

Universidad Católica de Santa María
Escuela de Postgrado
Maestría en Planificación y Gestión Ambiental



**ELABORACION DE UNA PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN PARA EL PROCESO
DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL RÍO CHILI EN EL SECTOR DEL TRAMO
URBANO CHILINA-TINGO, AREQUIPA, 2021.**

Tesis presentada por el Bachiller:

Safra Rodríguez, Manuel

Para optar el Grado Académico de:

**Maestro en Planificación y Gestión
Ambiental**

Asesor:

Dr. Dávila Flores, Benjamín José

**Arequipa - Perú
2023**

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ESCUELA DE POSTGRADO

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS

Arequipa, 21 de Marzo del 2022

Dictamen: 005411-C-EPG-2022

Visto el borrador del expediente 005411, presentado por:

2006002821 - SAFRA RODRIGUEZ MANUEL

Titulado:

**ELABORACION DE UNA PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN PARA EL PROCESO DE
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL RÍO CHILI EN EL SECTOR DEL TRAMO URBANO
CHILINA-TINGO, AREQUIPA, 2021.**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**2346 - MOLINA RODRIGUEZ FREDY NICOLAS
DICTAMINADOR**



**5429 - BOCARDO DELGADO EDWIN FREDY
DICTAMINADOR**



**6432 - PACHECO ARANIBAR JANI
DICTAMINADOR**



EPÍGRAFE

**“La naturaleza es inagotablemente sostenible si cuidamos de ella.
Es nuestra responsabilidad universal pasar una tierra sana a las
futuras generaciones”**

Sylvia Dolson (2017). La naturaleza tiende al equilibrio siempre, y genera los recursos necesarios para asegurar su propia supervivencia (en conjunto) y la de todas las especies animales y vegetales, incluida a la especie humana.



DEDICATORIA

A mi padres y hermanos, por su apoyo incondicional y estar a mi lado en todo momento.

Mejores amigos, consejeros y enseñarme a ser mejor cada día.



AGRADECIMIENTO

A mi amada esposa, por sus consejos en la realización de este trabajo, dándome la fortaleza para salir adelante. A mis queridos hijos Gabriel y David, la luz de mi vida.



ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN.....1

OBJETIVOS3

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO4

1. Marco conceptual5

1.1. Importancia de la Planificación Ambiental5

1.2. Conceptos que incluye la Planificación Ambiental.....8

1.2.1. Perspectiva.....8

1.2.2. Posición8

1.2.3. Patrón.....8

1.2.4. Maniobras9

1.3. El Vínculo de la Planificación Ambiental con la Planificación Tradicional:.....9

1.4. El ámbito de acción de la Planificación Ambiental.....11

1.5. Impacto y contaminación de los ríos urbanos y el programa internacional de restauración de ríos y riberas12

1.5.1. PARIS, FRANCIA13

1.5.2. OTROS PROYECTOS EN MARCHA O EN DESARROLLO:14

1.6. Beneficios de volver a mirar los ríos15

1.6.1. Sociales.....15

1.6.2. Ambientales15

1.6.3. Económicos15

1.7. La restauración ecológica como herramienta actual para los ecosistemas deteriorados, degradados, alterados o fraccionados15

1.8. El Río Chili.....	19
1.9. Problemática Ambiental del Rio Chili	20
1.9.1. Aguas Residuales.....	22
1.9.2. Residuos Sólidos	27
1.9.3. Calidad del Aire.....	31
1.9.4. Monitoreo de Calidad del Agua.....	35
CAPÍTULO II METODOLOGÍA	44
1. Marco metodológico.....	45
1.1. Aspectos a considerar en la planificación de la restauración ecológica del Río Chili, sector urbano del Río Chili (Chilina-Tingo)	45
1.2. Restauración ecológica de ríos y riberas	46
1.2.1. El planeamiento de la restauración del rio y riberas del rio Chili incluirá las siguientes acciones:	47
1.3. Productos o resultados que se esperan aportar en la investigación	48
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
1. RESULTADOS	50
1.1. Resultados sobre los niveles imbricados en la planificación ambiental y la restauración ecológica del rio chili.....	50
1.1.1. Políticas Ambientales	50
1.1.1.1. Visión	50
1.1.2. PLAN NACIONAL DEL AMBIENTE	52
1.1.3. PROGRAMAS	52
1.1.4. PROYECTO	52
1.2. Resultados de la interfase o integración entre los modelos metodológicos para restauración de ríos y riberas	53

1.3. Esquema de Integración Metodológica Propuesta Para la Planificación de la Restauración Ecológica del Sector Urbano del Rio Chili (Chilina-Tingo) en Arequipa.....	54
1.4. Resultados de la Descripción de las Características de las Acciones (o Maniobras) de Planeación o Planificación Ambiental en el Tramo Urbano Del Rio Chili (Chilina-Tingo)	55
1.4.1. PERSPECTIVA:.....	56
1.4.2. POSICION:.....	56
1.4.3. PATRON:	56
1.4.4. PLAN:.....	56
1.4.5. MANIOBRAS:	56
CONCLUSIONES.....	60
RECOMENDACIONES	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Uso de agua superficial de la cuenca del Río Chili en 2009.....	21
Tabla 2 Análisis del agua del Río Chili.	21
Tabla 3 Fuentes contaminantes en cuenca Quilca Chili, 2010-2017.....	24
Tabla 4 Vertimientos y reúsos de agua residual tratada con Autorización vigente en cuenca Quilca Chili.	26
Tabla 5 Reúsos de agua residual tratada con Autorización vigente en cuenca Quilca Chili.....	27
Tabla 6 Ámbito geográfico de intervención en la provincia de Arequipa.....	29
Tabla 7 Resumen de generación de residuos en el ámbito de la provincia de Arequipa.....	29
Tabla 8 Resumen de generación de residuos sólidos en la provincia de Arequipa (2018-2021).	30
Tabla 9 Estándares de Calidad Ambiental para Aire / PM.....	32
Tabla 10 Resultados de la concentración promedio anual de PM _{2.5} (µ/m ³)	33
Tabla 11 Resultados de la concentración promedio anual de PM _{10.5} (µ/m ³)	34
Tabla 12 Evaluación de los Resultados. Unidad Hidrográfica Medio Quilca Vitor Chili (1325) Periodo de Avenida 2018	39
Tabla 13 Evaluación de los Resultados. Unidad Hidrográfica Medio Quilca Vitor Chili (1325) Periodo de Estiaje 2018	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de planeación ambiental	10
Figura 2. Esquema del Sistema de sub cuencas y sistema hidrográfico principal que conforman la cuenca Quilca – Chili.....	19
Figura 3. Efluentes descargados al Río Quilca - Vitor – Chili (m ³ /año)	23
Figura 4. Generación diaria de residuos sólidos (Ton/día).....	28
Figura 5. Red de monitoreo dentro del Ámbito - Cuenca Quilca Chili.....	36
Figura 6. Puntos de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial - Cuenca Quilca Chili	37
Figura 7. Esquema de aplicación metodológica	46
Figura 8. Desarrollo del proceso de restauración, como mecanismo capaz de facilitar la comunicación e interacción entre los órganos decisores, los grupos de apoyo y los equipos técnicos	47

RESUMEN

El proceso de **RESTAURACIÓN ECOLÓGICA** es un conjunto de etapas que, en forma deliberada, se efectúan para ayudar a los ecosistemas a regresar a una trayectoria histórica de desarrollo, de tal manera que aporten los servicios ecosistémicos de producción, regulación y significación.

Como primer paso del **proceso de planificación ambiental para la restauración ecológica**, se han definido los niveles imbricados que dan marco a todo el proceso a largo plazo (políticas, plan, programas y proyecto); se han integrado 7 aspectos de modelos metodológicos entre el proceso de restauración ecológica y el proceso de restauración hidrológica, considerando uno opcional u optativo referido a un control o piloto externo al sector urbano (Chilina -Tingo) del río Chili. Antes de proponer las “maniobras” (acciones o estrategias), se han definido los aspectos de relación de la restauración ecológica con la planificación estratégica (a largo plazo), considerando PERSPECTIVA, POSICION, PATRON Y PLAN, que son los que dan marco a las MANIOBRAS. Para el caso de las maniobras, se han propuesto 12 que abarcan los 7 aspectos de metodologías integradas (restauración ecológica y restauración hidrológica), considerando una opcional para el caso que se decida implementar un control o piloto del proceso total.

Este proceso de planificación permitirá ampliarlo en base a la participación de entidades públicas y privadas que conformen un grupo organizado de protección ambiental del río Chili, en el marco jurídico ambiental existente en el Perú.

Palabras clave: Planificación ambiental, Restauración ecológica, Restauración hidrológica, Modelo metodológico, Planificación estratégica.

ABSTRACT

The process of ECOLOGICAL RESTORATION is a set of stages that, in a deliberate way, are carried out to help ecosystems return to a historical trajectory of development, in such a way that they provide the ecosystem services of production, regulation and significance.

As a first step in the environmental planning process for ecological restoration, the imbricated levels that give framework to the entire long-term process (policies, plan, programs and project) have been defined; 7 aspects of methodological models have been integrated between the ecological restoration process and the hydrological restoration process, considering an optional or optional one referred to a control or pilot external to the urban sector (Chilina - Tingo) of the Chili River. Before proposing the "maneuvers" (actions or strategies), the aspects of relationship of ecological restoration with strategic planning (long term) have been defined, considering PERSPECTIVE, POSITION, PATTERN AND PLAN, which are the ones that give framework to the MANEUVERS. In the case of the maneuvers, 12 have been proposed that cover the 7 aspects of integrated methodologies (ecological restoration and hydrological restoration), considering an optional one in the event that it is decided to implement a control or pilot of the total process.

This planning process will allow it to be expanded based on the participation of public and private entities that make up an organized group for the environmental protection of the Chili River, within the existing environmental legal framework in Peru.

Keywords: Environmental planning, Ecological status, Hydrological restoration, Methodological model, Strategic planning.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación siendo eminentemente descriptiva enfoca los siguientes temas introductorios: La restauración ecológica es una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad. Con frecuencia, el ecosistema que requiere restauración se ha degradado, dañado, transformado o totalmente destruido como resultado directo o indirecto de las actividades del hombre. En algunos casos, estos impactos en los ecosistemas fueron causados o empeorados por causas naturales, tales como incendios, inundaciones, tormentas o erupciones volcánicas, hasta tal grado que el ecosistema no se puede restablecer por su cuenta al estado anterior a la alteración o a su trayectoria histórica de desarrollo. (Mejía, 2004)

“Desde la fundación de la ciudad de Arequipa, en épocas pasadas, el río Chili ha sido impactado por el desarrollo del ecosistema urbano perdiendo características estructurales y de funcionamiento que lo deben conformar como un verdadero corredor ecológico” (García-Murillo et al., 2007).

El funcionamiento en condiciones naturales de un **ecosistema dulceacuícola** supone el cumplimiento simultáneo de tres parámetros.

- Agua limpia, oxigenada y con nivel de sólidos en suspensión en cantidades naturales.
- Agua en cantidad suficiente para los procesos biológicos.
- Mayor variedad posible de hábitats diferentes.

Por eso los objetivos de la **restauración de ríos y riberas** debe estar centrados en:

- Mejora de hábitats fluviales.
- Reducción de aportes de nutrientes /sedimentos.
- Incremento de la calidad paisajística del sistema.
- Estabilización de subsistemas que tienen altas tasas de erosión, alteración, etc.
- Otros: Disminución de los efectos negativos de la contaminación de las aguas, aumento de los valores recreativos, etc. (Ramos & Orth, 2007)

Por eso, esta investigación se basa en los dos pilares de la gestión ambiental que son la **POLITICA AMBIENTAL Y LA PLANIFICACION AMBIENTAL**, que permiten diseñar o seleccionar estrategias para abordar los problemas de los ecosistemas, en este caso del impacto del ecosistema urbano en el sector entre Chilina - Tingo del rio Chili, cuyos resultados esperamos entregarlos a entidades a involucrarse en el proceso de RESTAURACION ECOLOGICA DEL RIO CHILI como la UNSA, la ANA, el GOBIERNO REGIONAL y los GOBIERNOS LOCALES, para su implementación futura. (Nielsen, 1995)



OBJETIVOS

1. Objetivo General

Identificar y describir los criterios o aspectos a considerar en el proceso futuro de restauración ecológica del río Chili (sector urbano de Chilina-Tingo).

2. Objetivos específicos

- a. Identificar los criterios o aspectos del proceso futuro de restauración ecológica del río Chili (sector urbano de Chilina-Tingo).
- b. Describir los criterios o aspectos o acciones del proceso futuro de restauración ecológica del río Chili (sector urbano de Chilina-Tingo).



CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO



1. Marco conceptual

1.1. Importancia de la Planificación Ambiental

La “**Planeación Ambiental del Territorio**”, ofrece una visión transversal del medio ambiente, frente a la racionalidad objetivista y objetivizadora del mismo; racionalidad que incluye al ambiente dentro del dominio que cree tener el hombre sobre las cosas y que no permite concebirlo como parte de un sistema, donde el ambiente determina el actuar del sujeto y la sociedad. Colombia en el siglo XXI, entró en un proceso amplio de modernización del territorio, buscando sacar al país del atraso generalizado en el que se encuentra; los Planes Nacionales de Desarrollo, desde la década de los 90 con la apertura económica, han apuntado a actualizar el país en temáticas de infraestructura vial, portuaria, aérea, habitacional, de saneamiento básico, de desarrollo energético etc. que le aseguren la competitividad frente al mercado internacional, lo que ha llevado a la aplicación por parte de los gobiernos de turno, de programas, planes y proyectos, donde las grandes obras de infraestructura marcan el horizonte de los mismos. La ausencia de una acertada articulación entre la planeación ambiental del territorio y los proyectos de infraestructura, ha llevado al país a asumir sobre costos en la ejecución y posterior entrada en funcionamiento de dichos proyectos y de igual forma, ha alterado los ecosistemas, exponiendo poblaciones enteras a problemáticas públicas que atentan contra el bienestar general que se enuncia como principio rector del actuar del Estado en la constitución política. Las ciudades, no se escapan a dicha realidad, pues la mayor parte de los centros poblados fueron construidos sin la adecuada articulación con el sistema ambiental, esto se puede evidenciar con los desastres naturales que las afectan, ejemplo de ello en Colombia: Mocoa, Manizales y los 385 municipios, que según el Departamento Geográfico de la Nacional están en riesgo de desastres, y los 12 departamentos (Risaralda, Antioquia, Huila, Córdoba, Sucre, Santander, Guajira, Bolívar, Caldas, Valle del Cauca, Nariño y Cundinamarca) que según medios de comunicación, se ven afectados por la ola invernal. La realidad por la que atraviesan los entes territoriales, puede evidenciarse con mayor fuerza, en la estructura de los POT, PBOT y EOT según corresponda al territorio, pues en estos, se ve la ausencia de la articulación de los mismos con la estructura ambiental que configura el entorno, ocasionando fuertes problemas que comprometen el bienestar y futuro de las poblaciones. La propuesta a la cual se orienta el desarrollo del

presente y del futuro, es el desarrollo sustentable ambientalmente y sostenible financieramente que sienta sus bases en la protección, cuidado y conservación del ecosistema; este modelo sirve a las ciudades como una herramienta básica en la adecuada planeación y planificación del territorio, al poner el medio ambiente como un sistemas supramunicipal que necesita la articulación de los planes de ordenamiento ambiental con los planes de ordenamiento territorial. (Monroy, 2017)

Los “problemas ambientales siempre han existido, pero la necesidad de estudiarlos en forma sistemática para determinar cursos de acción que asignen y distribuyan recursos y servicios ambientales de forma justa y eficiente entre usos que compiten entre sí, no se hizo patente hasta finales de los años 60s y principios de los 70s. Es entonces cuando el movimiento ambiental estaba en su cúspide, las crisis ambientales ocupaban los encabezados de los periódicos de muchos países, destacadas personalidades llamaban la atención del público sobre las amenazas inminentes del abuso ambiental no atendido, y muchos gobiernos federales se estaban embarcando en ambiciosos programas para poner bajo control la creciente degradación ambiental.” Es por esto que la planeación ambiental emergió como un área funcional dentro del campo más amplio de la planeación, y como una actividad desarrollada por individuos y organizaciones relacionados con problemas surgidos de la interfase sociedad-naturaleza, con el fin de crear cursos de acción para resolverlos. (Briassoulis, 1989)

En el caso de la planeación ambiental surge en el marco del paradigma del desarrollo sustentable, al cual se le incorporaron los acuerdos de la Agenda XXI, el Convenio sobre la Biodiversidad y el Convenio sobre el Cambio Climático, y se le propone como una estrategia normativa para regular la relación hombre-naturaleza. (Aguiluz et al., 2001)

De manera específica, la finalidad de la planeación ambiental es sintetizar la visión estratégica sobre la solución de los problemas ambientales de una región, con los anhelos y expectativas de la ciudadanía sobre el futuro ambiental que desean; y expresar esa síntesis no sólo en programas y proyectos específicos, sino en actitudes, valores y acciones cotidianas que permitan transitar hacia un modelo de desarrollo sustentable en la localidad. La planeación ha sido entendida de distintas formas, entre ellas como una actividad humana fundamental, como una herramienta que nos ayuda a considerar

posibles resultados antes de que nos comprometamos con un curso de acción específico Catanese & Zinder y como un proceso que precede y preside la acción. (Matus, 1992)

“Cuando se aplica al ambiente, la planeación se relaciona con el problema de reconciliar el funcionamiento ambiental con los intereses de múltiples actores sociales” (Chávez, 2009).

