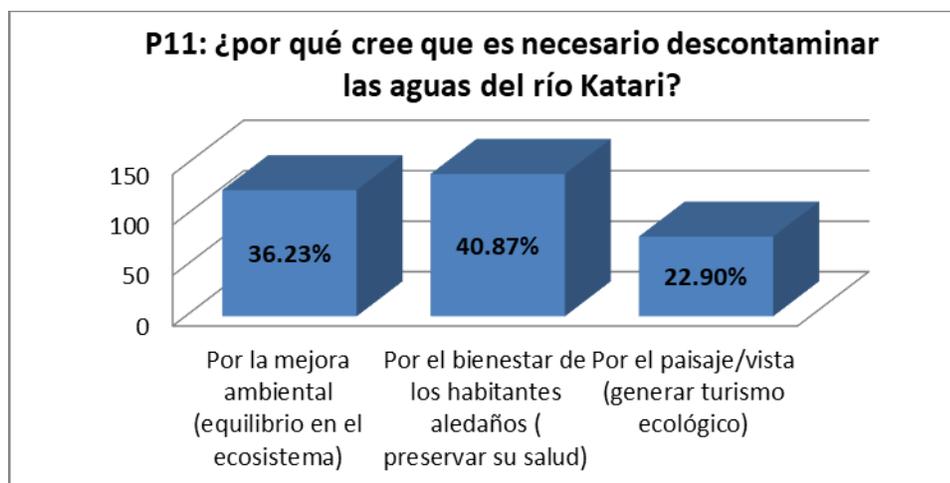
Elaboración propia en base a resultados de encuesta realizada

Segundo Bloque: Necesidad o no Necesidad de Descontaminar el Río Katari

En la anterior pregunta los encuestados respondían a la interrogante si creían o no creían necesario descontaminar las aguas del río Katari, es por eso que mediante el resultado de la pregunta 10 de la encuesta, se desglosaron las preguntas 11 y 12 para dar la oportunidad al individuo encuestado de poder explicar por qué creen que se deba o no descontaminar las aguas del río.

Primero se dispuso a preguntar al total de las personas que creían necesaria la descontaminación del río (341 encuestados) y el 40.87% respondieron que la necesidad de descontaminar el río radicaba en el bienestar de su salud; la razón de descontaminar el río del 36.23% es por la mejora ambiental para generar un equilibrio en el ecosistema y, finalmente, para el 22.90% de los encuestados, la razón para descontaminar el río es por la mejora del paisaje y, de esa manera, incentivar un turismo ecológico.

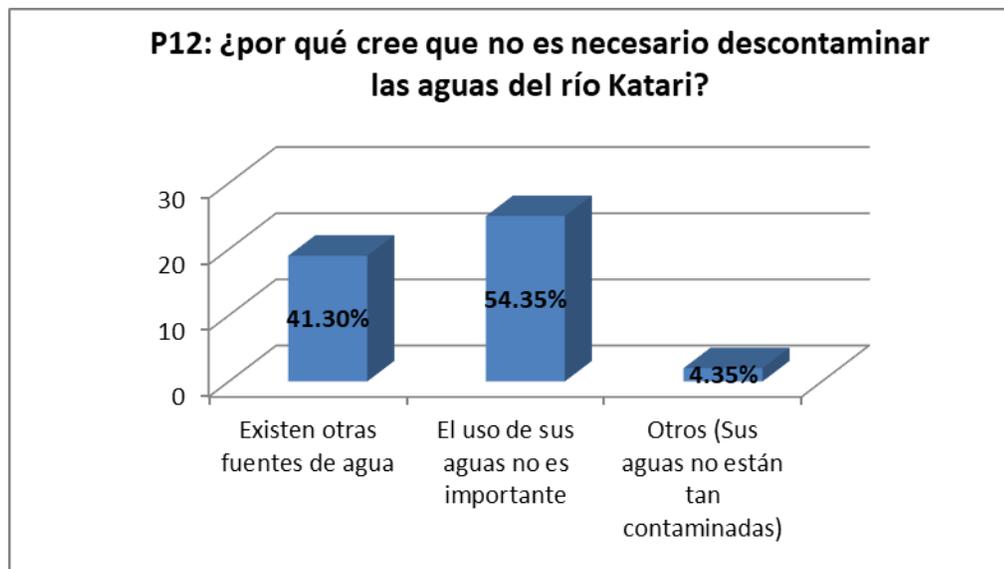
Gráfico 16: Causas para Descontaminar el Río Katari



Elaboración propia en base a resultados de encuesta realizada

A continuación, se dispuso preguntar a los individuos que no estaban de acuerdo en descontaminar las aguas del río Katari (43 encuestados) acerca de cuáles eran sus razones y estos fueron los resultados: el 54.35% señaló que el uso de sus aguas no es importante, un 41.30% indicó que existen otras fuentes de agua y el restante 4.35% alegó que sus aguas no estaban demasiado contaminadas.

Gráfico 17: Causas Para no Descontaminar el Río Katari

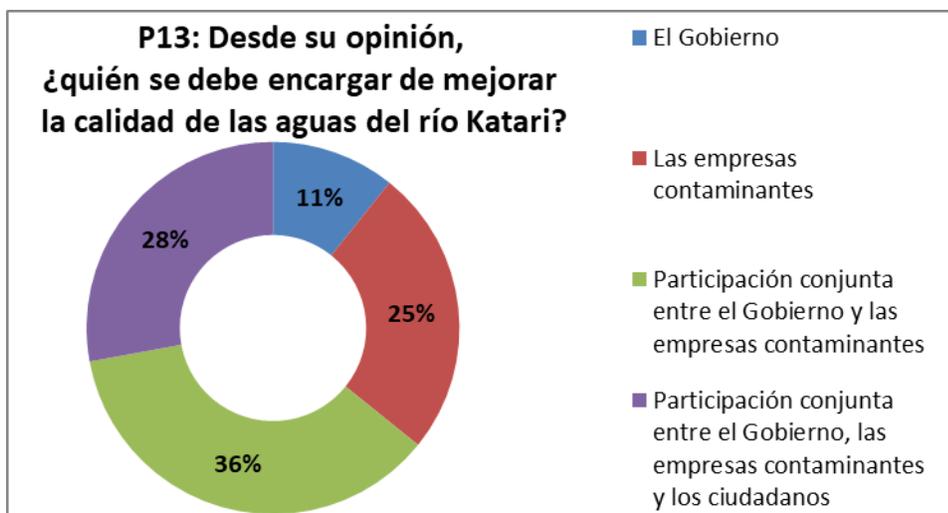


Elaboración propia en base a resultados de encuesta realizada

Tercer Bloque: ¿Quién debe Encargarse de Descontaminar las Aguas del Río Katari?