La planeación o planificación ambiental es un campo de estudio relativamente nuevo con raíces en la planeación urbana y el ambientalismo. Como campo de estudio puede definirse como la aplicación del proceso de planeación a la conservación y desarrollo de los recursos biofísicos en el marco de la sustentabilidad o sostenibilidad. (Dávila, 2002)

Debido a su importante papel de asistir a la comunidad en la toma de decisiones sobre los usos de suelo y las actividades sociales y económicas relacionadas, su meta fundamental es aproximarse a un balance, entre el uso productivo de los recursos naturales y el mantenimiento de las funciones ecológicas, cuando se le asignan funciones de aprovechamiento, recreativas, de conservación, etc. a un espacio. Por esta razón, **la planeación ambiental es vista como una modalidad de la planeación estratégica**, que conlleva un proceso de toma de decisiones en donde los aspectos relacionados con la conservación de la naturaleza son prioritarios, dan dirección al diseño de propuestas y generan tanto políticas públicas como sistemas de evaluación para la protección del ambiente. (Antonio, 2020)



1.2. Conceptos que incluye la Planificación Ambiental

“En este mismo orden de ideas, la planeación ambiental comparte con la planeación estratégica los conceptos de perspectiva, posición, patrón, plan y maniobra” (Monroy, 2017).

1.2.1. Perspectiva

Desde el punto de vista de la perspectiva, la planeación ambiental considera la sustentabilidad como una gran visión, como una manera fundamental de hacer las cosas. De esta manera, la sustentabilidad actúa como marco de referencia para explicar y entender el mundo y para plantear metas” durante el proceso de planeación. (Monroy, 2017)

1.2.2. Posición

En el caso de la posición, la planeación ambiental busca y defiende la sustentabilidad como un prerrequisito para la planeación del desarrollo económico. En este sentido, ubica a la sustentabilidad como una posición única y valiosa en la búsqueda de nuevas alternativas de desarrollo, ya que implica atender a un conjunto diferente de significados y actividades encaminadas a crear futuros deseados que permitan la participación y el sentido de pertenencia” de los diferentes actores sociales. (Agramont, 2015)

1.2.3. Patrón

Al hablar de patrón, es decir la consistencia en una conducta sobre el tiempo, la planeación ambiental busca mantener y mejorar las estrategias ya probadas como exitosas en la conservación del medioambiente, así como promover la coordinación entre ellas. Haciendo referencia al concepto de plano, su equivalente, este tipo de planeación se enfoca en el diseño de documentos base que den una dirección, que marquen una guía o curso de acción, que den énfasis a la protección del ambiente, de los recursos naturales en el largo plazo (sustentabilidad ambiental), así como la forma de cubrir las necesidades y aspiraciones de la presente generación y de las futuras (sustentabilidad socioeconómica). En resumen, busca fijar rumbos o caminos para hacer transitar una región,” cohesivamente, hacia la sustentabilidad. (Monroy, 2017)

1.2.4. Maniobras

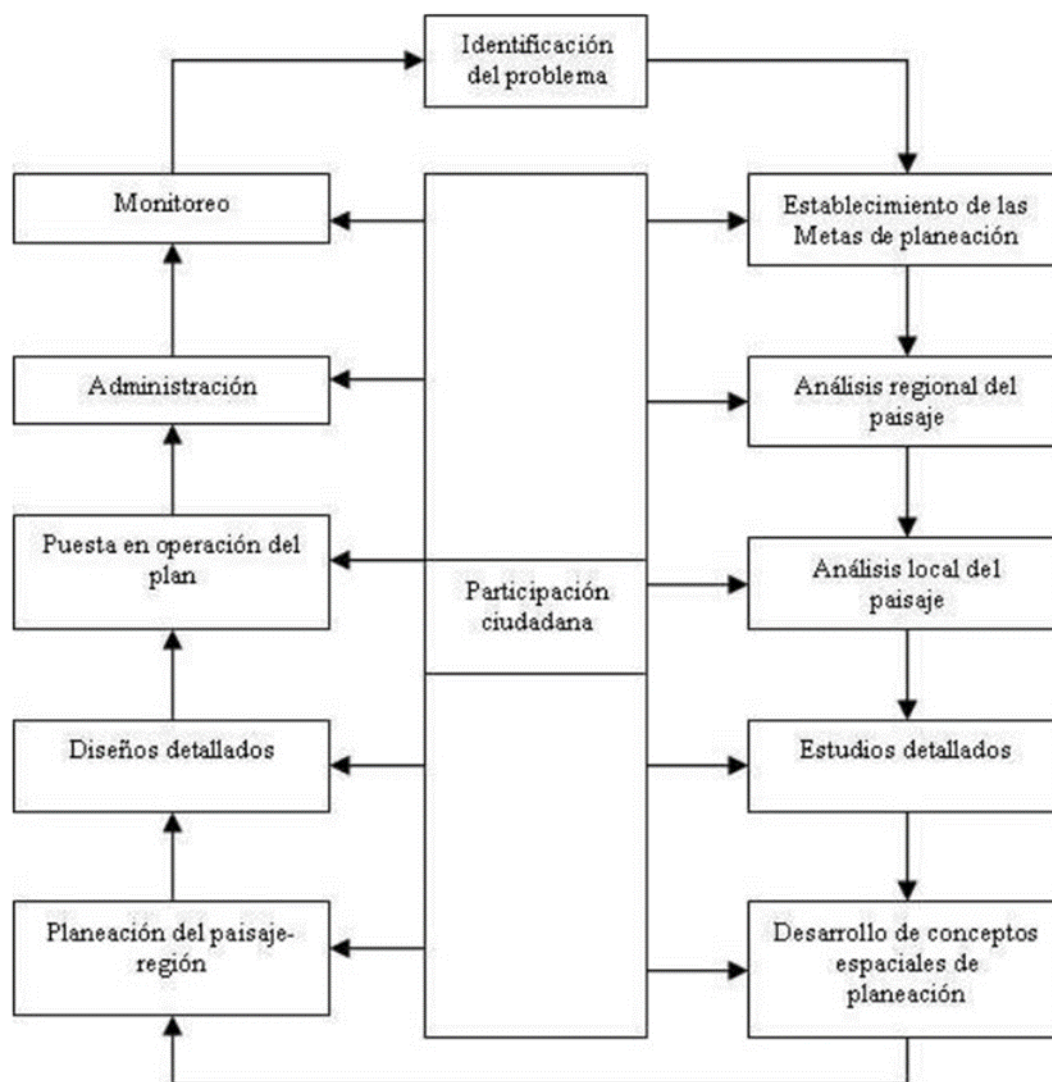
Finalmente, vista la planeación ambiental como conjunto de maniobras, ésta busca articular acciones para lograr el desarrollo en armonía con la conservación de la naturaleza, haciendo uso de cuatro tipos de estrategias denominadas por Ahern 1995 como: MANIOBRA DE PROTECCION (p.e. la declaratoria de las Áreas Naturales Protegidas), MANIOBRA DEFENSIVA (p.e. el programa de verificación vehicular), MANIOBRA OFENSIVA (p.e. el desarrollo de Unidades de Manejo Ambiental) y MANIOBRA OPORTUNISTA” (cualquiera de las anteriores, dependiendo de las oportunidades de aplicación). (Monroy, 2017)

1.3. El Vínculo de la Planificación Ambiental con la Planificación Tradicional:

En lo particular, “la vinculación de los aspectos ambientales al problema de planeación, complementa las etapas del proceso tradicional que empieza cuando las metas y objetivos son establecidas por los expertos, la información es analizada y las alternativas comparadas, y culmina cuando un curso de acción es seleccionado por los tomadores de decisiones. Con la inclusión de la dimensión ambiental, el modelo típico de planeación puede reformularse, por ejemplo, como aparece en la Figura 1. (Monroy, 2017)



Figura 1.
Modelo de planeación ambiental



Fuente: Lein, (2003).

Así, el proceso de planeación se amplía a un conjunto de procedimientos, para analizar tanto los sistemas biofísicos como socioculturales de un lugar, para revelar donde se pueden poner en práctica objetivos específicos de desarrollo con un mínimo de consecuencias ambientales. Asimismo, a diferencia del proceso de planeación tradicional, adquiere un carácter interactivo, iterativo, flexible y dinámico apoyado fuertemente en la participación de los actores sociales, características que son propias de la visión de la sustentabilidad” que le da marco. (Agramont, 2015)

1.4. El ámbito de acción de la Planificación Ambiental

El “ámbito de acción de la planeación ambiental es la construcción de propuestas que armonicen el desarrollo económico con la conservación de la naturaleza. Es decir, el enfoque ambiental de la planeación busca explorar alternativas de crecimiento económico que sean socialmente y ambientalmente sustentables. (Monroy, 2017)

Siguiendo a Brandes et al, planear hacia la sustentabilidad significa liberar potenciales innovadores, para la transformación social y económica en armonía con la conservación de la naturaleza. Además, promover que la sociedad cree nuevas formas de desarrollo justo que apoyen una mejor calidad de vida, ahora y en el futuro. En este sentido, los enfoques de planeación orientados a problemáticas ambientales son vistos como clave, tanto para entender mejor como para crear redefiniciones novedosas de los problemas y soluciones que sean capaces de sostener el funcionamiento de los sistemas socio ecológicos. (Brandes et al, 2005)

En consecuencia, los planificadores ambientales son los encargados de salvaguardar los recursos amenazados, mejorar los sitios degradados, crear nuevos bienes ecológicos y conservar los servicios ambientales. Desde la perspectiva de la mediación y negociación, deben hacerse cargo de lograr el manejo integrado de los recursos naturales. Siguiendo este mismo orden de ideas, el planificador ambiental actúa sobre el binomio conservación-desarrollo en dos niveles: A nivel estratégico, desarrollando planes y políticas integrales para anticipar y alejar amenazas potenciales a la conservación de la naturaleza. Y, a nivel de sitio, controlando el desarrollo para proteger el hábitat de la vida silvestre y sus características físicas, apoyándose en distintas estrategias. Por ejemplo, las estrategias de protección se aplican para salvaguardar aquellas estructuras del paisaje-región que dan soporte a procesos ecológicos esenciales. Su propósito es protegerlas de los cambios que sufren las áreas que los rodean y, para lograrlo, se aplican medidas de ordenamiento territorial, medidas de regulación, compra de terrenos, etc. Las estrategias defensivas o de carácter reactivo, se aplican ante situaciones en donde hay que contrarrestar procesos de fragmentación del paisaje —en donde un área clave del paisaje está aislada—, o bien procesos de contaminación ambiental. Aquí aplican medidas como el establecimiento de barreras físicas, que impiden que actividades como la ganadería o

el crecimiento urbano sigan avanzando. En extensiones muy amplias, se definen con precisión límites de las áreas que se deciden someter bajo protección y se establecen medidas regulatorias en términos de normas y sanciones. Esto último, aplica también para el caso de la contaminación y se complementa con medidas como la instalación de plantas de tratamiento. Las estrategias ofensivas o de carácter propositivo, se basan en la visión de una posible configuración del paisaje articulada, entendida y aceptada como meta. Esta estrategia se apoya en una planeación completa, restauración ecológica y un financiamiento significativo. En el caso de las estrategias oportunistas, estas implican el reconocimiento de oportunidades especiales y su integración en cualquiera de las otras estrategias de planeación. Dependen de la presencia de elementos espaciales en el paisaje que favorecen las propuestas. (Selman, 1992)

1.5. Impacto y contaminación de los ríos urbanos y el programa internacional de restauración de ríos y riberas

La “modernidad, el proceso de industrialización, hicieron que lentamente los pueblos, y en el caso particular las ciudades, se desconectarán de sus ríos, de sus cuerpos de agua. Ellos terminaron siendo contaminados, relegados, olvidados. Les dieron la espalda. En los últimos años y ante el inocultable deterioro ambiental, varias metrópolis han puesto de nuevo la mirada en sus ríos como ejes integradores de desarrollo, para ser más resilientes” y sostenibles. Es claro que “aunque estos proyectos son muy ambiciosos para las ciudades, debido a que requieren mucho presupuesto y tiempo para su implementación, es posible lograrlos con una planificación pública adecuada, la participación de la ciudadanía, la voluntad política y la colaboración del sector privado” en la región. En las últimas dos décadas “Asia, Europa y Latinoamérica, han materializado planes de alto impacto en los que se busca que los ríos hagan parte importante de la planificación de la ciudad y que, alrededor de estos, se generen espacios con usos deportivos, culturales y gastronómicos que activen a estos corredores y hagan que la ciudadanía los integre en su vida diaria. Hay en la Network una mirada a estos ejemplos” globales. Quizá “uno de los casos de mayor éxito sea el de la regeneración del río Cheonggyecheon en Seúl, Corea del Sur, el cual estaba sepultado bajo una gran autopista que ya no era rentable para la ciudad, porque su mantenimiento tenía un costo altísimo y su estructura no permitía el tránsito de grandes vehículos. En 1999, la Alcaldía

de la ciudad comenzó a demoler la gran vía para darle paso a un parque de 400 hectáreas que tuviera como centro el río con sus aguas debidamente tratadas y purificadas. Finalizado el proyecto, Seúl se precia de experimentar un crecimiento en la biodiversidad del 639% en el área; una reducción del efecto de isla de calor entre 3,3 y 5,9 grados Celsius; una disminución de un 35% en la contaminación; un incremento en el uso de transporte público en un 15,1% respecto a los buses y en un 3,3% para el metro; y un aumento del valor inmobiliario” entre el 30% y el 50%. (Agramont, 2015)

Un “caso de éxito, en Europa, fue la restauración y la creación de un parque lineal aledaño al río Nervión en Bilbao, España, lo que logró reactivar el empleo en la ciudad tras 15 años en crisis, debido a que atrajo diversas empresas, actividades económicas e hizo de la ciudad un lugar en el que las personas querían vivir. Frente a este tipo de proyectos, Ibon Areso Mendiguren, alcalde de Bilbao, afirma que si una ciudad quiere ser inteligente lo primero que debe hacer es aprovechar sus recursos” y no dilapidarlos. En “el contexto de Suramérica, una experiencia significativa es el proyecto Malecón 2000 en la ciudad de Guayaquil, en Ecuador. El malecón sobre el río Guayas era un espacio portuario abandonado y degradado, con unos elevados índices de violencia hasta la década de 1990. Tras una regeneración urbanística, se ha convertido en una de las zonas más visitadas del Ecuador por los locales” y los turistas. (Escobar, 2002)

1.5.1. PARIS, FRANCIA

“En París hemos peatonalizado las orillas de la margen derecha del Sena como parte de nuestros planes para transformar la ciudad en beneficio de peatones y ciclistas, ha explicado la alcaldesa de París, Anne Hidalgo” (Agramont, 2015).

1.5.2. OTROS PROYECTOS EN MARCHA O EN DESARROLLO:

Medellín: Inició en 2015 las obras de Parques del Río a lo largo de los 20 km del principal cuerpo de agua de la ciudad. El actual gobierno local no quiso dar continuidad al proyecto.

Dallas: Pretende hacer todo un conjunto de parques en la ribera del río Trinity. Su tamaño será 10 veces más grande que el Central Park de Nueva York.

Moscú: Hizo un concurso internacional, para los diseños de intervención de 10 mil hectáreas en torno al río Moscova y recuperarlo como un nuevo espacio público, con un parque lineal y que mejore la conectividad en la ciudad.