Anteriormente ya se señaló si los habitantes de los municipios de El Alto y Viacha estaban o no de acuerdo en descontaminar el río; establecido ese punto se llega a otra interrogante de quién o quiénes son los responsables que deben descontaminar o, al menos, mantener niveles bajos de contaminación en el río Katari. Para ello la opinión de los encuestados es la siguiente: el 36% de los encuestados opina que es tarea del Gobierno y de las empresas contaminantes mejorar la calidad de las aguas del río; el 28% de los encuestados concuerda en que es tarea del Gobierno, de las empresas contaminantes junto con el apoyo de la ciudadanía cumplir con este problema; el 25% cree que solo las empresas contaminantes deben hacerse cargo para mejorar la calidad del río y el 11% opina que esta tarea es netamente responsabilidad del Gobierno.

Gráfico 18: Encargado de Mejorar la Calidad del Río Katari



Elaboración propia en base a resultados de encuesta realizada

Tercer Bloque: Disponibilidad A Pagar

En la pregunta número 10 se observa que el 89% de los encuestados están de acuerdo en descontaminar las aguas del río Katari, pero al preguntar si estaban o no estaban dispuestos a pagar un monto económico para mejorar la calidad de las aguas del río, solo el 65% dijo estar dispuestos a contribuir, mientras que un 35% no tenía la intención de hacerlo.

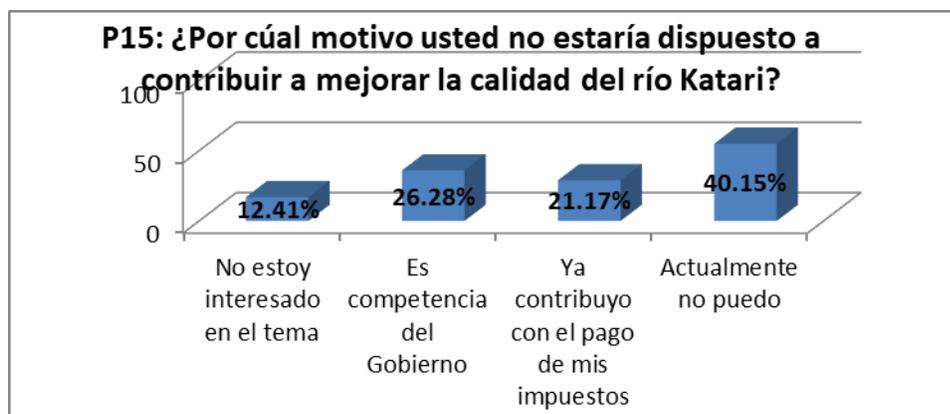
Gráfico N° 19: Disponibilidad A Pagar por la Mejora de la Calidad Ambiental de las Aguas del Río Katari



Elaboración propia en base a resultados de encuesta realizada

Las razones que los encuestados dieron para no aportar económicamente en la mejora de la calidad ambiental del río fueron las siguientes:

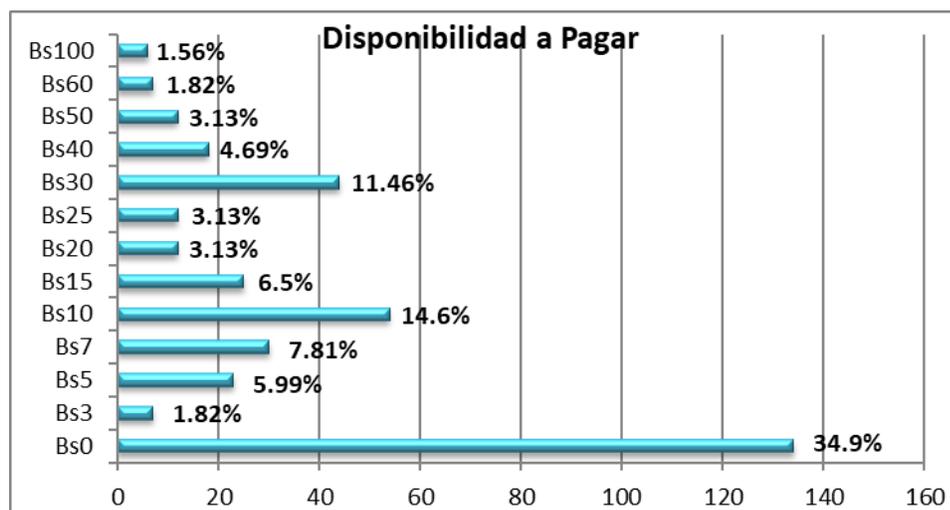
Gráfico 20: Desacuerdo en la Disponibilidad A Pagar



Elaboración propia en base a resultados de encuesta realizada

Finalmente, se pregunta al encuestado cuánto está dispuesto a pagar por mantener la calidad ambiental de las aguas del río Katari frente a la contaminación; el monto económico que cada encuestado está dispuesto a contribuir con mayor frecuencia es de Bs10 con 14,6%, y el de menor frecuencia la cantidad de Bs100 que son el 1,56%.

Gráfico 21: Monto Dispuesto A Pagar (En Bs)



Elaboración propia en base a resultados de encuesta realizada

Análisis del Método De Valoración

Se debe de estimar la probabilidad de una respuesta afirmativa dados algunos parámetros para analizar la información a través de un modelo de utilidad aleatoria, es necesario estimar modelos para variables dependientes discretas. El modelo más utilizado para estimar la probabilidad de respuesta afirmativa es el *Logit*.

Modelo Logit

En el modelo Logit, la variable dependiente es una variable binaria que toma dos valores, generalmente representados como 0 y 1. Por ejemplo, en un estudio sobre la probabilidad de que un cliente compre un producto, la variable dependiente podría ser “compra” (1 si el cliente realiza la compra y 0 si no). Las variables independientes, también conocidas como variables predictivas, son aquellas que se utilizan para predecir la probabilidad del evento en cuestión.

El modelo Logit utiliza la función logística para modelar la relación entre las variables independientes y la probabilidad de que ocurra el evento binario. La función Logit transforma las probabilidades lineales en un rango entre 0 y 1, asegurando que el resultado sea interpretable como una probabilidad.

Este método busca encontrar valores de los coeficientes que maximizan la probabilidad de que le modelo logístico prediga correctamente los valores observados de la variable dependiente.

$$\text{logit}(p) = \log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n$$

Donde:

logit(p) es el logaritmo de las probabilidades de que ocurra el evento binario (éxito o fracaso).

p es la probabilidad de que ocurra el evento binario.

β_0 es el término de intersección o constante del modelo.

B_1, B_2, \dots, B_n son los coeficientes de las variables independientes X_1, X_2, \dots, X_n respectivamente.

La probabilidad de p se expresa en términos de la función logística:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n)}}$$

Donde se puede ver que cada individuo está dispuesto a pagar considerando todas las variables, cada observación tiene igual probabilidad de éxito.

En el caso del modelo Logit, al suponer una relación no lineal entre las variables explicativas y la probabilidad de ocurrencia del acontecimiento, cuando aumenta en una unidad la variable explicativa, los incrementos en la probabilidad no son siempre iguales ya que dependen del nivel original de la misma. Al efectuar algunas operaciones matemáticas y tomar logaritmos en ambos términos de la igualdad, se obtiene la función:

$$\frac{dP_t}{dX_{ij}} = \frac{d}{dX_{ij}} \Pr(Y_t = 1 | X_t) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n}}$$

Una vez que se encuentran los valores óptimos de los coeficientes, el modelo logístico está completamente estimado y listo para ser utilizado para hacer predicciones y analizar la relación entre las variables independientes y la probabilidad del evento binario.

Resultados del Modelo Econométrico

Con la teoría ya expuesta, se estima el modelo econométrico con la disposición a pagar (DAP) como la variable dependiente y las demás variables como las explicativas, el cual es desarrollado por el programa STATA.

El modelo a estimar es el siguiente:

$$DAP = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 * SEXO + \beta_2 * EDAD + \dots + \beta_{10} * DESCON}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 * SEXO + \beta_2 * EDAD + \dots + \beta_{10} * DESCON}}$$

Donde:

1. DAP: Disposición a pagar. Cantidad monetaria que están dispuestos a pagar.
2. SEXO: Sexo. Toma 1 si es hombre y 0 si es mujer.
3. EDAD: Edad. La edad del encuestado
4. EST: Estudios. Toma 1 si hizo estudios universitarios o es profesional y 0 si únicamente tiene estudios escolares.
5. OCUP: Ocupación. Toma 1 si es asalariado o jubilado y 0 si es trabajador independiente.
6. FAM: Cantidad de miembros en la familia. Se inserta la cantidad de miembros de cada familia.
7. ING: Ingresos. Toma 1 si el ingreso es igual o mayor a Bs4001 y 0 si es igual o menor a Bs4000
8. CONTAM: Conocimiento de la contaminación del río Katari. Toma 1 si conoce que existe contaminación en el río Katari y 0 si la desconoce.
9. PROCED: Conocimiento de la procedencia del río Katari. Toma 1 si conoce la procedencia de las aguas del río Katari y 0 si desconoce su procedencia.
10. AFECT: Si las personas se sienten afectadas o no por la contaminación del río Katari. Toma 1 si las personas se sienten afectadas por la contaminación en el río Katari y 0 si no se sienten afectados.
11. DESCON: Personas dispuestas o no a pagar por descontaminar el río Katari. Toma 1 si está dispuesto a pagar y 0 si no pagará.

Análisis de los Resultados

Como se explicó, se utiliza el software STATA 12 para estimar la disponibilidad a pagar, se toma en cuenta las diez variables dicotómicas (explicadas anteriormente en el modelo a ser aplicado) las cuales se escogieron para ser utilizadas en el modelo Logit.

Se aplicó para las 384 observaciones, obtenidas a partir de la encuesta codificando la variable dependiente como 1 si la respuesta a la disposición a pagar es afirmativa y 0 si la respuesta es negativa.

En el cuadro N° 8 vemos los resultados del modelo Logit, el cual solo nos permite ver la relación de la variable dependiente con las variables explicativas.