Los Ángeles: En una alianza entre el gobierno local y colectivos ciudadanos, aspira a recuperar el principal río de la ciudad, gracias a un proyecto liderado por el arquitecto Frank Gehry.

Bogotá: Quiere recuperar ambientalmente su río y, luego, poder desarrollar malecones y espacios públicos nuevos en su ribera. Ciudad Río se llama este proyecto de largo aliento.

Montería: Es hoy una de las 10 ciudades más sostenibles del mundo. La recuperación del río Sinú y la generación de nuevo espacio público ha sido factor clave, para que esta ciudad colombiana reciba ese reconocimiento global. Hoy desarrollan la segunda etapa de este proyecto. (Agramont, 2015)



1.6. Beneficios de volver a mirar los ríos

1.6.1. Sociales

“Recuperar los ríos promueve la cohesión de las comunidades, las cuales cuentan con nuevos espacios públicos de calidad para el encuentro. Incluso, si los ciudadanos logran apropiarse de estos espacios aumentará la seguridad y se reducirá drásticamente la violencia” (Agramont, 2015).

1.6.2. Ambientales

“La restitución del hábitat fluvial contribuye al control de la temperatura, mejora la calidad del aire y ayuda a evitar inundaciones” (Agramont, 2015).

1.6.3. Económicos

Intervenciones de este tipo mejoran la salud pública –lo que reduce el presupuesto dedicado a ello–, eleva el valor inmobiliario de las propiedades que están en el área de influencia y fomentan el desarrollo comercial en la zona. Debido a que los corredores fluviales urbanos suelen estar en el centro de las ciudades, estas iniciativas son susceptibles de atraer mucha inversión privada. (Agramont, 2015)

1.7. La restauración ecológica como herramienta actual para los ecosistemas deteriorados, degradados, alterados o fraccionados

La “restauración trata de retornar un ecosistema a su trayectoria histórica. Por lo tanto, las condiciones históricas son el punto de partida ideal para diseñar la restauración. El ecosistema restaurado puede no recuperar su condición anterior debido a limitaciones y condiciones actuales que pueden orientar su desarrollo por una trayectoria diferente. La trayectoria histórica de un ecosistema gravemente impactado puede ser difícil o imposible de determinar con exactitud. No obstante, la dirección general y los límites de esa trayectoria se pueden establecer a través de una combinación de conocimientos sobre la estructura, composición y funcionamiento preexistentes del eco-sistema dañado, de estudios de ecosistemas intactos comparables, información sobre condiciones ambientales de la región y análisis de otras informaciones ecológicas, culturales e históricas del ecosistema de referencia. Esta combinación de fuentes permite trazar la

trayectoria histórica o condiciones de referencia a partir de los datos ecológicos iniciales” y con ayuda de modelos predictivos. (Agramont, 2015)

La “emulación de este proceso, durante la restauración, deberá ayudar a guiar al ecosistema hacia una mejor salud e integridad. La restauración representa un compromiso de tierras y recursos a un largo plazo indefinido, de tal forma que la propuesta de restaurar un ecosistema requiere una deliberación cuidadosa. Las decisiones colectivas tienen más probabilidad de ser acatadas y ejecutadas que aquellas tomadas unilateralmente. Por lo tanto, es de conveniencia para todos los participantes to-mar por consenso la decisión de iniciar un proyecto de restauración. Una vez que se toma la decisión de restaurar, el proyecto requiere una planificación cuidadosa y sistemática y un plan de seguimiento dirigido al restablecimiento del ecosistema. La necesidad de planificación es aún mayor cuando la unidad a ser restaurada es un paisaje complejo de ecosistemas contiguos. Las intervenciones que se emplean en la restauración varían mucho de un proyecto a otro, dependiendo de la extensión y la duración de las perturbaciones pasadas, de las condiciones culturales que han transformado el paisaje y de las oportunidades y limitaciones actuales. En la más simple de las circunstancias, la restauración implica eliminar o modificar una alteración específica, para permitir que los procesos ecológicos se recuperen por sí solos. Por ejemplo, la remoción de un dique o represa permite el retorno de un régimen histórico de inundaciones. En circunstancias más complejas, la restauración también podría requerir de la reintroducción intencional de especies autóctonas que se habían perdido y de la eliminación o control, hasta donde sea posible, de especies exóticas invasoras y dañinas. Con frecuencia, la degradación o transformación de un ecosistema tiene orígenes múltiples y prolongados de forma que desaparecen los constituyentes históricos de un ecosistema. A veces, la restauración ecológica se logra con actividades culturales y procesos ecológicos recíprocos, inclusive la salud de los cultivos se mide por medio de indicadores” de sostenibilidad. (Sociedad para la Restauración Ecológica, 2004)

En todos estos casos, “sin embargo, la restauración ecológica busca iniciar o facilitar la reanudación de estos procesos, los cuales retornarán el ecosistema a la trayectoria deseada. Cuando se logra la trayectoria deseada, es posible que el ecosistema manipulado ya no requiera de más ayuda externa para asegurar su salud e integridad futuras, en cuyo

caso se puede dar por terminada la restauración. No obstante, el ecosistema restaurado muchas veces requiere un manejo constante para contrarrestar la invasión de especies oportunistas, los impactos de varias actividades humanas, el cambio climático y otros acontecimientos imprevisibles. En ese aspecto, un ecosistema restaurado no se diferencia de un ecosistema saludable del mismo tipo, puesto que ambos probablemente requerirán algún nivel de manejo. Aunque la restauración de un ecosistema y el manejo del mismo son parte de un continuo y con frecuencia, emplean tipos de intervención similares, la restauración ecológica tiene como meta ayudar o iniciar la recuperación, mientras que el manejo del ecosistema tiene la intención de garantizar el bienestar constante del ecosistema restaurado de ahí en adelante. En algunos ecosistemas, especialmente en países en vías de desarrollo, todavía se utilizan métodos culturales tradicionales sostenibles. En estos ecosistemas culturales existe una reciprocidad entre las actividades culturales y los procesos ecológicos, de modo que las acciones humanas refuerzan la salud y sostenibilidad del ecosistema. Muchos ecosistemas culturales han sufrido debido al crecimiento demográfico y varios tipos de presiones externas y ahora necesitan ser restaurados. La restauración de dichos ecosistemas normalmente incluye la recuperación concomitante de prácticas autóctonas de manejo ecológico, incluyendo el apoyo para la supervivencia cultural de los pueblos indígenas y de sus idiomas como bibliotecas vivientes del conocimiento ecológico tradicional. La restauración ecológica fomenta, y quizás hasta depende de, la participación a largo plazo de la población local. En la actualidad, las condiciones culturales de las culturas tradicionales están pasando por cambios sin precedentes a escala mundial. Para acomodar este cambio, la restauración ecológica puede aceptar y quizás hasta fomentar, nuevas prácticas sostenibles y culturalmente apropiadas que tomen en cuenta las condiciones y limitaciones contemporáneas. En este respecto, el enfoque norteamericano sobre la restauración de paisajes prístinos no tiene mucho sentido en lugares como Europa, donde los paisajes culturales son la norma, o en gran parte de África, Asia o Latinoamérica, donde la restauración ecológica es indefensible a menos que manifiestamente fortalezca la base ecológica de la supervivencia humana. Lo que hace más inspiradora a la restauración ecológica es que las prácticas culturales y los procesos ecológicos pueden reforzarse mutuamente. Por lo tanto, no es sorprendente que el interés en la restauración ecológica

esté creciendo rápidamente en todo el mundo y que, en muchos casos, nos basemos en creencias y prácticas culturales para ayudar a determinar y formar aquello que se hace bajo la rúbrica de restauración.” La definición que se presenta en la próxima página, la que SER International endosa oficialmente, es lo suficientemente generalizada como para permitir una amplia variedad de aproximaciones a la restauración, mientras da importancia a la idea, históricamente rica, de la recuperación. (Blanco, 2016)



1.9. Problemática Ambiental del Río Chili

Arequipa, conocida como la Ciudad Blanca, está ubicada al sur del Perú, parte en la costa y parte en la sierra, y cuenta con más de 725 838 habitantes. La campiña arequipeña, entorno natural que rodea la ciudad, provee a esta de los recursos agrícolas. Las aguas del río Chili, que divide la ciudad de norte a sur, son el recurso hídrico más importante. Sin embargo, visto que sirve para el consumo humano, los regadíos y la generación de electricidad, las aguas del río Chili vienen sufriendo la contaminación de sus aguas por los residuos domésticos y químicos curtiembres, textiles, etc. (Fernández, 2004)

A continuación, se presentan dos tablas, uno sobre el uso de agua superficial del río Chili, lo que indica un bien (materia prima de recursos hídricos) y otro de análisis de calidad de agua del río Chili, que enfoca algunos de estos problemas ambientales que repercuten en la estructura y funcionamiento del ecosistema hídrico del río Chili. Podemos incluir un listado breve de problemas ambientales que afectan el río Chili:

- Pérdida de cauce, tanto en fondo como en las riberas.
- Pérdida de monte ribereño.
- Encauzamiento por piedras y cemento.
- Introducción de especies de flora exótica.
- Introducción de especies de fauna exótica (trucha).
- Pérdida de eslabones iniciales de cadenas alimenticias.
- Ingreso de residuos sólidos.
- Ingreso de efluentes de diversa índole.
- Áreas de lavado de ropa en riberas.
- Pérdida de conexión con senderos pecuarios. (Dávila, 2000)

Tabla 1
Uso de agua superficial de la cuenca del Río Chili en 2009.

Uso de agua superficial de la cuenca del Río Chili en 2009	
Uso	Cantidad en metros cúbicos
Hydroenergético (No consuntivo).	2 240 millones 632 mil 800
Agrícola.	439 millones 210 mil
Población.	56 millones 346 mil 534
Minero.	46 millones 276 mil 240
Industrial.	4 millones 314 mil 102
Otros usos.	186 mil 216

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, (2009).
Tabla 2
Análisis del agua del Río Chili.

Análisis del agua del Río Chili		
Ubicación	Coliformes totales Límite: 1000 NMP/100 ml	Coliformes fecales Límite: 5000 NMP/100 ml
Ingreso a la Represa de Aguada Blanca.	2.0 NMP/100 ml	< 1.80 NMP/100 ml
Charcani II Santuario (Río).	70 NMP/100 ml	33 NMP/100 ml
Puente Bajo Grau (Río).	79 000 NMP/100 ml	790 NMP/100 ml
Puente Tingo (Río)	23 000 NMP/100 ml	790 NMP/100 ml
Puente Tiabaya (Río).	> 16 000 000 NMP/100 ml	5 400 000 NMP/100 ml
Puente Uchumayo (Río).	1 300 000 NMP/100 ml	230 000 NMP/100 ml

Fuente: Ministerio del Ambiente, (2009).

“En la publicación: Identificación y Sistematización de Fuentes de contaminación en la Cuenca del río Quilca–Vitor–Chili Ministerio del Ambiente 2009, se mencionan datos muy importantes” (Ministerio del Ambiente, 2009).

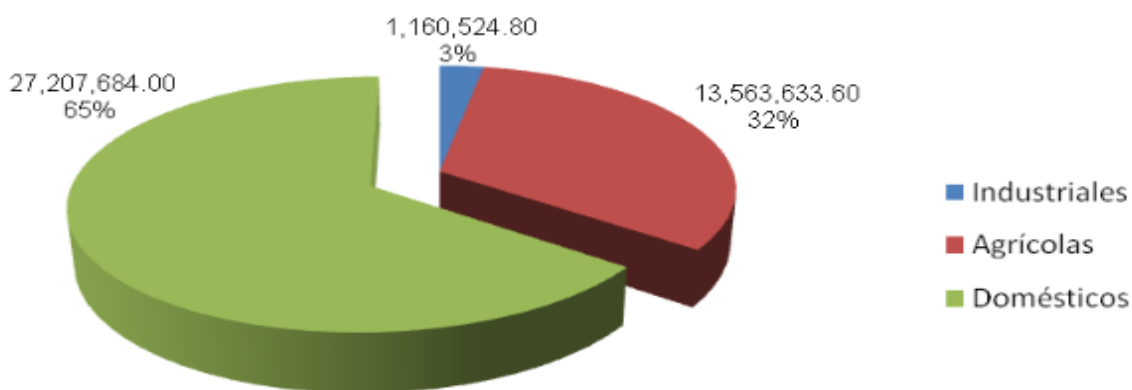
El “río Chili nace en las alturas de Arequipa, como unión de los ríos Sumbay y Blanco, y según su avance cambia con los aportes de tributarios al río Vítor (sector de Uchumayo) y finalmente desemboca en el Océano Pacífico como el río Quilca. Su caudal presenta una variación desde 5 m³/s hasta los 24 m³/s, aunque gracias a la infraestructura hidráulica existente, se ha incrementado el caudal mínimo durante la temporada de estiaje hasta los 12 m³/s en los últimos años¹. **Se presenta un resumen de los datos generales correspondientes a la cuenca del río Quilca–Vítor–Chili: 45 fuentes puntuales de vertimientos al cuerpo receptor distribuidos: 09 descargas de tipo industrial**, ocho de las cuales aportan con 36,8 Litros por segundo (L/s), equivalentes a 1 160 524,80 metros cúbicos por año (m³/año), mientras que una no se pudo medir. **10 descargas de tipo agrícola**, en ocho de las cuales se midió 430,1 L/s (13 563 633,60 m³/año) y las otras dos no presentaban flujos. **26 descargas de efluentes domésticos**, de las cuales 14 (incluyendo los mayores vertimientos) aportan con 862,75 L/s (27 207 684,00 m³/año), mientras que cuatro no se pudieron medir y ocho no presentaron flujo. **10 botaderos de residuos sólidos**, generando 559,00 Ton/día y 204 035 Ton/año. **Se evidencian dos pasivos ambientales de origen minero**, aunque en una subcuenca que no aporta al río Chili (en el distrito de Yarabamba, hacia la localidad de Cerro Negro y Cerro Verde). **Identificación de tres fuentes de emisiones atmosféricas de origen antropogénico** (Parque Industrial, Cementos Yura y Parque automotor), además de fuentes naturales. **Identificación de un único sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas para la red pública**, operando en buenas condiciones, aunque sometido a sobrecargas de flujo y aportes orgánicos excesivos, entre otros.” Existen también dos sistemas menores puntuales particulares. (Dávila, 2000)

1.9.1. Aguas Residuales

Durante los trabajos de campo se han identificado 45 fuentes puntuales de vertimientos, 03 de los cuales se ubican en la subcuenca del río Quilca, 07 se ubican en el tramo de la subcuenca del río Vítor (sector Uchumayo) y 35 pertenecen a la subcuenca del río Chili. **Las tres descargas en el río Quilca son de tipo agrícola y vierten aproximadamente 400 L/s**, equivalentes a 12 614 400,00 m³/año. **En el río Vítor las cuatro descargas agrícolas suman 30 L/s** (946 080,00 m³/año) y dos de las tres descargas domésticas suman 1,5 L/s (47 304,00 m³/año), la tercera no se

pudo medir. Para el caso del río Chili, las 35 descargas se distribuyen de la siguiente manera: 09 descargas de tipo industrial, ocho de las cuales aportan con 36,8 L/s (1 160 524,80 m³/año), mientras que una no se pudo medir. 03 descargas de tipo agrícola, en una de las cuales se midió 0,1 L/s (equivalente a 3 153,60 m³/año) y las otras dos no presentaban flujos. 23 descargas de efluentes domésticos, de las cuales 12 (incluyendo los mayores vertimientos) aportan con 861,25 L/s (27 160 380,00 m³/año), tres no se pudieron medir y ocho no presentaron flujo. La descarga total, registrada mediante mediciones puntuales en cada descarga es de 1 329,65 L/s (41 931 842,40 m³/año). (Dávila, 2000)

Figura 3.