Análisis de los Efectos Marginales

Los efectos marginales nos sirven para conocer las probabilidades estimadas (las cuales nos interesan para el estudio), las cuales son:

Cuadro 8: Efectos Marginales de las Variables

V.I.	EFFECTOS MARGINALES	P> z
SEX=0	0.656	0.000
SEX=1	0.645	0.000
EDAD (PROM)	0.655	0.000
EST=0	0.582	0.000
EST=1	0.710	0.000
OCUP=0	0.669	0.000
OCUP=1	0.638	0.000
FAM (PROM)	0.651	0.000
ING=0	0.601	0.000
ING=1	0.7001	0.000
CONTAM=0	0.565	0.000
CONTAM=1	0.674	0.000
PROCED=0	0.662	0.000
PROCED=1	0.638	0.000
AFECT=0	0.587	0.000
AFECT=1	0.668	0.000

DESCON=0	0.454	0.000
DESCON=1	0.677	0.000

Elaboración propia con el programa STATA 12 en base a resultados de encuesta realizada

En el cuadro, las probabilidades de los efectos marginales de cada variable explicativa se pueden interpretar de la siguiente manera:

- a. La probabilidad de que una persona esté dispuesta a pagar siendo hombre (SEX=1) es de 64%; mientras que si es mujer la probabilidad de que esté dispuesta a pagar es de 65%.
- b. La probabilidad de que una persona esté dispuesta a pagar teniendo entre 37 a 38 años de edad (ver anexo 3) es de 65%.
- c. La probabilidad de que una persona esté dispuesta a pagar teniendo solo estudios primarios, secundarios o hasta llegar al bachillerato es de 58% (EST=0); por el otro lado, si la persona tiene estudios universitarios o es profesional, tiene una probabilidad de 70% de disponibilidad a pagar.
- d. La probabilidad de que una persona con trabajo independiente esté dispuesta a pagar es de 66% (OCUP=0); una persona que es jubilada o trabaja de independiente refleja un 63% de probabilidad de disponibilidad a pagar.
- e. La probabilidad de un individuo con una familia conformada entre 4 a 5 personas tiene una probabilidad de 65% de disponibilidad de pagar. (ver anexo 3)
- f. La probabilidad de que una persona esté dispuesta a pagar teniendo un ingreso de Bs4000 o menos es del 60%; mientras que una persona con ingresos mayores a Bs4000 tiene una probabilidad del 70% de disponibilidad a pagar (ING=1).
- g. Una persona que conoce sobre la contaminación existente en las aguas del río Katari tiene una probabilidad de 67% de disponibilidad a pagar (CONTAM=1), mientras que el 56% a pesar de desconocer sobre este tema, también estaría dispuesto a pagar.

- h. La probabilidad de que una persona esté dispuesta a pagar conociendo la procedencia de las aguas del río Katari es del 63% (PROCED=1); una persona sin conocer la procedencia de sus aguas, tiene un 66% de probabilidad de pagar.
- i. Si una persona se siente afectada por la contaminación de las aguas del río Katari, tiene un 66% de probabilidades por inclinarse a aportar económicamente (AFECT=1); mientras una persona que no se siente afectada tiene una probabilidad de 58% de querer aportar.
- j. La probabilidad de que una persona esté dispuesta a pagar algún monto económico es del 67% (DESCON=1).

Resultados del Modelo Logit

Mediante el análisis de predicción por el cual el modelo muestra su capacidad predictiva, los cuales se muestran en el Cuadro N° 9. Nos ayuda a saber el porcentaje de los datos que están correctamente clasificados.

Cuadro 9: Predicción del Modelo

CLASIFICACIÓN	1	0	TOTAL
1	229	95	324
0	21	39	60
TOTAL	250	134	384

Elaboración propia con el programa STATA 12 en base a resultados de encuesta realizada

El cuadro nos muestra que el modelo predice 268 (229 + 39) observaciones de 384, es decir, el 69.79% de las observaciones, que, a pesar de no ser un excelente indicador de la predicción del modelo, es bueno ya que implica la subjetividad de cada individuo, sus gustos y preferencias.

Para las personas que no están dispuestas a pagar, el modelo predice el 65% (39/60) de los datos correctamente; es decir, que de 134 encuestados que respondieron negativamente a la pregunta de DAP, el modelo predice 87 respuestas.

Para las personas que sí están dispuestas a pagar, el modelo predice el 70.68% (229/324) de los datos correctamente; es decir, que de 250 encuestados que respondieron positivamente a las preguntas de DAP, el modelo predice 177 respuestas.

Cálculo Promedio de la DAP

Aplicando la teoría de valoración contingente y lo que se preguntó a cada individuo en la encuesta fue que, si estaban dispuestos a pagar, cuál sería el monto económico de su contribución.

Cuadro 10: Disponibilidad A Pagar

VARIABLE	Nº OBS.	MEDIA	DESV. EST.	dis_pag
DAP	384	0.651	0.477	14.221

Elaboración propia con el programa STATA 12 en base a resultados de encuesta realizada

$$\text{DISPONIBILIDAD A PAGAR} = \text{Bs}14,22$$

Teniendo este resultado, podemos obtener la Disponibilidad A Pagar Agregada:

$$\text{DAP Agregada} = P(\text{DAP}) * Q \rightarrow \text{DAP Agregada} = 14,22 * 687.800$$

$$\text{DAP Agregada mensual} = 9.780.516$$

El valor obtenido es de 9.780.516 medido en Bs/mensualmente; para conseguir el valor anual se debe multiplicar por el número de meses:

$$\text{DAP Agreg. anual} = 9.780.516 * 12 \rightarrow \text{DAP Agreg. anual} = 117.366.192$$

$$\text{DISPONIBILIDAD A PAGAR AGREGADA ANUAL} = \text{Bs}117.336.192$$

Este resultado nos muestra que la población de los municipios de El Alto y Viacha están dispuestos a contribuir económicamente un total de Bs117.336.192 anualmente por mantener una buena calidad de agua del río Katari.

CAPÍTULO IV

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusión General

Según todo lo expuesto, se determina que es necesario realizar una valoración económica a las aguas del río Katari por la contaminación ambiental que sufre; a la cuenca llegan aguas contaminadas por industrias, botaderos, trabajos de minería, desechos antropogénicos (debido a que no existe una adecuada conexión de alcantarillado), etc. El problema no acaba cuando los cuerpos de agua llegan al río Katari, pues su corriente se dirige a la bahía de Cohana hasta llegar al lago Titicaca.

Sus aguas solían utilizarse para la pesca, ganadería, sembradíos y recreación, pero con el paso del tiempo llegó a deteriorarse debido a la contaminación y su ecosistema se ve afectado hasta el día de hoy. Si bien se muestra que El Alto y Viacha son los municipios que más contaminan, a la vez, también son los municipios que sufren más sus consecuencias hasta desembocar al Lago Titicaca.

Como se demostró, los pobladores no se muestran reacios a contribuir para obtener resultados positivos en cuanto a poner en acción algún plan para desacelerar la contaminación ambiental de la cuenca del río y realizar acciones comunitarias con el apoyo de las industrias involucradas y el gobierno.

Finalmente, se llega a la conclusión de que la representación de la población de los municipios encuestados (El Alto y Viacha) les interesa mejorar la calidad ambiental de las aguas del Río Katari, ergo, están de acuerdo a contribuir con el desarrollo sostenible.

Conclusiones Específicas

Los objetivos específicos fueron alcanzados de la siguiente manera:

Conclusión del primer Objetivo Específico. - Se pudo identificar que la cuenca del río Katari recibe sus aguas de tres sistemas hídricos que recorren principalmente El Alto y Viacha, las aguas que se juntan con la corriente del río Katari y arrastran altos niveles de contaminación que, a pesar de tener una planta de tratamiento, esta no abastece lo suficiente para evitar que exista altos niveles de contaminación.

Conclusión del segundo Objetivo Específico. - En los últimos años, el crecimiento poblacional de El Alto es desmesurado y sin ningún tipo de planificación, además que su sistema de recojo de basura apenas abarca el 50%, no existe un adecuado sistema de alcantarillado y la población bota sus desechos donde mejor le parece, en este caso, en los ríos, sin ningún tipo de tratamiento.

Al contemplar todo el estudio realizado, podemos comprender que la mayor parte de la contaminación existente se debe a los desechos de las industrias, las cuales incrementaron su cantidad con el paso del tiempo y también a causa de la minería la cual, si bien ya no existe la misma actividad extractiva de antes, sus efectos contaminantes continúan ejerciendo daño.

A pesar de existir leyes y normativas, estas no se cumplen ya que las empresas también son grandes contaminantes, las cuales vierten sus aguas sin ningún tipo de tratamiento directamente a los ríos, no tienen ningún tipo de control y mucho menos algún tipo de sanción. Por su parte, las autoridades competentes también son parte responsable al no hacer cumplir las leyes y normas establecidas. Los individuos como empresas realizan constantemente daños ambientales, los cuales no reciben sanciones para remediar este hecho, la consecuencia de estas acciones es el impacto ambiental negativo.

Conclusión del tercer Objetivo Específico.- Por último, se demostró que los habitantes de los municipios de El Alto y Viacha tienen disponibilidad a pagar para

mantener una buena calidad del agua ante la constante contaminación ambiental del Río Katari; a pesar de las diferentes características económicas y sociales, la mayoría de la muestra de los individuos encuestados estaban de acuerdo en mejorar la situación ambiental del río, mejorar este ecosistema y optar por el desarrollo sostenible dando un aporte económico para realizar dichas acciones.

Verificación de la Hipótesis

A causa de los diferentes tipos de contaminación que conlleva a una reducción de la oferta en la calidad y cantidad de agua, específicamente en los municipios de El Alto y Viacha, la población que se ve afectada proporciona un valor económico al servicio ambiental de las aguas de la cuenca Katari.

Se acepta la hipótesis debido a que son los mismos habitantes de los municipios que, a través de una encuesta realizada, otorgaron un monto económico el cual están dispuestos a pagar en caso de ser necesario, por lo que el promedio a pagar es de Bs14.22 por individuo.

Este valor se representa como el valor económico del elemento ambiental que le dan los habitantes (individualmente) de los municipios involucrados, de manera agregada, se obtiene el resultado de Bs9.780.516 mensualmente y Bs117.366.192 de forma anual.

Este resultado refleja el monto económico que se pierde por la constante contaminación de las aguas del río Katari en los municipios de El Alto y Viacha, resultado obtenido a través de las encuestas realizadas.

Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos en la investigación, se llega a las siguientes recomendaciones:

Se recomienda tener mayor sentido de conciencia respecto al cuidado del medio ambiente, no solo en cuerpos de agua, sino en cada elemento ambiental que nos rodea,

depende de cada uno de nosotros llegar a obtener un verdadero desarrollo sostenible el cual nos beneficia en un crecimiento económico como país y un equilibrio estable con la naturaleza, en recurso que, a pesar de ser renovable en la mayoría de sus componentes, no es infinito.

Se sugiere el estricto cumplimiento de las políticas, leyes y normas en cuidado del medio ambiente, la gran mayoría de las veces solo queda instituido y su cumplimiento es dejado en el olvido, por lo que tiempo después la ciudadanía es la que se ve directamente afectada, si bien la población es parte del problema, no se compara con el porcentaje de contaminación que realizan las empresas y corporaciones.

Se debe implementar una planificación adecuada para el elevado y acelerado crecimiento poblacional que viven estos municipios para no ser directos involucrados en el incremento de la contaminación del Río Katari.

Se sugiere la implementación de una nueva planta de tratamiento para las aguas del Río Katari y una mejora de la planta de tratamiento de aguas residuales de Puchukollo debido a que su tamaño no abastece de manera adecuada.

Aporte a la Investigación

La presente investigación pretende ser de gran ayuda para comprender la realización de la obtención de un valor económico a un elemento ambiental; si bien ya existen investigaciones las cuales muestran valoraciones económicas ambientales a cuerpos de aguas, la presente no se enfoca sólo en el lugar afectado, sino que se realiza un estudio e investigaciones pertinentes para entender las causas del problema, así, partiendo de dicha base, se obtiene estudios más completos y, en consecuencia, resultados más concretos y cercanos a la realidad.

Es de importancia resaltar el hecho de incentivar el trabajo de campo para este tipo de investigaciones, aparte de las encuestas, conocer más a fondo la realidad en la que este sector de la población vive, afectados por la contaminación existente y constante.