Efluentes descargados al Río Quilca - Vitor – Chili (m³/año)


Fuente: Ministerio del Ambiente, (2009)

La Municipalidad Provincial de Arequipa reconoce un total estimado de descarga de efluentes de 1 500 L/s, en tanto que la Autoridad Regional Ambiental de Arequipa (ARMA) reporta hasta 1 540 L/s de volumen total de descarga. El único sistema de tratamiento existente, para los efluentes de la red pública corresponde a SEDAPAR, para la planta de Chilpinilla, para un caudal promedio tratado de 200 L/s (es decir, aproximadamente el 13,3% del total de los efluentes que llegan al río). Se identificó la existencia de dos pequeños sistemas particulares, para el tratamiento de efluentes domésticos. (Ministerio del Ambiente, 2009)

A continuación, se presenta un resumen de las fuentes contaminantes registradas en la Cuenca Quilca Chili, considerando informes del periodo 2010 al 2017: Informe Técnico N° 201-2011-ANA-DGCRH-IGVCH-MPC, Informe Técnico N° 002-2012-PMGRH-CUENCA CHILI /LGEQ-AAA I CO - SDGCRH/MPPC, Informe N° 055 -2013-ANA-AAA.CO/ALA-CH-ECA/JCM, Informe Técnico N° 004-2014-PMGRH-CUENCA CHILI/LGEQ, Informe Técnico N° 654-2016-ANA-AAA.CO-ALA.CSCH, Informe Técnico N° 020-2017-ANA-AAACO-ALA.CSCH-AA/FADM, Informe Técnico N° 029-2017-ANA-AAACO-ALA.CSCH-AA/FADM. (Autoridad Nacional del Agua, 2018)

Tabla 3

Fuentes contaminantes en cuenca Quilca Chili, 2010-2017.

Tipo de fuente contaminante	2010	2012	2014	2016	2017
Vertimiento de agua residual doméstico		1	8	9	8
Vertimiento de agua residual municipal	23	19	38		38
Vertimiento de agua residual industrial	4	5	7	6	6
Vertimiento de agua residual agrícola	2	5	20	6	6
Vertimiento de agua residual minero				1	1
Vertimiento de agua residual recreativo		3	3		3
Botadero de residuos sólidos	9	8	56		
Pasivo minero			59		

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, (2018).

Cabello & Valdivia (2022), mencionan que según el Sistema Nacional de Información Ambiental (MINAM, 2020), el volumen anual de “vertimiento de aguas residuales industriales autorizadas” en la región Arequipa, aumentó de 12 millones de m³ (año 2017) a 46 millones de m³ (año 2019), en gran medida por el crecimiento industrial. En cuanto a las aguas residuales tratadas por las Empresas Prestadoras de

Servicio - EPS, al reducirse la contaminación ambiental permiten su reutilización para el riego, entre otras actividades. El año 2018 el volumen de aguas tratadas fue de 93.99 %.

Tratamiento y reúso de las aguas residuales

La inadecuada gestión de las aguas residuales constituye un riesgo importante para la salud pública, calidad de vida y medio ambiente, por tanto, resulta imperativo introducir nuevos enfoques sobre el tratamiento de las aguas residuales en el contexto de la gestión integral del recurso hídrico, la recuperación de nutrientes, como también la generación de energía. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017)

En el Perú, la cobertura de **Tratamiento de aguas residuales (TAR)** es baja, incrementarla, requiere la construcción de un gran número de **Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)** de menor tamaño, para ciudades medianas y pequeñas, pero a mayores costos unitarios.

Las PTAR existentes tienen problemas técnicos, operativos y de mantenimiento; al igual que las EPS, no tienen financiamiento adecuado y son deficientes en desempeño. La legislación actual es inconsistente y en algunos casos inadecuada o incompleta. No existe una promoción adecuada del uso potencial, para generar energía eléctrica utilizando biogás de procesos de tratamientos anaeróbicos, el uso de nutrientes en los barros (biosólidos) y el reúso del agua tratada. Por otro lado, el control de las descargas industriales y de los costos por tratamiento es limitado o inexistente, lo cual es excesivo para las PTAR municipales, que asumen el costo de dicho tratamiento.

La cobertura de TAR creció entre el inicio de 2013 y fines de 2015 (llegó a 71.8%), en el sector urbano del país, como resultado de la construcción de las dos grandes PTAR de Lima: Taboada y La Chira, que juntas tienen una capacidad nominal de servir una población de 7.2 millones de habitantes.

Nueva legislación, fuertes inversiones, incorporación de participación privada (las PTAR La Chira, Taboada, Enlozada (Arequipa), por ejemplo, son avances. En la PTAR Enlozada, con inversión, operación y mantenimiento a cargo de la empresa minera Cerro Verde, se trata y reusa una proporción importante del agua residual de Arequipa, contribuyendo al saneamiento del Río Chili. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017)

Tabla 4

Vertimientos y reusos de agua residual tratada con Autorización vigente en cuenca Quilca Chili.

Empresa	Unidad operativa/proyecto	Provincia /Distrito	ALA	Sector	Resolución Directoral
SEDAPAR S.A.	Planta de tratamiento de aguas residuales “La Enlozada”	Arequipa/ Uchumayo	Chili	Saneamiento	N°169-2016-ANA-DGCRH
Empresa de Generación Eléctrica Arequipa S.A. (EGASA)	Central Térmica Chilina	Arequipa/ Arequipa	Chili	Energía	N°149-2016-ANA-DGCRH
EPS SEDAPAR S.A.	Planta de tratamiento de aguas residuales sector Cono Norte	Arequipa/ Arequipa	Chili	Saneamiento	N°151-2017-ANA-DGCRH

Fuente: Base de RAVR. Autoridad Nacional del Agua, (2018).



Tabla 5
Reúsos de agua residual tratada con Autorización vigente en cuenca Quilca Chili.

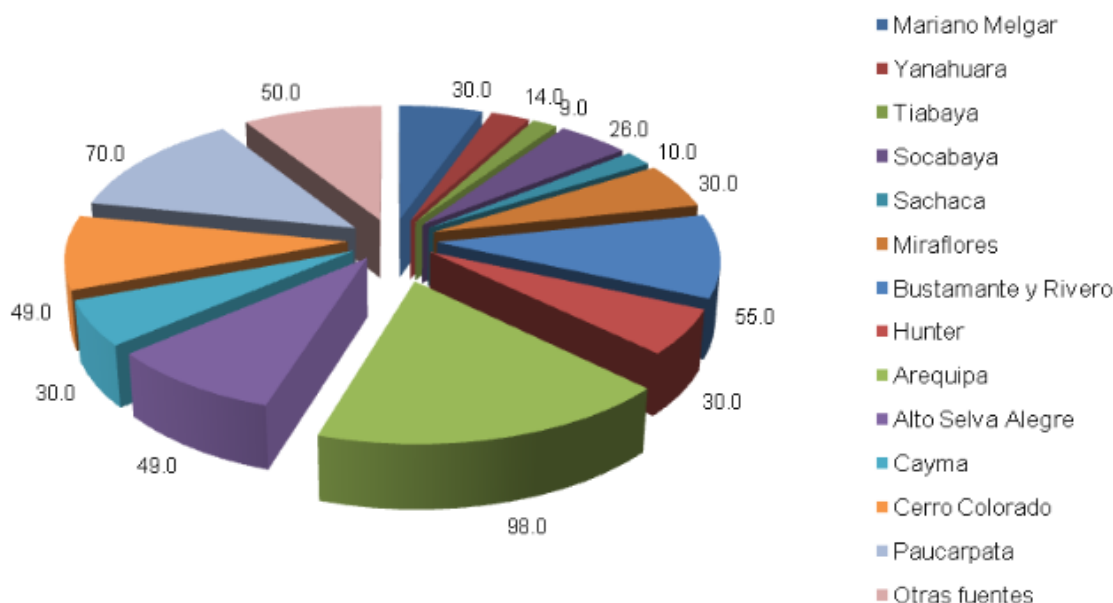
Empresa	Unidad operativa/proyecto	Provincia /Distrito	ALA	Sector	Resolución Directoral
Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.	Proyecto Expansión de la Unidad de Producción Cerro Verde	Arequipa/Uchumayo	Chili	Minería	N° 611-2013-ANA/AAA I C-O
Empresa Yura S.A.	Unidad Yura	Arequipa/Yura	Chili	Minería	N° 407-2017-ANA/AAA I C-O

Fuente: Base de RAVR. Autoridad Nacional del Agua, (2018).

1.9.2. Residuos Sólidos

En el ámbito de la cuenca se estima una generación diaria de residuos sólidos de aproximadamente 560 toneladas por día (Ton/día), de los cuales las menores cantidades corresponden a las poblaciones del Valle de Quilca (1,5 Ton/día), Uchumayo (3,0 Ton/día) y Vitor (4,5 Ton/día), en tanto que la Ciudad de Arequipa genera un estimado de 550 Ton/día (ver el gráfico de generación diaria de residuos por distritos) (Dirección Regional de Salud de Arequipa). Durante el levantamiento de campo, se identificaron 10 botaderos, localizados en las localidades de Vitor, Uchumayo y en los distritos de la Ciudad de Arequipa de Miraflores, Mariano Melgar, Paucarpata, Alto Selva Alegre, Sachaca, Yura, Cayma y Socabaya. (Ministerio del ambiente, 2009)

Figura 4.
Generación diaria de residuos sólidos (Ton/día)



Fuente: Ministerio del ambiente, (2009)

Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS)

La Municipalidad Provincial de Arequipa (MPA), el año 2017, aprobó la Actualización del “**Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) para el periodo 2017-2028**”, política pública con la cual, la MPA y municipios distritales urbanas y rurales, tendrán una visión completa de la gestión integral, sostenible e inclusiva de los residuos sólidos, desde la generación hasta la disposición final. **Presenta metas en el corto (2017–2019), mediano (2020–2023) y largo plazo (2024–2028)**, conforme al Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PLANRES) 2016–2024 y el Programa Presupuestal 0036: Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Tabla 6
Ámbito geográfico de intervención en la provincia de Arequipa.

Ámbitos	Ámbito urbano	Ámbito rural	Total
Distritos que lo conforman	17 distritos: Alto Selva Alegre, Arequipa, Cayma, Cerro Colorado, Characato, Jacobo Hunter, José Luis Bustamante y Rivero, Mariano Melgar, Miraflores, Paucarpata, Sabandía, Sachaca, Socabaya, Tiabaya, Uchumayo, Yanahuara y Yura.	12 distritos: Chiguata, La Joya, Mollebaya, Pocsi, Polobaya, Santa Isabel de Sigwas, San Juan de Sigwas, San Juan de Tarucani, Santa Rita de Sigwas, Quequeña, Vitor, Yarabamba.	29
Población (2016)	986 921 habitantes.	56 570 habitantes.	1 043 491 hab.

Fuente: PIGARS de la Provincia de Arequipa 2017-2028, (2017).
Tabla 7
Resumen de generación de residuos en el ámbito de la provincia de Arequipa.

Distritos	GPC domiciliaria (kg/hab/día)	Generación domiciliaria (t/día)	Generación no domiciliaria (t/día)	Generación municipal (t/día)	Generación municipal (t/mes)	Generación municipal (t/año)
Ámbito urbano	0.492	482.78	226.68	709.46	21 283.67	258 951.27
Ámbito rural	0.371	21.02	5.61	26.63	798.90	9 719.95
Total	0.483	503.80	232.29	736.09	22 082.57	268 671.22

Fuente: PIGARS de la Provincia de Arequipa 2017-2028, (2017).

Indicadores de generación de residuos sólidos (RSS)

El Ministerio del Ambiente (MINAM) administra la plataforma del Sistema de Información para la Gestión de los Residuos Sólidos - SIGERSOL. El SIGERSOL municipal es una herramienta que facilita el registro, procesamiento y difusión de la información sobre la gestión y manejo de residuos sólidos de las municipalidades.

Cabe recordar que en el artículo 13 del Reglamento (Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM), de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Decreto Legislativo N° 1278), se puntualiza que es obligación de las municipalidades provinciales y distritales reportar información sobre la gestión y manejo de los residuos sólidos hasta el último día hábil del mes de febrero de cada año. (Ministerio del Ambiente, 2021)

Tabla 8
Resumen de generación de residuos sólidos en la provincia de Arequipa (2018-2021).

Indicadores de generación de residuos sólidos								
Año/ Población total (hab)	GPC (kg/hab/día)		Residuos municipales generados					
	Residuos domiciliarios	Residuos municipales	Cantidad (t/día)	Cantidad (t/año)	Orgánicos (%)	Inorgánicos (%)	No aprovechables (%)	Peligrosos (%)
2018								
1 155 170	0.49	0.69	801.67	292 620.55	56,41	17,28	16,93	9,38
2019								
1 146 418	0.45	0.64	720.09	262 831.75	53,11	22,56	15,68	8,65
2020								
1 175 765	0.44	0.64	736.87	268 957.69	54,15	22,20	14,73	8,92
2021								
1 201 896	0.46	0.66	782.79	285 719.61	55,48	21,30	12,58	10,64

Fuente: (Ministerio del Ambiente. Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos. SIGERSOL, 2017)

Según estadísticas de residuos sólidos en Arequipa, el año 2018 se generó 359,304.6 t; el año 2014, 285,226 t; el año 2019, 331,794 t y el año 2020, 337,641 t (SINIA, 2021). La disminución se debería al contexto de la pandemia y una gestión más eficiente. Sobre la generación per cápita municipal, el distrito del Cercado de Arequipa presenta 1.59 (kg/hab/día), el distrito de Yanahuara 1.175 kg/hab/día y el distrito de José L. Bustamante y Rivero 1.025 kg/ hab/día (PIGARS - Arequipa,

2017-2028). Por otro lado, los residuos sólidos hospitalarios o biocontaminados en el área metropolitana generados en promedio son de 1,54 t/día (MINSA, 2021).

Actualmente, la provincia de Arequipa sólo tiene un botadero controlado de gran capacidad en Quebrada Honda, distrito de Yura. Inició actividades desde el año 2008, pero no cuenta con los permisos para ser un relleno sanitario; 14 municipalidades y empresas privadas depositan sus residuos allí, lo cual genera gran preocupación y molestia en la población, por los olores de material descompuesto, la fuga de líquido de lixiviación y las plagas. Ante esto, en febrero del 2020 se informó que, con un presupuesto de 47 millones de soles, el MINAM financiará la construcción de un moderno relleno sanitario que estaría, ubicado en esta locación de Quebrada Honda. Por otro lado, en Arequipa se cuenta con 21 botaderos de menor capacidad, de los cuales uno es controlado, seis están en funcionamiento, tres no operativos sin planes de cierre y once están en distritos rurales, según la Municipalidad Provincial de Arequipa al 2020. (Rojas Flores, 2022)

1.9.3. Calidad del Aire

Se han identificado tres fuentes antropogénicas de emisiones, como son el Parque Industrial (2 514 establecimientos) (Municipalidad Provincial de Arequipa), la fábrica de Cemento Yura y el parque automotor. La Ciudad de Arequipa cuenta con una estación de monitoreo, la cual registró durante períodos prolongados de medición, que se exceden los estándares de calidad ambiental (ECA) de aire para material particulado PM10 y para gases como el CO (Dirección Regional de Salud de Arequipa).

También existen fuentes naturales de emisión de gases sulfurosos y cenizas volcánicas, procedentes de los tres volcanes que rodean a la ciudad, además de la presencia de sólidos finos por arrastre de los vientos. (Falcón, 2009)

Enríquez, (2021), menciona que en la normativa del año 2017 que aprueba los Estándares de Calidad del aire por el Ministerio del Ambiente, D.S. N° 003-2017-MINAM, se indica que los límites máximos permisibles de material particulado anual son 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabla 9
Estándares de Calidad Ambiental para Aire / PM

Parámetros	Periodo	Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Criterio de Evaluación	Método de Análisis
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)	24 horas	100	No exceder más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	

Fuente: Diario el Peruano, D.S. N° 003-2017-MINAM, (2017).

Enríquez, (2021), menciona que Madariaga (2018) recopiló información del Cercado de Arequipa, calle Filtro, los años 2016-2018, mostrando que existe gran cantidad de contaminantes que afectan la calidad del aire, principalmente material particulado PM10, que exceden los Estándares de Calidad Ambiental (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Enríquez, (2021), menciona que la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), durante los años 2010-2017, determinó concentraciones de material particulado anuales en la ciudad de Arequipa, que excedían considerablemente los Límites Máximos Permisibles y los ECA de aire según el D.S. N° 003-2017-MINAM. En los años 2015 y 2016 la concentración no excedía el ECA de aire con cifras de 24 y 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pero, en los años 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 y 2017 si excedían los ECA de aire de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, siendo concentraciones de material particulado perjudicial para salud de la población.

Enríquez, (2021), menciona que, en el Cercado de Arequipa, se realizó un monitoreo ambiental de 24 horas, estación CA-1, Calle Santa Catalina 509, cerca de la Plaza San Lázaro, para caracterizar material particulado PM10 y PM2.5 y evaluar la calidad

del aire atmosférico. Los resultados, para el PM10 fue de 145 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 34.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el PM2.5. Según el D.S. N° 003-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental, el PM10 excede los ECA para aire, mientras que el PM2.5 no excede dichos parámetros. Además, se encontró que la dirección del viento y la época del año influyeron en los resultados. (Enríquez Vicuña, 2021)

A continuación, se presentan resultados de las concentraciones de PM2.5, periodo enero 2010 a julio 2020, y de PM10, periodo enero 2006 a julio 2020, de los monitoreos ambientales participativos con frecuencia trimestral y continuos que realiza SMCV (Sociedad Minera Cerro Verde) en los distritos de Uchumayo, Tiabaya, Yarabamba, Quequeña y Hunter. (SMCV, 2021).

Tabla 10
Resultados de la concentración promedio anual de PM2.5 (μ/m^3)

Año	Estaciones de Monitoreo				
	Uchumayo	Tiabaya	Yarabamba	Quequeña	Hunter
2010	23.43	32.37	19.69	19.31	18.62
2011	20.23	25.23	17.53	18.35	17.73
2012	30.49	34.44	30.07	35.62	31.31
2013	24.33	27.23	17.59	16.89	18.28
2014	25.33	18.54	14.13	16.40	13.25
2015	22.45	24.73	13.60	12.98	15.48
2016	18.01	26.89	16.03	16.33	19.61
2017	17.67	25.92	14.32	14.87	19.83
2018	13.53	22.70	13.23	12.32	12.23
2019	16.27	18.00	11.67	10.53	14.79
2020	16.50	18.04	12.70	12.10	19.29
2021	13.00	14.40	13.90	13.20	17.80

Fuente: SMCV, (2021).

Tabla 11
Resultados de la concentración promedio anual de PM10.5 (μm^3)

Año	Estaciones de Monitoreo				
	Uchumayo	Tiabaya	Yarabamba	Quequeña	Hunter
2006	96.15	93.03	85.00	69.30	88.86
2007	91.97	84.39	69.68	63.79	76.98
2008	89.83	85.54	71.62	70.18	87.77
2009	85.26	76.17	68.86	54.50	74.91
2010	96.78	79.88	77.33	59.77	81.23
2011	79.52	70.80	82.10	53.39	70.37
2012	86.87	84.93	72.88	72.92	77.34
2013	75.72	68.49	61.64	48.70	68.15
2014	89.86	74.43	77.56	59.73	80.18
2015	76.07	67.18	49.66	42.34	79.45
2016	70.36	65.80	51.92	46.64	61.43
2017	66.20	75.08	46.42	41.81	53.73
2018	69.77	62.11	49.99	42.85	57.19
2019	62.63	56.79	44.37	36.36	55.28
2020	62.20	56.20	48.00	38.76	66.21
2021	46.90	43.50	40.40	38.60	51.90

Fuente: SMCV, (2021).

La contaminación de aire en la ciudad sobrepasa los límites permitidos con 220 μg de material particulado por m^3/h , cuando lo permisible es 150 μg por m^3/h . El dióxido de azufre supera los 150 μg por m^3/h , cuando lo permitido es de un valor de 80 μg por m^3/h . Con la reducción del transporte privado e inmovilización social por la pandemia, los niveles de material particulado (PM10) oscilaban entre los 40 a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, es decir, a la mitad de la polución antes de la pandemia (DIGESA, 2020).

La mayor concentración de material particulado está en la Plataforma Andrés Avelino Cáceres (José Luis Bustamante y Rivero) con 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; la Av. Ejército (Yanahuara-Cayma) 110 a 115 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y la Av. Mariscal Castilla, 100 a 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Son concentraciones mayores al estándar promedio de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (DIGESA, 2020). Las zonas céntricas de la ciudad presentan los mayores niveles de contaminación atmosférica, también el Cono Norte, Socabaya, Paucarpata y Uchumayo. (Rojas Flores, 2022)

1.9.4. Monitoreo de Calidad del Agua

La cuenca del río Quilca-Vítor-Chili es objeto de vigilancia periódica de la calidad de sus aguas, para lo cual el Ministerio de Salud cuenta con nueve estaciones de monitoreo permanente: **E-01** (Represa Aguada Blanca), **E-02** (Charcani V), **E-03** (Charcani VI), **E-04** (Captación SEDAPAR), **E-05** (Puente Grau), **E-06** (Puente Tingo), **E-07** (Puente Uchumayo), **E-08** (Fundo Mocoro), **E-09** (Puente Vítor). Los “resultados históricos indican que el río Quilca-Vítor-Chili, presenta una buena calidad en la cuenca alta, cumpliendo con los ECA para agua, pero sufre un deterioro progresivo por el aporte de efluentes domésticos y de tipo industrial. En este sentido, se encuentra que en la cuenca inferior del río Chili, aguas abajo del Puente Tingo, el pH refleja una tendencia ligeramente ácida, la cantidad de oxígeno disuelto ha disminuido, los niveles de carga orgánica expresada como DBO y de los indicadores de contaminación bacteriológica como son los coliformes totales y fecales, permanentemente, presentan valores superiores a los ECA y, ocasionalmente, se aprecian valores elevados sobre los ECA de metales” como el plomo. (Falcón, 2009)

Red de puntos de monitoreo de calidad de agua superficial

La cuenca Quilca Chili presenta 17 puntos (ALA Chili y Colca Sigvas Chivay, 23 puntos en total). La ALA Chili cuenta con 13 puntos. Ver Figuras N° 5 y N° 6

Figura 5.

Red de monitoreo dentro del Ámbito - Cuenca Quilca Chili

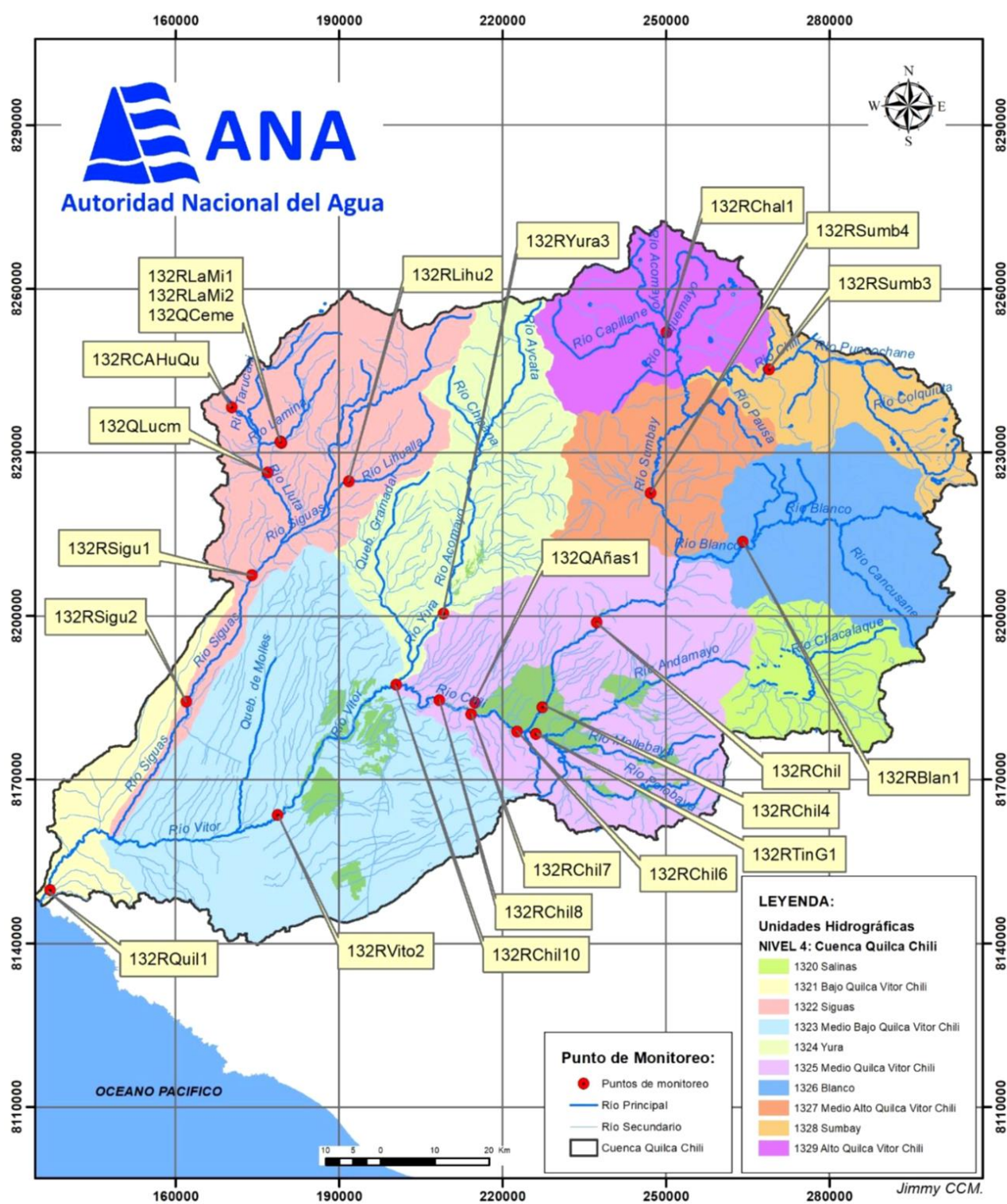
N°	Unidad Hidrográfica	Punto. Monitoreo	Descripción	Coord. UTM-WGS84	
				Norte	Este
1	1329: Alto Quilca-Vitor-Chili	132RChal1	Río Chalhuanca, aguas abajo de la represa Chalhuanca, Estación Hidrométrica EGASA.	8252004	250150
2	1328: Sumbay	132RSumb3	Río Sumbay, aguas abajo de la bocatoma Pillones, Estación Hidrométrica EGASA.	8245169	268998
3	1327: Medio Alto Quilca-Vitor-Chili	132RSumb4	Río Sumbay, Aguas arriba del puente Sumbay, en la margen derecha.	8222405	247267
4	1326: Blanco	132RBlan1	Río Blanco, aguas abajo de la represa El Frayle – Estación hidrométrica AUTODEMA	8213551	264159
5	1325: Medio Quilca-Vitor-Chili	132RChil	Río Chili, aguas arriba de la bocatoma de SEDAPAR S.A.	8198837	237378
6		132RChil4	Río Chili, a 300 m aprox. Aguas abajo del Puente San Isidro, en la margen derecha.	8183122	227405
7		132RChil6	Río Chili, Puente Tiabaya, en la margen izquierda.	8178932	222666
8		132RChil7	Río Chili, a 100 m aprox. Aguas abajo del Puente Uchumayo, en la margen derecha.	8181992	214440
9		132RChil8	Río Chili, a 30 m aprox. De Bocatoma Socosani, en la margen derecha, aguas abajo.	8184574	208447
10		132RChil10	Río Chili, sector Palca, antes de la confluencia con el río Yura	8187402	200588
11		132QAñas1	Quebrada Añashuayco, a 100 m aprox. Antes de la confluencia con el río Chili, margen derecha.	8182098	214311
12		132RTinG1	Río Tingo Grande, altura de la estación hidrométrica, a 700 m aprox. Antes de la confluencia con el río Chili.	8178454	225140
13	1324: Yura	132RYura3	Yura, estación hidrométrica automática Socosani	8200454	209268
14	1323: Medio Bajo Quilca-Vitor-Chili	132RVito2	Río Vitor, estación hidrométrica automática Boyadero.	8163412	819149
15	1322: Sigvas	132RLihu	Río Lihuaya, 100 m apróx., aguas abajo del vertimiento de la PTAR Huanca	8224608	181897
16		132QLucm	Quebrada Lucmani, 100 m aprox., aguas abajo del vertimiento de la PTAR Lluta	8226343	819177
17		132RLaMi1	Río La Mina, 100 m aprox aguas arriba del afloramiento de agua salada	8232204	179398
18		132QCeme	Quebrada Cementerio, afloramiento de agua de las minas de sal	8231907	179398
19		132RLaMi	Río La Mina, 100 m apróx. aguas debajo del afloramiento de agua salada	8231831	178888
20		132CAHuQu	Salida de Canal de Aducción Huambo-Querque	8238503	812909
21		132RSigu1	Río Sigvas, apróx. 500 m aguas arriba de la Bocatoma de Pitay, en la margen izquierda.	8207498	815712
22		132RSigu2	Río Sigvas, 6 Km aprox. aguas abajo del Puente Tambillo, en la margen derecha	8184815	803017
23	1321: Bajo Quilca-Vitor-Chili	132RQuil1	Río Quilca, localidad del Platanal a 3 km aprox. antes de la confluencia con el mar, en la margen izquierda.	8152852	776632

Fuente: Plan de trabajo de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial en la Cuenca Quilca Chili, 2018

Fuente: ANA, ALA Chili, (2018)

Figura 6.

Puntos de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial - Cuenca Quilca Chili



Fuente: ANA, ALA Chili, (2018)

Periodo de Avenida 2018

Calidad de Agua

De los parámetros físicos, químicos y microbiológicos analizados en los recursos hídricos pertenecientes al ámbito de la cuenca Quilca Chili, se identificaron 11 parámetros que incumplieron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, categoría 4-E2, 3 y 1-A2 tales como son: Coliformes termotolerantes, Conductividad eléctrica, Demanda Química Oxígeno, Sulfatos, Cloruros, pH, Arsénico total (As), Aluminio total (Al), Boro total (B), Hierro total (Fe), Mercurio total (Hg), de acuerdo a los informes de ensayos con valor oficial y los resultados obtenidos con el equipo multiparámetro. Estándares de calidad ambiental para el agua, según D.S. N° 004-2017-MINAM.

Evaluación de los Resultados

De acuerdo al análisis realizado a los reportes de monitoreo de calidad de agua, se presenta en resumen la relación de parámetros físicos, químicos, orgánicos y microbiológicos que exceden los valores de los ECA Agua de Categoría 4-E2 “Conservación del ambiente acuático”, Categoría 1-A2 “Poblacional y recreacional” y Categoría 3 “Riego de vegetales y bebida de animales”; los cuales indican los resultados obtenidos en el Monitoreo de Calidad de Agua Superficial de la Cuenca Quilca Chili, periodo 2018, periodo de avenida 2018.

De la evaluación realizada a los cuerpos naturales de agua superficial en la cuenca Quilca Chili, en el periodo de avenida 2018, **Unidad Hidrográfica Medio Quilca Vitor Chili (1325)** y comparado con los ECA Agua, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 12

**Evaluación de los Resultados. Unidad Hidrográfica Medio Quilca Vitor Chili (1325)
Periodo de Avenida 2018**

Punto	Descripción	Categoría	Parámetros que exceden los ECA Agua
Puntos de monitoreo en el río principal			
32RChil	Río Chili, aguas arriba de la bocatoma de SEDAPAR S.A.	4-E2	---
132RChil4	Río Chili, a 300 m aproximadamente, aguas abajo del puente San Isidro, en la margen derecha.	3	Coliformes termotolerantes.
132RChil6	Río Chili, puente Tiabaya, en la margen izquierda.	3	Coliformes termotolerantes.
132RChil7	Río Chili, a 100 m aproximadamente aguas abajo del Puente Uchumayo, en la margen derecha.	3	pH y Coliformes termotolerantes.
132RChil8	Río Chili, a 30 m aproximadamente, antes del ingreso de las aguas a la Bocatoma Socosani, en la margen derecha.	3	pH, Mercurio total (Hg), Coliformes termotolerantes.
132RChil10	Río Chili, sector Palca, antes de la confluencia con el río Yura.	3	pH
Puntos de monitoreo en ríos tributarios			
132QAñas1	Quebrada Añashuayco, a 100 m aproximadamente, antes de la confluencia con el río Chili, margen derecha.	3	pH y Coliformes termotolerantes.
132RTing1	Río Tingo Grande, altura de la Estación Hidrométrica, a 700 m aproximadamente, antes de la confluencia con el Río Chili.	3	pH, Conductividad eléctrica, Boro total (B).

Fuente: Elaboración propia. ANA, ALA Chili, (2018)

Periodo de Estiaje 2018

Calidad de Agua

De los parámetros físicos, químicos y microbiológicos analizados en los recursos hídricos pertenecientes al ámbito de la cuenca Quilca Chili, se identificaron ocho (08) parámetros que incumplieron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, tales como: pH, Arsénico total (As), Fosforo total (P), Conductividad eléctrica, Cloruros, Boro total (B), Selenio total (Se) y Coliformes termotolerantes de acuerdo a los informes de ensayos con valor oficial y los resultados obtenidos con el equipo multiparámetro.