Referencias

- Enríquez Andrade, R. (2008), *Introducción al análisis económico de los recursos naturales y del ambiente*. Universidad Autónoma de Baja California, México. Pág. 240.
- Maza, C. (1986), *Valoración Contingente y su Aplicación*. Universidad de Chile.
- Mendieta, J. (2000), *Programa de Magíster en Economía del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales*. Universidad de Los Andes, Colombia.
- Osorio Múnera, J. y Correa Restrepo, F., (2009), *Un análisis de la aplicación empírica del método de valoración contingente*. Universidad de Cali, Colombia.
- Riera Font, A., Ramos Mir, V. y Cladera Munar, M. (1999), *Una Aplicación Del Método De Valoración Contingente*. Universidad de las Islas Baleares de Palma, España.
- Sarmiento, M. (2003), *Desarrollo de un Método de Valoración Medioambiental*. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.

Bibliografía

- Archundia, D., C. Duwig, L. Spadini, G. Uzu, S. Guédron, M.C. Morel, R. Cortez, O. Ramos, J. Chincheros & J.M.F. Martins. (2016). *How uncontrolled urban expansion increases the contamination of the Titicaca Lake Basin*. El Alto, La Paz, Bolivia.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo), (2016). *Programa de saneamiento del Lago Titicaca (Cuenca Katari, Bahía de Cohana), Análisis Ambiental y Social (AAS)*. La Paz. 122 p.
- Campini, O. (2017). *Contaminación en Milluni*. La Paz – Bolivia.
- Cepal. (2023). *Temas de desarrollo sostenible*. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/temas/desarrollo-sostenible>

- Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia, (2009). *Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia*. Recuperado de <http://www.gacetaoficialdebolivia.gob.bo/edicions/view/NCPE>
- Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia, (1992). *Ley N° 1333 Ley Del Medio Ambiente*. Recuperado de <http://www.gacetaoficialdebolivia.gob.bo/normas>
- Globalcaja, (2022). *Conoce a Leon Walras, el fundador de la economía matemática*. Albacete – España.
- Herrerías, A. (2002). *Fundamentos para la historia del pensamiento económico*. México. Quinta edición. Editorial Limusa.
- K2/AP05/J13 (Contraloría General del Estado), (2013). *Informe de auditoría sobre el desempeño ambiental respecto a la contaminación hídrica en la cuenca del río Katari y la Bahía de Cohana*. Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Ministerio de Minería y Metalurgia, Ministerio de Relaciones Exteriores, Gobierno Autónomo Departamental de La Paz, Gobiernos Autónomos Municipales de El Alto, Viacha, Laja, Pucarani y Puerto Pérez, Empresa Pública y Social de Agua y Saneamiento (EPSAS), Empresa Municipal de Aseo de El Alto (EMALT) y el Fondo Nacional de Inversión Productiva y Social (FPS), La Paz. 268 p.
- Kristrom, B. (1995). *El método de valoración Contingente. Aplicaciones al medio rural español*. España.
- Mascaro, M. (2023). *Las aportaciones de Carl Menger, fundador de la Escuela Austriaca de Economía*. Argentina.
- MMAyA (Ministerio de Medio Ambiente y Agua), (2009). *Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia. Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos*. La Paz. 571 p.

- MMAyA (Ministerio de Medio Ambiente y Agua), (2016). *Plan Director de la cuenca del Katari, estrategia de recuperación integral de la cuenca Katari y del sector boliviano del Lago Titicaca*. Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR). La Paz. 72 p.
- MMAyA/VRHR (Ministerio de Medio Ambiente y Agua/ Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego), (2016). *Plan de manejo preliminar de los acuíferos de Purapurani y Viacha*. Informe no publicado. La Paz - Bolivia. 184 p.
- Molina, C. (2017). *Diagnóstico biofísico de la cuenca del Río Katari y Bahía de Cohana., Incorporación del Enfoque de Resiliencia Climática en el Plan Directorio de la Cuenca Katari*. La Paz - Bolivia 29 p.
- Molina, C., Lazzaro X., Guédron S., & Achá D. (2017). *Contaminación de la Bahía de Cohana, Lago Titicaca (Bolivia): Desafíos y oportunidades para promover su recuperación*. La Paz – Bolivia.
- Mollo, N. (2021). *Unidad de formación y Comunicación – CEPA Centro de Ecología y Pueblos Andinos*. Oruro.
- Ramos Morales, J. (2019). *Apuntes de clases, Economía Ambiental*. Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Economía.
- Ribera Arismendi, M. (2015). *Cohana y río Katari, zona de desastre ambiental*. La Paz – Bolivia.
- Sagárnaga, R. (2021). *Bolivia y su guerra contra el agua limpia*. La Paz.

Lincografía

- <https://conambiental.com/economia-de-los-recursos-naturales/>
- <https://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/distribucion>
- <https://old.aecr.org/web/congresos/1999/25RER/paginas/III5.html>
- <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/5117/Tesis%20Rodr%C3%ADguez%20Mart%C3%ADnez%2C%20Samantha.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [https://sgkplanet.com/que-son-la-oligotrofizacion-y-la-eutrofizacion-de-los-lagos/#:~:text=Cuando%20un%20lago%20o%20un,especies%20animales%20\(aguas%20oligotr%C3%B3ficas\).](https://sgkplanet.com/que-son-la-oligotrofizacion-y-la-eutrofizacion-de-los-lagos/#:~:text=Cuando%20un%20lago%20o%20un,especies%20animales%20(aguas%20oligotr%C3%B3ficas).)
- <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/agua/cuencas/#:~:text=Cuencas%20endorreicas%3A%20son%20aquellas%20cuyas,en%20los%20suelos%20muy%20permeables>
- <https://www.ecologiaverde.com/cianobacterias-que-son-caracteristicas-y-ejemplos-3546.html>
- <https://www.bivica.org/files/madre-tierra-ley.pdf>
- <https://www.cbd.int/doc/world/bo/bo-nbsap-v2-es.pdf>
- <http://gacetaoficialdebolivia.gob.bo/>
- <https://www.gob.mx/semarnat/es/articulos/servicios-ambientales>
- <https://www.monografias.com/docs/Representantes-Del-Neoclasicismo-Economico-P35KVX3RL9CP>
- https://observatoriop10.cepal.org/sites/default/files/documents/reglamento_de_preencion_y_control_ambiental_de_bolivia.pdf
- http://www.planificacion.gob.bo/uploads/AGENDA_PATRIOTICA2025_MPD.pdf
- <http://sitservicios.lapaz.bo/sit/atlasmetropolitano/institucionales.html>
- https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3140sp.pdf

Glosario de términos

Ambiente

Es el entorno que rodea un cuerpo, por ejemplo, el aire, la temperatura, la humedad y otras condiciones.

Antropogénico

Acción o efecto producido directa o indirectamente por las actividades humanas.

Conservación

Conservación es la protección, preservación, manejo o restauración de ambientes naturales y las comunidades ecológicas que los habitan. Conservación generalmente incluye el manejo del uso humano de recursos naturales para el beneficio del público y utilización sostenible, social y económica.

Desarrollo Sostenible

La sostenibilidad es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social.

Disponibilidad a pagar

Refleja la máxima cantidad de dinero que un individuo pagaría por obtener un determinado bien público, mientras que la disposición a ser compensado.

Elemento Ambiental

El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre, que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos, que interactúan en un espacio y tiempo determinados

Ecosistema

Por ecosistema se entiende “la unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

Externalidades

Perjuicio o beneficio experimentado por un individuo o una empresa a causa de acciones ejecutadas por otras personas o entidades.

Impacto Ambiental

Se puede entender como impacto ambiental, a la alteración (positiva o negativa) en la calidad del medio ambiente como consecuencia de la ejecución de un proyecto, obra o cualquier otra actividad antropogénica.

Preservación

Preservación es un término relacionado al verbo preservar, cuya etimología nos lleva al latín praeservāre. La acción de preservar consiste en cuidar, amparar o defender algo con anticipación, con el objetivo de evitar un eventual perjuicio o deterioro.

Valoración Económica

Estima el valor en términos monetarios de los cambios en los bienes y servicios a través de los cambios en el bienestar de la sociedad. El valor económico es un concepto que expresa la importancia económica que un bien o servicio pueda tener.

Anexos

Anexo 1: Estimación del Modelo Logit

Logistic regression		Number of obs	=	384
		LR chi2(10)	=	44.48
		Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = -226.13116		Pseudo R2	=	0.0895

DAP	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
SEXO	-.0522416	.2299065	-0.23	0.820	-.5028501	.3983669
EDAD	.0253211	.0097118	2.61	0.009	.0062863	.044356
EST	.6294834	.2798917	2.25	0.025	.0809056	1.178061
OCUP	-.1536759	.2754574	-0.56	0.577	-.6935624	.3862106
FAM	-.034549	.0804018	-0.43	0.667	-.1921337	.1230356
ING	.4926022	.2594449	1.90	0.058	-.0159004	1.001105
CONTAM	.5133701	.3227115	1.59	0.112	-.1191328	1.145873
PROCED	-.1245735	.2412185	-0.52	0.606	-.5973531	.3482062
AFECT	.3849434	.355369	1.08	0.279	-.3115671	1.081454
DESCON	1.00903	.3836388	2.63	0.009	.2571122	1.760949
_cons	-2.140043	.6864784	-3.12	0.002	-3.485516	-.7945701

Elaboración propia con el programa STATA 12 y con datos de encuesta tabulada

Anexo 2: Efectos Marginales del Modelo

Marginal effects after logit
 $y = \text{Pr}(\text{DAP})$ (predict)
 $= .66675397$

variable	dy/dx	Std. Err.	z	P> z	[95% C.I.]		X
SEXO*	-.0116147	.05114	-0.23	0.820	-.111854	.088625	.463542
EDAD	.0056262	.00214	2.62	0.009	.001425	.009828	37.8099
EST*	.1402748	.06193	2.27	0.024	.018898	.261652	.541667
OCUP*	-.033965	.06054	-0.56	0.575	-.152615	.084685	.596354
FAM	-.0076766	.01786	-0.43	0.667	-.042685	.027332	4.71875
ING*	.1094515	.05731	1.91	0.056	-.002867	.22177	.520833
CONTAM*	.1189537	.07709	1.54	0.123	-.032131	.270039	.802083
PROCED*	-.0276943	.05363	-0.52	0.606	-.132816	.077428	.481771
AFECT*	.0884602	.0839	1.05	0.292	-.075982	.252902	.804688
DESCON*	.2418224	.0935	2.59	0.010	.058561	.425084	.888021

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

Elaboración propia con el programa STATA 12 y con datos de encuesta tabulada

Anexo 3: Efectos Marginales de cada Variable Independiente

1._at : SEXO = 0
 2._at : SEXO = 1

	Delta-method				
	Margin	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
_at					
1	.655912	.0312737	20.97	0.000	.5946168 .7172073
2	.6453807	.0339661	19.00	0.000	.5788083 .7119531

at : EDAD = 37.8099 (mean)

	Delta-method				
	Margin	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
_cons	.6553126	.0235646	27.81	0.000	.6091268 .7014984

1._at : EST = 0
 2._at : EST = 1

	Delta-method				
	Margin	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
_at					
1	.5821932	.0394987	14.74	0.000	.5047773 .6596092
2	.7095974	.0324514	21.87	0.000	.6459939 .7732009

1._at : OCUP = 0
 2._at : OCUP = 1

	Delta-method				
	Margin	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
_at					
1	.6684617	.038091	17.55	0.000	.5938048 .7431186
2	.6376543	.0334031	19.09	0.000	.5721855 .703123

at : FAM = 4.71875 (mean)