Evaluación de los Resultados

De acuerdo al análisis realizado a los reportes de monitoreo, se presenta en resumen la relación de parámetros físicos, químicos, orgánicos y microbiológicos que exceden los valores de los ECA Agua de Categoría 1 A2 “Poblacional y Recreacional”, Categoría 3 “Riego de Vegetales y Bebidas de Animales” y Categoría 4 “Conservación del ambiente acuático”; los cuales indican los resultados obtenidos en el Monitoreo de Calidad de Agua Superficial de la Cuenca Quilca Chili, periodo de estiaje 2018.

De la evaluación realizada a los cuerpos naturales de agua superficial en la cuenca Quilca Chili en el periodo de estiaje 2018, **Unidad Hidrográfica Medio Quilca Vitor Chili (1325)** y comparado con los ECA Agua, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 13

**Evaluación de los Resultados. Unidad Hidrográfica Medio Quilca Vitor Chili (1325)
Periodo de Estiaje 2018**

Punto de Control	Descripción	Categoría	Parámetros que exceden los ECA Agua
Puntos de monitoreo en el río principal			
132RChil	Río Chili, aguas arriba de la bocatoma de SEDAPAR S.A.	1-A2	Arsénico total (As) y Fósforo Total (P).
132RChil4	Río Chili, a 300 m aproximadamente, aguas abajo del puente San Isidro, en la margen derecha.	3	pH
132RChil6	Río Chili, puente Tiabaya, en la margen izquierda.	3	Coliformes termotolerantes.
132RChil7	Río Chili, a 100 m aproximadamente aguas abajo del Puente Uchumayo, en la margen derecha.	3	pH y Coliformes termotolerantes.
132RChil8	Río Chili, a 30 m aproximadamente, antes del ingreso de las aguas a la Bocatoma Socosani, en la margen derecha.	3	pH
Puntos de monitoreo en ríos tributarios			
132QAñas1	Quebrada Añashuayco, a 100 m aproximadamente, antes de la confluencia con el río Chili, margen derecha.	3	pH y Coliformes termotolerantes.
132RTing1	Río Tingo Grande, altura de la Estación Hidrométrica, a 700 m aproximadamente, antes de la confluencia con el Río Chili.	3	Conductividad eléctrica, pH, Cloruros, Boro total (B).

Fuente: Elaboración propia. ANA, ALA Chili, (2018)

Conclusiones

En la Unidad Hidrográfica Medio Quilca-Vítor-Chili (1325)

Punto de control 132RChil, **parámetros:** a) Arsénico Total (As), obtuvo una concentración de 0,0129 mg/L que sobrepasa en 0,3 veces el valor de 0,01 mg/L establecido en el ECA Agua, Categoría 1 A2, y el b) Fósforo total (P), obtuvo una concentración de 0,602 mg/L que sobrepasa en 3 veces el valor de 0,15 mg/L establecido en el ECA Agua, Categoría 1 A2.

Punto de control 132RChil4, **parámetro:** El pH obtuvo una concentración de 8,6 que sobrepasa en 0,01 veces el valor de 8,5 establecido en el ECA Agua, Categoría 3 D1, para riego de vegetales y en 0,02 veces el valor de 8,4 establecido en el ECA Agua, Categoría 3 D2, para bebida de animales.

Punto de control 132RChil6, **parámetro:** Coliformes termotolerantes, obtuvo una concentración de 1700 NMP/100mL, que sobrepasa en 0,7 veces el valor de 1000 NMP/100mL establecido en el ECA Agua, Categoría 3 D1 y D2, para riego de vegetales y bebida de animales. La transgresión a la norma es debido a la descarga de vertimientos de aguas residuales domésticas y desarrollo de actividad antrópica ubicadas aguas arriba como el arrojamiento de residuos sólidos en el río Chili y quebradas afluentes.

Punto de control 132RChil7, **parámetros:** a) pH, obtuvo un valor ligeramente alcalino de 8,5 que sobrepasa en 0,01 veces el valor de 8,4 establecido en el ECA Agua, Categoría 3 D2, para bebida de animales y b) Coliformes termotolerantes, obtuvo una concentración de 1700 NMP/100mL, que sobrepasa en 0,7 veces el valor de 1000 NMP/100mL establecido en el ECA Agua, Categoría 3, para riego de vegetales y bebida de animales.

Punto de control 132RChil8, **parámetro:** El pH obtuvo un valor ligeramente alcalino de 8,6 que sobrepasa en 0,01 veces el valor de 8,5 establecido en el ECA Agua, Categoría 3 D1 para riego de vegetales y en 0,02 veces el valor de 8,4 establecido en el ECA Agua, Categoría 3 D2, para bebida de animales.

Punto de control 132QAñas1, se obtuvo que los parámetros: a) pH, obtuvo un valor de 8,9 que supera en 0,05 veces el valor de 8,5 establecido en el ECA Agua, Categoría 3 D1, para riego de vegetales y en 0,06 veces el valor de 8,4 establecido en el ECA Agua, Categoría 3 D2, para bebida de animales y b) Coliformes termotolerantes, obtuvo un valor de 11000 NMP/100mL, que supera en 10 veces el valor de 1000 NMP/100mL establecido en el ECA Agua, Categoría 3 D1 y D2, para riego de vegetales y bebida de animales.

Punto de control 132RTinG1, parámetros: a) Conductividad eléctrica, obtuvo una concentración de 3470 $\mu\text{S}/\text{cm}$ que sobrepasa en 0,4 veces el valor de 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ establecido en el ECA Agua, Categoría 3 D1, para riego de vegetales, b) pH, obtuvo una concentración de 8,72 que sobrepasa en 0,03 veces el valor de 8,5 establecido en el ECA Agua, Categoría 3 D1, para riego de vegetales y en 0,04 veces el valor de 8,4 establecido en el ECA Agua, Categoría 3 D2, para bebida de animales, c) Cloruros, obtuvo una concentración de 545,3 mg/L que sobrepasa en 0,1 veces el valor de 500 mg/L establecido en el ECA Agua, Categoría 3 D1, para riego de vegetales, y d) Boro total (B), obtuvo una concentración de 6,162 mg/L que sobrepasa en 5,2 veces el valor de 1 mg/L establecido en el ECA Agua, Categoría 3 D1, para riego de vegetales y en 0,2 veces el valor de 5 mg/l establecido en el ECA Agua, Categoría 3 D2, para bebida de animales; la transgresión a la norma se debe a los vertimientos de origen agrícola y doméstico, y al arrojo de residuos sólidos.



CAPÍTULO II

METODOLOGÍA



1. Marco metodológico

“La investigación no experimental, de tipo exploratorio descriptiva, abordará dos metodologías ya aplicadas” (Hernández, 2016).

1.1. Aspectos a considerar en la planificación de la restauración ecológica del Río Chili, sector urbano del Río Chili (Chilina-Tingo)

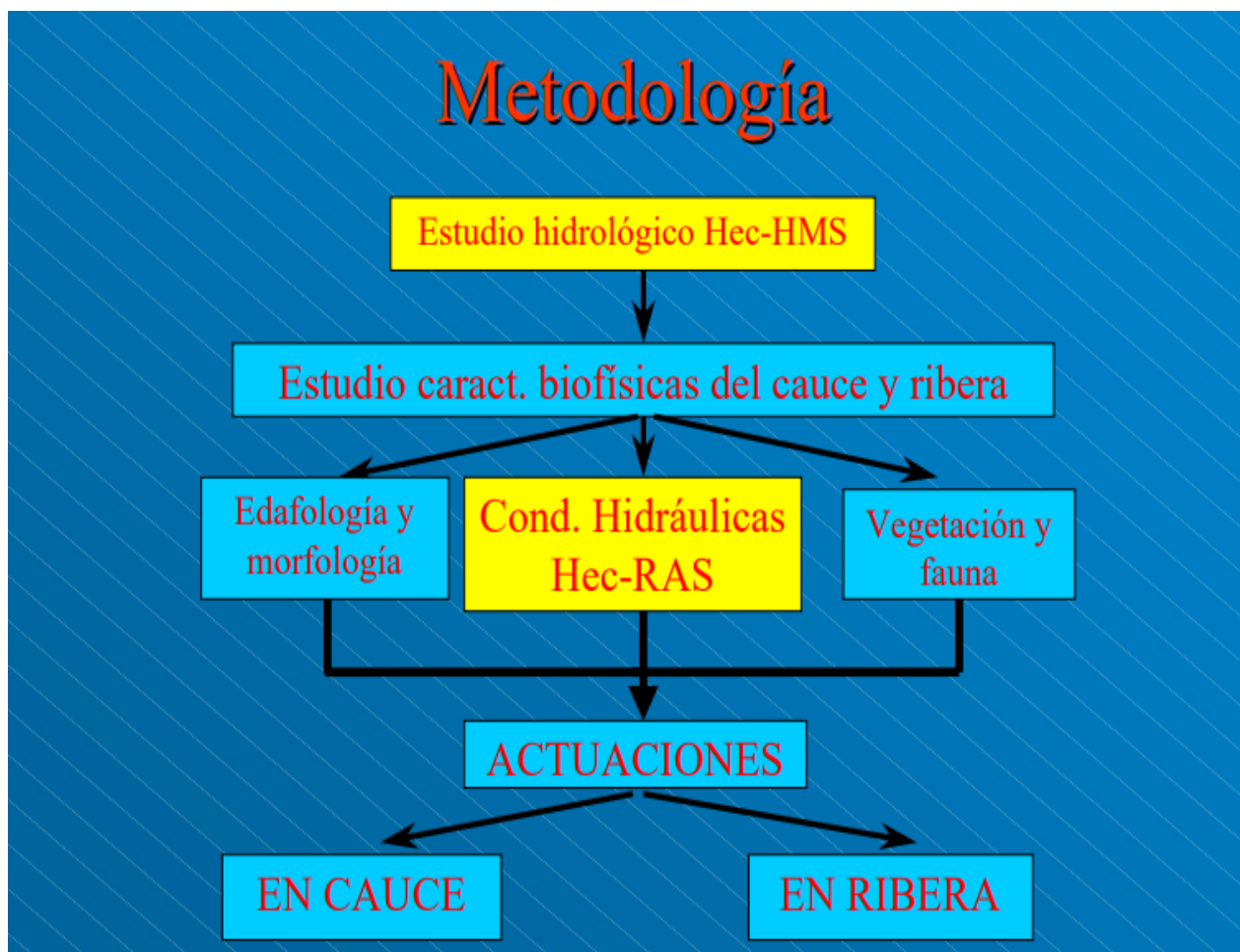
Una exposición de principios , clara, de por qué se necesita la restauración; Una descripción ecológica del sitio designado para la restauración
Una declaración de las metas y de los objetivos del proyecto de restauración.
Una designación y descripción de la referencia .
Una explicación , de cómo la restauración propuesta se integrará con el paisaje y sus flujos de organismos y materiales.
Planes, itinerarios y presupuestos explícitos, para la preparación del sitio y las actividades de instalación y post-instalación, incluyendo una estrategia para hacer correcciones rápidas a mitad de camino.
Estándares de desempeño bien desarrollados y explícitos, con protocolos de monitoreo mediante los cuales se puede evaluar el proyecto.
Estrategias , para una protección y mantenimiento a largo plazo del ecosistema restaurado.
Cuando sea factible, se deberá incluir por lo menos una parcela testigo no tratada en el sitio del proyecto, para fines de comparación con el ecosistema restaurado.

Fuente: Sociedad para la Restauración Ecológica, (2004)

1.2. Restauración ecológica de ríos y riberas

Figura 7.

Esquema de aplicación metodológica

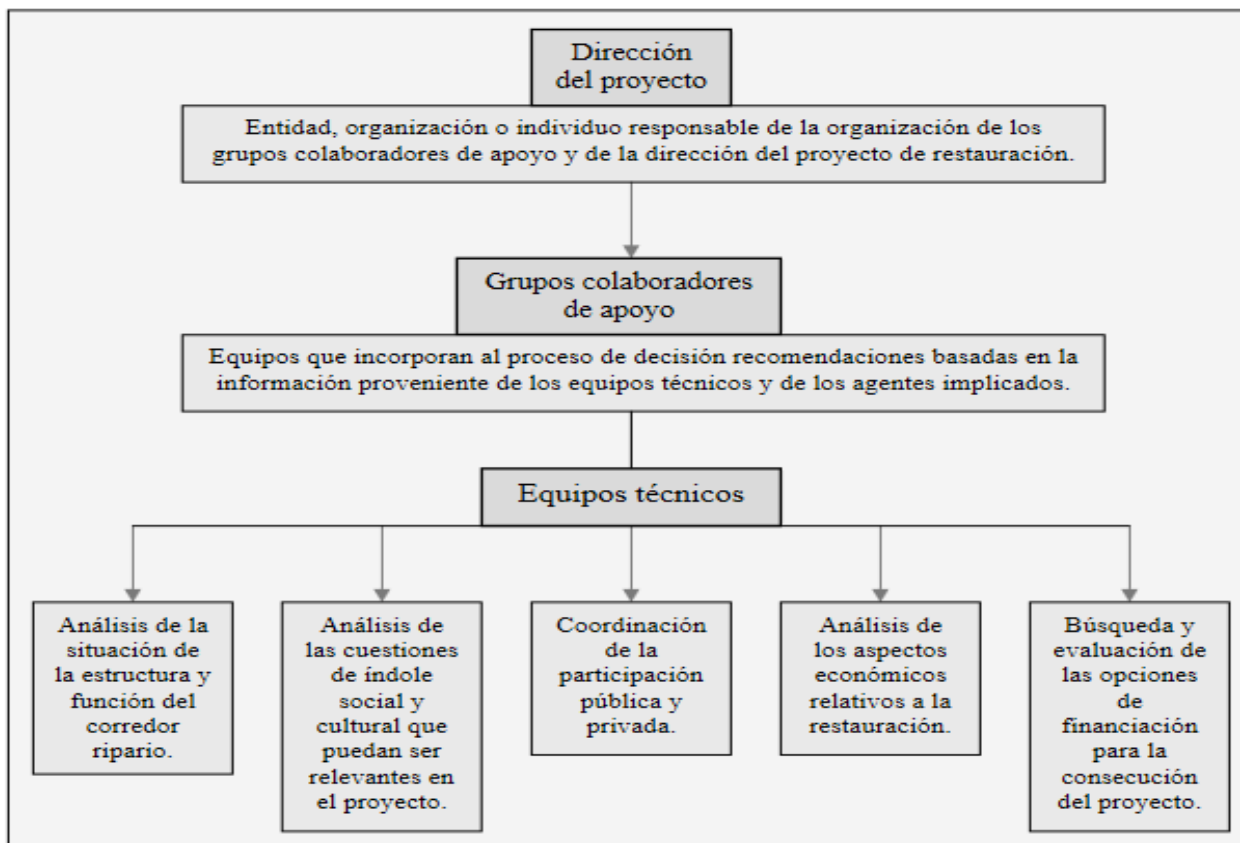


Fuente: Otero, (2004)

1.2.1. El planeamiento de la restauración del río y riberas del río Chili incluirá las siguientes acciones:

Figura 8.

Desarrollo del proceso de restauración, como mecanismo capaz de facilitar la comunicación e interacción entre los órganos decisores, los grupos de apoyo y los equipos técnicos



Fuente: Santos, (2017)

HEC-RAS (Hydrological Engineering Center – River Analysis System) es un **programa de modelización hidráulica unidimensional**, compuesto por 4 tipos de análisis en ríos: Modelización de flujo en régimen permanente. Modelización de flujo en régimen no permanente. Modelización del transporte de sedimentos. Análisis de calidad de aguas. (Santos, 2017)

1.3. Productos o resultados que se esperan aportar en la investigación

De acuerdo a los esquemas metodológicos:

- En primera instancia, se ubicará la investigación en las relaciones imbricadas de planificación: Políticas ambientales, planes, programas y el propio proyecto de restauración.
- Se optará por realizar una selección de las mejores acciones de restauración, de acuerdo con la realidad ecológica que presente el tramo urbano del río Chili, Chilina-Tingo.
- Identificación de los objetivos o aspectos básicos de la planificación ambiental (perspectiva, posición, patrón y maniobras). Estas últimas, las maniobras, corresponden a la descripción de cada acción de restauración ecológica, referidas a tareas, responsables y otras características



CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



1. RESULTADOS

1.1. Resultados sobre los niveles imbricados en la planificación ambiental y la restauración ecológica del río chili

De acuerdo a los niveles imbricados de planificación ambiental Dávila (2002) estos niveles deben ser política, plan, programa y proyectos:

1.1.1. Políticas Ambientales

Se considera la ORDENANZA REGIONAL N° 500-AREQUIPA. Ordenanza Regional que aprueba la ampliación al año 2027 del Plan de Desarrollo Regional concertado 2013-2025 actualizado de la Región Arequipa. Artículo 1.- APROBAR la ampliación temporal al año 2027 del Plan de Desarrollo Regional Concertado 2013-2025 PDRC actualizado de la región Arequipa, conforme a lo señalado en la Resolución de Presidencia del Consejo Directivo N.º 000080-2022/CEPLAN/PCD. Diario El Peruano, sábado 15 de abril de 2023.

Inicialmente, de acuerdo al Plan de Desarrollo Local Concertado de Arequipa 2016 - 2021:

1.1.1.1. Visión

Arequipa, Patrimonio Cultural de la Humanidad, consolidada como nodo estratégico de desarrollo de la zona centro occidental de Sudamérica

1.1.1.2. Objetivos Estratégicos:

- Mejorar las condiciones de vida de la población.
- Asegurar la calidad ambiental de la ciudad. Acción, fortalecer la gestión ambiental para una ciudad más saludable.

1.1.1.3. Política ambiental de la Región Arequipa

1.1.1.3.1. Ordenanza Regional N° 005-2004-CR/AREQUIPA

Aprueban la Política Ambiental Regional de Arequipa.

Esta política se encuadra y relaciona con:

POLÍTICA AMBIENTAL.

POLÍTICA AMBIENTAL LOCAL.

POLÍTICA NACIONAL DEL AMBIENTE.

De acuerdo al DECRETO SUPREMO N° 023-2021-MINAM, Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional del Ambiente al 2030. Artículo 1.- Aprobación de la Política Nacional del Ambiente al 2030: Apruébase la Política Nacional del Ambiente al 2030, la misma que como Anexo forma parte integrante del presente Decreto Supremo. Diario El Peruano, sábado 25 de julio de 2021.

POLÍTICA AMBIENTAL REGIONAL.

De acuerdo a la ORDENANZA REGIONAL N° 160-AREQUIPA, Ordenanza Regional que aprueba la Política Regional del Ambiente de la Región Arequipa. Artículo 1°. - APROBAR la Política Regional del Ambiente de la Región Arequipa cuyo texto en anexo forma parte integrante de la presente Ordenanza. Diario El Peruano, 16 de abril de 2012.

De acuerdo a la ORDENANZA REGIONAL N° 481-AREQUIPA, Ordenanza Regional que aprueba La Matriz de Prioridades de la Política Ambiental y Climática Regional de Arequipa. **Artículo 1°.** - APROBAR La Matriz de Prioridades de la Política Ambiental y Climática Regional de Arequipa, la misma que contiene veintiséis (26) Problemas Ambientales y veintiséis (26) Objetivos Ambientales, los mismos que están vinculados a la Política Nacional Ambiental dando como resultado siete (07) Objetivos Estratégicos Regionales cada uno de ellos con sus respectivos indicadores y metas establecidas al año 2030. **Artículo 2°.** – INCORPORAR los siete (07) Objetivos Estratégicos Regionales, indicadores y metas establecidas al año 2030 en el Plan de Desarrollo Regional Concertado (PDRC). Diario El Peruano, sábado 17 de julio de 2022.

POLÍTICA AMBIENTAL SECTORIAL.

1.1.2. PLAN NACIONAL DEL AMBIENTE

- Plan Nacional de Acción Ambiental - PLANAA Perú: 2011-2021 y de la Agenda Nacional de Acción Ambiental.
- Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011 – 2020.
- Metas de Aichi.

1.1.3. PROGRAMAS

- La Estrategia Nacional de Diversidad Biológica al 2021.
- Programa Internacional de Restauración de Ríos y Riberas 1996.

1.1.4. PROYECTO

Restauración del tramo urbano (Chilina –Tingo) del río Chili, Arequipa.



1.2. Resultados de la interfase o integración entre los modelos metodológicos para restauración de ríos y riberas

A continuación, **la investigación procede a efectuar una interfase o integración de aspectos o planes entre las dos metodologías propuestas** a fin de lograr acercar los factores de la dimensiones física, biológica, social, económica, de interés humano (historia y arqueología) y del paisaje, de tal manera, **lograr una verdadera y real representación del concepto del medio ambiente, como un sistema de mantenimiento de la vida (SMV)**, que nos da una oferta promedio de bienes (materias primas) y servicios (procesos) a través de la funciones de producción, regulación y significación. (Dávila, 2002)

Se mostrará la integración o interfase, a través de barras de colores, destacando desde que enfoque metodológico proceden:

“ASPECTO METODOLOGICO TOMADO PARA INTEGRACION DESDE: (SER, Society for Ecological Restoration International – Sociedad internacional para la restauración ecológica, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas” (Sociedad para la Restauración Ecológica, 2004).

“ASPECTO METODOLOGICO TOMADO PARA INTEGRACION DESDE: RESTAURACION ECOLOGICA DE RIOS Y RIBERAS obras_forestales_2004 TÉCNICAS DE BIOINGENIERÍA EN LA A RESTAURACIÓN DE RÍOS Y RIBERAS. Aplicación a puntos seleccionados del tramo medio del Jaramamedio Jarama, Madrid” (Otero, 2004).



1.3. Esquema de Integración Metodológica Propuesta Para la Planificación de la Restauración Ecológica del Sector Urbano del Río Chili (Chilina-Tingo) en Arequipa

Se deja constancia que los aspectos no son secuenciales u obligatorios, sino más bien, se van desarrollando en base a la disponibilidad de recursos (materiales, humanos y económicos):

PRIMER ASPECTO DE LA INTEGRACION METODOLOGICA
ELABORAR LOS PRINCIPIOS POR LOS CUALES SE NECESITA LA RESTAURACION ECOLOGICA DEL RIO CHILI.
DETALLAR LOS PRINCIPIOS POR LOS CUALES ES NECESARIO CONSIDERAR INTEGRAR LAS CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS DEL SECTOR URBANO DE LA CUENCA DEL RIO CHILI (HEC-RAS).
SEGUNDO ASPECTO DE LA INTEGRACION METODOLOGICA
UNA DECLARACION DE OBJETIVOS (RESULTADOS ESPECIFICOS) Y METAS (CUANTIFICACION DE OBJETIVOS EN EL TIEMPO Y ESPACIO) PARA DESARROLLAR LA RESTAURACION ECOLOGICA.
UNA DECLARACION DE OBJETIVOS Y METAS PARA INTEGRAR LAS CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS AL PROCESO DE RESTAURACION ECOLOGICA.
TERCER ASPECTO DE LA INTEGRACION METODOLOGICA
INCLUIR UNA DESCRIPCION DEL ECOSISTEMA DE REFERENCIA (SI NO EXISTE ELABORAR UN DIAGNOSTICO AMBIENTAL) O SEA UNA DESCRIPCION ECOLOGICA DEL SECTOR URBANO DEL RIO CHILI.
INCLUIR UNA DESCRIPCION HIDROLOGICA DEL ECOSISTEMA DE REFERENCIA (SI NO EXISTE ELABORAR UN DIAGNOSTICO HIDROLOGICO AMBIENTAL) O SEA UNA DESCRIPCION HIDROLOGICA DEL SECTOR URBANO DEL RIO CHILI (EDAFOLOGIA Y MORFOLOGIA, CARACTERISTICAS BIOFISICAS DEL RECURSO HIDRICO, CONDICIONES HIDRAULICAS).
CUARTO ASPECTO DE LA INTEGRACION METODOLOGICA
DETALLAR CRITERIOS POR LOS CUALES LA RESTAURACION ECOLOGICA LOGRARA INTEGRARSE A LA DIMENSION DEL PAISAJE A TRAVES DE FLUJOS DE MATERIAS, ENERGIA Y ORGANISMOS.
DETALLAR CRITERIOS POR LOS CUALES LA RESTAURACION HIDROLOGICA LOGRARA INTEGRARSE A LA DIMENSION DEL PAISAJE A TRAVES DE FLUJOS DE MATERIAS, ENERGIA Y ORGANISMOS.
QUINTO ASPECTO DE LA INTEGRACION METODOLOGICA

PRESENTAR PLANES, ITINERARIOS Y PRESUPUESTOS (CRONOGRAMAS) PARA LA PREINTERVENCION DEL SECTOR URBANO DEL RIO CHILI Y LAS ACTIVIDADES DE INSTALACION O DE POSTINTERVENCION, INCLUYENDO ACCIONES DE MANEJO ADAPTATIVO EN EL PROCESO DE LA RESTAURACION ECOLOGICA.
PRESENTAR PLANES, ITINERARIOS Y PRESUPUESTOS (CRONOGRAMAS) PARA LA PREINTERVENCION DEL SECTOR URBANO DEL RIO CHILI Y LAS ACTIVIDADES DE INSTALACION O DE POSTINTERVENCION, INCLUYENDO ACCIONES DE MANEJO ADAPTATIVO EN EL PROCESO DE LA RESTAURACION HIDROLOGICA.
SEXTO ASPECTO DE LA INTEGRACION METODOLOGICA
ELABORAR ESTANDARES O INDICADORES (CALIDAD, CANTIDAD Y TIEMPO) DE DESEMPEÑO CON PROTOCOLOS DE MONITOREO Y MEDICION PARA EVALUAR EL PROYECTO DE RESTAURACION ECOLOGICA.
ELABORAR ESTANDARES O INDICADORES (CALIDAD, CANTIDAD Y TIEMPO) DE DESEMPEÑO CON PROTOCOLOS DE MONITOREO Y MEDICION PARA EVALUAR EL PROYECTO DE RESTAURACION HIDROLOGICA.
SEPTIMO ASPECTO DE LA INTEGRACION METODOLOGICA
INCLUIR ESTRATEGIAS (MANIOBRAS) DETALLADAS PARA PARA LOGRAR EL AVANCE HACIA LAS CONDICIONES TOTALES DEL ECOSISTEMA RESTAURADO.
INCLUIR ESTRATEGIAS (MANIOBRAS) DETALLADAS PARA PARA LOGRAR EL AVANCE HACIA LAS CONDICIONES HIDROLOGICAS TOTALES DEL ECOSISTEMA RESTAURADO.
OCTAVO ASPECTO DE LA INTEGRACION METODOLOGICA (OPTATIVO)
COMO MEDIDA CONTROL SE PUEDE SEÑALAR UN TRAMO PILOTO DEL RIO CHILI, NO SOMETIDO A PROCESO DE RESTAURACION ECOLOGICA, QUE MUESTRE LAS DIFERENCIAS CON LA ACTUACION DEL PROCESO.
COMO MEDIDA CONTROL SE PUEDE SEÑALAR UN TRAMO PILOTO DEL RIO CHILI, NO SOMETIDO A PROCESO DE RESTAURACION HIDROLOGICA (PUEDE SER EL MISMO PARA LA RESTAURACION ECOLOGICA) QUE MUESTRE LAS DIFERENCIAS CON LA ACTUACION DEL PROCESO.

Fuente: Elaboración propia.

1.4. Resultados de la Descripción de las Características de las Acciones (o Maniobras) de Planeación o Planificación Ambiental en el Tramo Urbano Del Rio Chili (Chilina-Tingo)

Estos aportes de la investigación se basan, en primera instancia, en considerar que de acuerdo con Dávila (2002), se deben definir los aspectos que relacionan el proceso de restauración ecológica con la planificación estratégica (a largo plazo), debiéndose entender que el proyecto de restauración ecológica del sector urbano del rio Chili en

Arequipa [Chilina-Tingo] está orientado en los siguientes aspectos [ver conceptos en capítulo de marco teórico].

1.4.1. PERSPECTIVA:

El fundamento y la razón, para implementar el proceso de restauración ecológica del sector urbano del río Chili (Chilina-Tingo) en Arequipa, es la sustentabilidad del corredor hídrico y ecosistema urbano del río Chili.

1.4.2. POSICION:

En el proceso de restauración ecológica del sector urbano (Chilina-Tingo) del río Chili, la planificación ambiental busca y defiende la sustentabilidad del ecosistema como un prerrequisito, para la planificación económica y el consecuente beneficio de los actores sociales.

1.4.3. PATRON:

Fija la consistencia de mantener la restauración ecológica como una conducta y la guía permanente a la sostenibilidad, por eso a través de la planificación ambiental, se debe aprobar y mantener las estrategias (o maniobras) ya probadas con éxito y promover las nuevas que se van implementando.

1.4.4. PLAN:

Se enfoca en elaborar y diseñar documentos que conformen una guía, dirección, un curso de acción, para la protección del medio ambiente y de los recursos naturales (sustentabilidad ambiental), considerando las necesidades y aspiraciones de las generaciones presentes y futuras (sostenibilidad socioeconómica), de manera que el sector urbano del río Chili (Chilina-Tingo) transite por la restauración ecológica hacia la sustentabilidad en los diversos campos de ella.

1.4.5. MANIOBRAS:

Conjunto de acciones articuladas, para lograr el desarrollo en armonía con la conservación y la naturaleza (en este caso, el sector urbano Chilina-Tingo del río Chili), para lo cual se usan 4 tipos de maniobras (de protección, defensivas, ofensivas y oportunistas).

Justamente este ítem (las maniobras o estrategias o acciones), será el último conjunto de resultados que abordará esta investigación y que se presentan a continuación:

1.4.5.1. Esquema de maniobras (estrategias o acciones) que se deben abordar desde la planificación ambiental para el proceso de restauración ecológica

En esta investigación, las maniobras (acciones o estrategias a sugerir) se elaboran con una visión integral de biólogo-ecólogo que no poseen los diversos profesionales que formarían el equipo interdisciplinario, es decir, la comprensión por la estructura, el funcionamiento y la potencialidad de los ecosistemas y los recursos naturales, especialmente renovables que contienen y, además, considerando que en esta investigación se plantea juntar:

MANIOBRAS PARA EL PRIMER ASPECTO DE LA INTEGRACION METODOLOGICA
<u>MANIOBRA 1</u> (ESTRATEGIA O ACCION): CAPACITAR EN EL PROCESO DE RESTAURACION ECOLOGICA A TRAVES DEL MATERIAL DE SER INTERNACIONAL (SOCIEDAD DE RESTAURACION ECOLOGICA), A TRAVES DE EQUIPOS INTERDISCIPLINARIOS.
SEGUNDO ASPECTO DE LA INTEGRACION METODOLOGICA
<u>MANIOBRA 2</u> (ESTRATEGIA O ACCION): CAPACITAR A EQUIPOS INTERDISCIPLINARIOS EN ASPECTOS DE PLANIFICACIÓN AMBIENTAL, LOS TIPOS DE PLANIFICACIÓN POR PERIODO Y NIVELES IMBRICADOS DE PLANIFICACION.
<u>MANIOBRA 3</u> (ESTRATEGIA O ACCION): CAPACITAR EN FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS AMBIENTALES PARA ENTENDER LOS ASPECTOS DE OBJETIVOS, METAS, ACTIVIDADES Y TAREAS PARA LOS RECURSOS A UTILIZAR (MATERIALES O EQUIPOS, ECONOMICOS Y HUMANOS).
TERCER ASPECTO DE LA INTEGRACION METODOLOGICA
<u>MANIOBRA 4</u> (ESTRATEGIA O ACCION): RECUPERAR INFORMACION RETROSPECTIVA SOBRE LA DESCRIPCION DEL ECOSISTEMA DE REFERENCIA, EN ESTE CASO DEL RIO CHILI.
<u>MANIOBRA 5</u> (ESTRATEGIA O ACCION): RESULTA UTIL EFECTUAR UN DIAGNOSTICO AMBIENTAL, QUE NOS PERMITE CONOCER LA SITUACION ACTUAL DEL RIO CHILI Y LA IDENTIFICACION DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES, PARA LUEGO PASAR CON UN EQUIPO INTERDISCIPLINARIO A PRIORIZAR LOS PROBLEMAS AMBIENTALES MEDIANTE UNA EVALUACION AMBIENTAL.
<u>MANIOBRA 6</u> (ESTRATEGIA O ACCION): ELABORAR UN ESTUDIO HIDROLOGICO DE PREFERECNIA CON Hes-HMS (MODELAMIENTO HIDROLOGICO BASICO) QUE INCLUYA UN ESTUDIO DE CARACTERISTICAS BIOFISICAS DEL CAUCE Y RIBERAS DEL RIO CHILI (POR EJEMPLO CON PROGRAMA Hec-RAS, QUE ES UN PROGRAMA DE

MODELIZACION HIDRAULICA, QUE PERMITE OBTENER INFORMACION SOBRE 4 TIPOS DE ANALISIS EN LOS RIOS (MODELIZACION DE FLUJO EN REGIMEN PERMANENTE, EN REGIMEN NO PERMANENTE, DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA).