	Delta-method				
	Margin	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
_cons	.6511314	.022906	28.43	0.000	.6062364 .6960263

1._at : ING = 0

2._at : ING = 1

	Delta-method				
	Margin	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
_at					
1	.6007771	.0365547	16.43	0.000	.5291312 .6724231
2	.7013563	.0336976	20.81	0.000	.6353103 .7674023

1._at : CONTAM = 0

2._at : CONTAM = 1

	Delta-method				
	Margin	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
_at					
1	.5649967	.0618625	9.13	0.000	.4437484 .686245
2	.6739592	.0268857	25.07	0.000	.6212641 .7266543

1._at : PROCED = 0

2._at : PROCED = 1

	Delta-method				
	Margin	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
_at					
1	.6628444	.0320347	20.69	0.000	.6000576 .7256313
2	.6377646	.0346531	18.40	0.000	.5698457 .7056835

```

1._at      : AFECT      =          0
2._at      : AFECT      =          1

```

	Delta-method				
	Margin	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
_at					
1	.5868892	.0665313	8.82	0.000	.4564903 .7172881
2	.6679829	.0277957	24.03	0.000	.6135044 .7224614

```

1._at      : DESCON     =          0
2._at      : DESCON     =          1

```

	Delta-method				
	Margin	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
_at					
1	.4535907	.081597	5.56	0.000	.2936636 .6135179
2	.6766697	.0248557	27.22	0.000	.6279534 .7253859

Elaboración propia con el programa STATA 12 y con datos de encuesta tabulada

Anexo 4: Valores Predictivos del Modelo

Logistic model for DAP

Classified	True		Total
	D	~D	
+	229	95	324
-	21	39	60
Total	250	134	384

Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as DAP != 0

Sensitivity	Pr(+ D)	91.60%
Specificity	Pr(- ~D)	29.10%
Positive predictive value	Pr(D +)	70.68%
Negative predictive value	Pr(~D -)	65.00%
False + rate for true ~D	Pr(+ ~D)	70.90%
False - rate for true D	Pr(- D)	8.40%
False + rate for classified +	Pr(~D +)	29.32%
False - rate for classified -	Pr(D -)	35.00%
Correctly classified		69.79%

Elaboración propia con el programa STATA 12 y con datos de encuesta tabulada

Anexo 5: Disponibilidad A Pagar Promedio

```
. sum DAP dis_pag
```

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
DAP	384	.6510417	.4772626	0	1
dis_pag	384	14.22135	18.52034	0	100

Elaboración propia con el programa STATA 12 y con datos de encuesta tabulada

Anexo 6: Notable Contaminación En Ríos



Contaminación en el Río Pallina. Foto tomada por Becerra Ángela.

Anexo 7



Animales alimentándose de aguas contaminadas en el Río Pallina. Foto tomada por Becerra Ángela.

Anexo 8



Co

Contaminación en el Río Seco. Foto tomada por Becerra Ángela.

Anexo 9



Co

Contaminación en el Río Seco. Foto tomada por Becerra Ángela.

Anexo 10



Co

Contaminación en el Río Seque. Foto tomada por Becerra Ángela.

Anexo 11



Contaminación en el Río Katari. Foto tomada por Becerra Ángela.

Anexo 12



Co

Contaminación en el Río Katari. Foto tomada por Becerra Ángela.

Anexo 13



Contaminación en el Río Katari. Foto tomada por Becerra Ángela.

Anexo 14



Co

ntaminación en el Río Katari a punto de desembocar en la Bahía de Cohana. Foto tomada por Becerra Ángela.

Anexo 15: Contaminación de Industria al Río



Co

ntaminación de la cementera Viacha a las aguas del Río Pallina. Foto tomada por Becerra Ángela.

Anexo 16. Encuesta**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS
CARRERA DE ECONOMÍA****VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DEL
RÍO KATARI (EL ALTO Y VIACHA)**

La encuesta está destinada a obtener información de primera mano para conocer la disponibilidad del encuestado por la mejora en la calidad ambiental del río Katari; se agradece su colaboración.

PRIMER BLOQUE**1. ¿Cuál es su género?**a) Masculino b) Femenino **2. ¿Dentro de qué rango se encuentra su edad?**a) De 18 a 29 años c) De 40 a 49 años e) De 60 años o más b) De 30 a 39 años d) De 50 a 59 años **3. ¿Cuál es su nivel de grado académico?**a) Prim/Sec b) Bachiller c) Universidad d) Profesional **4. ¿Qué tipo de ocupación laboral ejerce?**a) Asalariado/jubilado b) Independiente **5. ¿Cuál es la cantidad de miembros en su familia?**

TERCER BLOQUE

13. Desde su opinión, ¿quién se debe encargar de mejorar la calidad de las aguas del río Katari?

- a) El Gobierno
- b) Los entes contaminantes
- c) Participación conjunta entre el Gobierno y los entes contaminantes
- d) Particip. conjun. entre el Gob., los entes contaminantes y los ciudadanos

14. ¿Estaría dispuesto a contribuir económicamente para mejorar la calidad de las aguas del río Katari?

- a) Sí (No responde la 15) b) No (No responde la 16)

15. ¿Por cuál motivo no estaría dispuesto a contribuir en la mejora de la calidad de las aguas del río Katari?

- a) No estoy interesado en el tema c) Ya contribuyo con mis impuestos
- b) Es competencia del Gobierno d) No puedo por ahora

16. ¿Cuánto está dispuesto a pagar por mantener la calidad ambiental del agua del río Katari ante la presente contaminación?

- a) Bs1 a Bs10 c) Bs21 a Bs30 e) Bs41 a Bs50
- b) Bs11 a Bs20 d) Bs31 a Bs40 f) Bs51 a más

¡Gracias por su tiempo!