MANIOBRA 7 (ESTRATEGIA O ACCION): IDENTIFICAR LAS FUENTES DE IMPACTO Y CONTAMINACION DEL RIO CHILI Y ELABORAR ESTRATEGIAS, PARA ELIMINARLAS Y DEJEN DE ACTUAR SOBRE EL ECOSISTEMA DEL RIO CHILI.

CUARTO ASPECTO DE LA INTEGRACION METODOLOGICA

MANIOBRA 8 (ESTRATEGIA O ACCION): DETALLAR CRITERIOS O INDICADORES PARA FACILITAR QUE EL PROCESO DE RESTAURACION ECOLOGICA E HIDROLOGICA, LOGRE INTEGRARSE A LA DIMENSION DEL PAISAJE A TRAVES DE FLUJOS DE MATERIAS, ENERGIA Y ORGANISMOS, CONFORMANDO UN VERDADERO “CORREDOR ECOLOGICO URBANO SOSTENIBLE”.

QUINTO ASPECTO DE LA INTEGRACION METODOLOGICA

MANIOBRA 9 (ESTRATEGIA O ACCION): ELABORAR Y PRESENTAR PLANES, ITINERARIOS Y PRESUPUESTOS (CRONOGRAMAS), PARA LA PREINTERVENCION DEL SECTOR URBANO DEL RIO CHILI Y LAS ACTIVIDADES DE INSTALACION O DE POSTINTERVENCION.

MANIOBRA 10 (ESTRATEGIA O ACCION): CAPACITAR AL EQUIPO INTERDISCIPLINARIO EN EL PROCESO DE MANEJO ADAPTATIVO EN EL PROCESO DE LA RESTAURACION ECOLOGICA E HIDROLOGICA.

SEXTO ASPECTO DE LA INTEGRACION METODOLOGICA

MANIOBRA 11 (ESTRATEGIA O ACCION): DEFINIR ESTANDARES O INDICADORES (CALIDAD, CANTIDAD Y TIEMPO) DE DESEMPEÑO CON PROTOCOLOS DE MONITOREO Y MEDICION PARA EVALUAR EL PROYECTO DE RESTAURACION ECOLOGICA E HIDROLOGICA

SEPTIMO ASPECTO DE LA INTEGRACION METODOLOGICA

MANIOBRA 12 (ESTRATEGIA O ACCION): IDENTIFICAR Y DETALLAR INDICADORES QUE VAYAN DEMOSTRANDO EL AVANCE DE LA RESTAURACION ECOLOGICA E HIDRAULICA, FUNCIONANDO COMO UN ECOSISTEMA INTEGRAL AUTOSOSTENIBLE.

OCTAVO ASPECTO DE LA INTEGRACION METODOLOGICA (OPTATIVO)

MANIOBRA 13 (ESTRATEGIA O ACCION OPTATIVA): COMO MEDIDA CONTROL, SE PUEDE SEÑALAR UN TRAMO PILOTO DEL RIO CHILI, NO SOMETIDO A PROCESO DE RESTAURACION ECOLOGICA E HIDROLOGICA QUE MUESTRE LAS DIFERENCIAS CON LA ACTUACION DEL PROCESO.

Fuente: Elaboración propia.

Hay que destacar que, a medida que se desarrolle el proceso de restauración ecológica, se debe ir identificando y comprometiendo a las organizaciones,

instituciones o empresas del sector público o privado que puedan participar en el proceso operativo de restauración ecológica del sector urbano del río Chili (Chilina-Tingo).



CONCLUSIONES

PRIMERA

Como primer paso del proceso de planificación ambiental para la restauración ecológica, se han definido los niveles imbricados que dan marco a todo el proceso a largo plazo (políticas, plan, programas y proyecto). Se han integrado 7 aspectos de modelos metodológicos entre el proceso de restauración ecológica y el proceso de restauración hidrológica, considerando uno opcional u optativo referido a un control o piloto externo al sector urbano (Chilina -Tingo) del río Chili.

SEGUNDA

Antes de proponer las “maniobras” (acciones o estrategias), se han definido los aspectos de relación de la restauración ecológica con la planificación estratégica (a largo plazo): considerando PERSPECTIVA, POSICION, PATRON Y PLAN, que son los que dan marco a las MANIOBRAS. Para el caso de las maniobras, se han propuesto 12 que abarcan los 7 aspectos de metodologías integradas (restauración ecológica y restauración hidrológica), considerando una opcional, para el caso que se decida implementar un control o piloto del proceso total.

TERCERA

Se logro identificar y describir los criterios o aspectos a considerar en el proceso futuro de restauración ecológica del río Chili (sector urbano de Chilina-Tingo).



RECOMENDACIONES

La dirección del proyecto, los grupos colaboradores de apoyo y los equipos técnicos deben sugerir a las instituciones, empresas del sector público o privado y organizaciones que puedan intervenir en el proceso de restauración ecológica del sector urbano (Chilina-Tingo) del río Chili.

Se debe conformar un equipo de académicos y científicos que elaboren un proyecto de acuerdo a las normas del Sistema Nacional de Inversión Pública, a la par de buscar fuentes cooperantes internacionales.

Se sugiere que la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa lidere este proyecto.

Se sugiere el uso de Modelos Digitales de Superficie (DSM) para áreas específicas donde se requiera un nivel de detalles mucho mayor.

Para la modelación hidrológica se recomienda el uso de Modelos de Elevación Digital (DEM) tales como ASTER GDEM (1 arco segundo de resolución espacial) o en el mejor de los casos el DEM ALOS PALSAR (12.5 metros de resolución espacial).

Se recomienda la consulta de bases de datos geoespaciales relacionados a la vegetación, fauna y morfología, así mismo el procesamiento de estos datos en un entorno GIS (Sistemas de Información Geográfica).



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agramont, (2015) *El cambio climático, normatividad y legislación ambiental*. Universidad Autónoma de Baja California Sur
- Aguiluz, et al (2001) Planeación ambiental participativa: de la teoría a la práctica en San Cristóbal de Las Casas Chiapas, *Estudios demográficos urbanos*, 321-349.
- Ahern, J. (1995). Greenways as a planning strategy. *Landscape and urban planning*, 33(1-3), 131-155.
- Antonio Flores, A. E. (2020). *La conservación de la biodiversidad, un paso hacia el desarrollo sostenible de la ciudad de Monterrey*. Universidad Autónoma de Nuevo León
- Autoridad Nacional del Agua, (2009). *Sistema de subcuencas y sistema hidrográfico*. Disponible en: <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/99>
- Ayamamani Arapa, Justo Pastor. (1976) *Estudio del tratamiento y recuperación de cromo en desechos industriales acuosos de curtiembre de Arequipa*. [Tesis para optar el título profesional de analista químico].
- Blanco, (2016) *Principios de SER International sobre la Restauración Ecológica*
- Brandes, et al. (2005) *Watershed: Ecological governance and sustainable water management in Canada*. The Police Project of Ecological Governance. University of Victoria
- Briassoulis, H. (1989). Theoretical orientations in environmental planning: An inquiry into alternative approaches. *Environmental management*, 13(4), 381-392.
- Calderón, E.; Masías, E.; Fernández, E. y Tapia, E. (1974) Variaciones de la salinidad del agua Chili-Vítor por filtraciones de tierras irrigadas recientemente. Trujillo.
- Carmona, M. (2001). *Sustainable Urban Design-A Possible Agenda*. Planning for a sustainable future, 165.
- Casas et al (2001). Planeación ambiental participativa: de la teoría a la práctica en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. *Estudios demograficos y urbanos*, 321-349.
- Chávez, M., (2009). ¿De qué se trata la planeación ambiental? *Contactos* 71,37-41.
<http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n71ne/ambiente.pdf>

- Dávila, B.J. (2000) *Modelos Ecológicos para la gestión ambiental frente al Cambio Climático*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú
- Dávila, B.J. (2002). *Planificación y Gestión Ambiental. Escuela de Postgrado*, Universidad Católica de Santa Maria, Arequipa, Perú.
- De Vizcardo, I. F. (2006). Contaminación del río Chili, en Arequipa, durante los años 1972 a 1982 y 199 a 2004. *Ciencia y Desarrollo*, 7, 61-75.
- Diario El Peruano. (2012). *Ordenanza Regional N° 160-AREQUIPA*. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-la-politica-regional-del-ambiente-de-la-region-areq-ordenanza-n-160-arequipa-776026-1/>
- Diario El Peruano. (2021). *Decreto Supremo N° 023-2021-MINAM*, <https://www.actualidadambiental.pe/gobierno-aprobo-la-politica-nacional-del-ambiente-al-2030/>
- Diario El Peruano. (2022). *Ordenanza Regional N° 481-AREQUIPA*. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ordenanza-regional-que-aprueba-la-la-matriz-de-prioridades-d-ordenanza-no-481-arequipa-2087197-1/>
- Diario El Peruano. (2023). *Plan de Desarrollo Regional Concertado 20132025 PDRC* <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ordenanza-que-aprueba-la-ampliacion-temporal-al-ano-2027-del-ordenanza-no-500-arequipa-2168864-1/>
- Enríquez Vicuña, Jonatan Francisco. (2021) Caracterización del Material Particulado para la Evaluación de la Calidad del Aire en el Ovalo San Lázaro - Arequipa. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela profesional de Ingeniería Ambiental, 2021. Recuperado de: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/82949/Enriquez_VJF-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Escobar, J. (2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*. CEPAL.
- Falcón, J. (2009). *Identificación y sistematización de fuentes de contaminación en la Cuenca del río Quilca-Vítor-Chili*. MINAM, Lima.

- Fernández, I (2004). *Contaminación del río Chili, en Arequipa, durante los años 1972 a 1982 y 1999 a 2004*. Disponible en: <https://docplayer.es/20946131-Contaminacion-del-rio-chili-en-arequipa-durante-los-anos-1972-a-1982-y-1999-a-2004.html>
- García-Murillo, P., Fernández-Zamudio, M. d., Bracamonte, S. M., Martín, A. S., Gil, I. N., Barroso, J. A., & Muez, D. L. (2007). Flora y vegetación de la marisma de Doñana en el marco del proyecto de restauración ecológica Doñana 2005. *Limnetica*, 26(2), 319-330. Retrieved 12 14, 2022, from http://limnetica.com/limnetica/limne26/126b319_flora_vegetacion_donana_2005.pdf
- Hammer, M., & Söderqvist, T. (2001). Enhancing transdisciplinary dialogue in curricula development. *Ecological economics*, 38(1), 1-5.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2016). *Metodología de la investigación*. 6ta Edición Sampieri. Soriano, RR Guía para realizar investigaciones sociales. Plaza y Valdés.
- Kassandra Romina Cabello Gómez, Genaro Vicente Junior Valdivia Ramos. Gestión ambiental en la región de Arequipa mediante la implementación de instrumentos “técnicos y legales” aplicables a la administración pública en la Autoridad Regional del Medio Ambiente (ARMA) del Gobierno Regional de Arequipa. Trabajo de Investigación para optar el Grado Académico de Maestro en Gerencia Pública Huancayo, 2022. Universidad Continental.
- Lein, J. K. (2003) *Integrated Environmental Planning*. Blackwell Publishing, Oxford, pp.1-43.
- Masías E., Fernández E., Tapia E. (1977). *Estudio fisicoquímico de las aguas del río Chili. Trabajo presentado al XI Congreso Peruano de Química*. Arequipa.
- Matus, C. (1992) El líder sin estado mayor, *Revista Planeación Estratégica Situacional (PES)*,1, 9-60.
- Mejía, A. R. (2004). Propuesta metodológica para seleccionar especies pioneras leñosas con fines de restauración ecológica dentro de la reserva biológica Cachalú (Encino Santander). *Colombia Forestal*, 9(18), 52-59. Retrieved 12 14, 2022, from <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/colfor/article/download/3046/4403>
- Ministerio del Ambiente (2021) Plataforma SIGERSOL se actualiza para brindar información sobre la gestión de residuos sólidos de municipalidades a nivel nacional. <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/78307-plataforma-sigersol-se-actualiza->

para-brindarinformacion-sobre-la-gestion-de-residuos-solidos-de-municipalidades-a-nivel-nacional

Ministerio del Ambiente, (2009). *Identificación y Sistematización de Fuentes de contaminación en la Cuenca del río Quilca-Vítor –Chili*. Disponible en: http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/resumen_ejecutivo_-_rio_chili.pdf

Ministerio del Ambiente. Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos. SIGERSOL (2017) Municipal. Informe Dinámico sobre Residuos Sólidos - DASHBOARD (2017-2018). <https://minam.zohosites.com/sigersol-municipal>

Monroy, D. A. (2017). *La importancia de la planificación ambiental del territorio* [Ponencia]. VIII Congreso Internacional en Gobierno, Administración y Políticas Públicas GIGAPP, Madrid, España.

Nielsen, J. (1995). How to conduct a heuristic evaluation. *Nielsen Norman Group*, 1(1), 8.

Nielsen. (1995). *Ecosistemas fragiles*. Argekia: tree.

Otero, (2004). *Técnicas de bioingeniería en la restauración de ríos y riberas*. Aplicación a puntos seleccionados del tramo medio del Jaramamedio Jarama, Madrid.

Peterson, Ch., Carmel, M., (2001). *A New Paradigm in General Practice Research-Towards transdisciplinary Approaches*. The utilization of multiple re-search methodologies in general practice research, <http://www.priory.com/fam/paradigm.htm>.

PIGARS de la Provincia de Arequipa 2017-2028, (2017). Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) de la Provincia de Arequipa 2017-2028. Arequipa. <https://www.muniarequipa.gob.pe/descargas/gestionmanejoresiduos/PIGARS%202017-2028/PIGARS%20final%2022%20de%20Diciembre.pdf>

Ramos, M. M., & Orth, X. G. (2007). Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas. *Boletín De La Sociedad Botanica De Mexico*(80), 69-84. Retrieved 12 14, 2022, from <http://redalyc.org/pdf/577/57708008.pdf>

Randolph, J., (2004) *Environmental Land Use Planning and Management*. Island Press, Washington, D.C., pp.16-35.

- Rojas Flores (2022) UNSA. UCSM. UCSP. 2022. Agenda para el desarrollo de Arequipa 2023 – 2026. <https://ucsp.edu.pe/wp-content/uploads/2022/10/agenda-para-desarrollo-2023-2026.pdf>
- Santos Rueda, M. D. (2017). *Modelamiento del escurrimiento por el software Hec-Hms para predecir el comportamiento hídrico de la subcuenca del río Carrizal* (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM).
- Schumm, S.A. (1977). *The Fluvial System*. John Wiley, N.Y. 338 p.
- Selman, P., (1992) *Environmental Planning: the conservation and development of Biophysical Resources*. Paul Chapman Publishing, London, pp.1-15
- Sociedad Minera Cerro Verde (SMCV) (2021) Resultados del Monitoreo Ambiental Participativo de Aire-2021. <https://www.cerroverde.pe/assets/img/desarrollo/medio-ambiente/mineria-cobre-molibdeno-arequipa-minera-cerro-verde-map-2021.pdf>
- Sociedad para la Restauración Ecológica (2004). *Principios de SER International sobre la restauración ecológica*. https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/SER_Primer/ser-primer-spanish.pdf



ELABORACION DE UNA PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN PARA EL PROCESO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL RÍO CHILI EN EL SECTOR DEL TRAMO URBANO CHILINA-TINGO, AREQUIPA, 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	rc.upr.edu.cu Fuente de Internet	2%
2	studylib.es Fuente de Internet	2%
3	www.lerf.esalq.usp.br Fuente de Internet	1%
4	ateneo.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	www.gomezpalacio.gob.mx Fuente de Internet	1%
6	repository.javeriana.edu.co Fuente de Internet	1%
7	revistas.uap.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	prezi.com Fuente de Internet	1%

9	repositorio.ana.gob.pe Fuente de Internet	1 %
10	myslide.es Fuente de Internet	1 %
11	www.magrama.gob.es Fuente de Internet	1 %
12	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE Trabajo del estudiante	1 %
13	repositorio.espam.edu.ec Fuente de Internet	1 %
14	www.redpai.uady.mx Fuente de Internet	1 %
15	repositorio.utp.edu.co Fuente de Internet	1 %
16	repository.uamerica.edu.co Fuente de Internet	1 %
17	psicologiaymente.com Fuente de Internet	1 %
18	www.ecologiaperumanu.com Fuente de Internet	1 %