Firmado digitalmente por :
PINTO ORTIZ Yury Alfonso
FAU 20492966658 hard
Motivo: Doy VB
Fecha: 30/05/2025 17:15
Cargo: Director General

GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE EN EL MARCO DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

EL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SNGA) tiene por finalidad orientar, integrar, coordinar, supervisar, evaluar y garantizar la aplicación de las políticas, planes, programas y acciones destinados a la protección del ambiente y contribuir a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

El SNGA está constituido por las instituciones públicas que ejercen funciones en esta materia en los tres niveles de gobierno, con la participación del sector privado y la sociedad civil. Asimismo, está conformado por cinco sistemas funcionales: Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA), Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE), Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA), Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos (SNGRH) y Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). La dirección de cada sistema funcional está a cargo de un ente rector.

EL MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM) es la autoridad nacional ambiental, así como el órgano rector del Sector Ambiente, el SNGA, el SEIA y el SINIA.

LA CAJA DE HERRAMIENTAS DEL SEIA consiste en una serie de publicaciones con contenido técnico y normativo, elaborada por el MINAM que buscan orientar la aplicación de las diferentes etapas del proceso de evaluación de impacto ambiental, contando así con un marco de referencia común para el fortalecimiento del SEIA. Está dirigida a los titulares de proyectos de inversión, las autoridades competentes en los tres niveles de gobierno (nacional, regional y local), opinantes técnicos, entre otras entidades del Estado y, la sociedad civil, como participantes imprescindibles de la gestión ambiental.

LA GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE EN EL MARCO DEL SEIA forma parte de la caja de herramientas del SEIA. Contiene orientaciones para la caracterización de los factores ambientales que, de acuerdo con la naturaleza del proyecto, constituyen la línea base de los estudios ambientales.

LÍNEA BASE AMBIENTAL PÚBLICA es la información actualizada proporcionada por el Estado, sobre la caracterización de los componentes ambientales físicos, biológicos y sociales presentes en una determinada cuenca o unidad hidrográfica. Es vinculante para la elaboración y evaluación de los estudios ambientales, los cuales se elaboran de acuerdo con los términos de referencia aprobados por los Sectores.

CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 5

2 ¿QUÉ ES LA GUÍA Y CÓMO SE UTILIZA? 8

3 ¿QUÉ ES UNA LÍNEA BASE? 10

4 ¿CÓMO SE ELABORA UNA LÍNEA BASE? 12

4.1 PLANIFICACIÓN DE LA LÍNEA BASE 12

4.1.1 Delimitación del área de estudio 13

4.1.2 Definición de los alcances 15

4.1.3 Compilación de los datos existentes 15

4.1.4 Visita de reconocimiento 15

4.1.5 Definición de técnicas de recojo de información primaria 16

4.1.6 Elaboración del plan de trabajo 16

4.2 TRABAJO DE CAMPO ..... **¡Error! Marcador no definido.**

4.2.1 Validación de la ubicación de las estaciones de muestreo y el esfuerzo de muestreo 17

4.2.2 Validación de localidades y ajuste de la muestra 17

4.2.3 Selección de las unidades muestrales o informantes clave 17

4.2.4 Recolección de información 18

4.3 BASES DE DATOS Y ANÁLISIS 19

4.3.1 Validación y control de calidad de los datos 19

4.3.2 Elaboración de la base de datos 19

4.3.3 Análisis de datos 19

4.4 ELABORACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS 21

4.4.1 Generación de bases de datos en SIG 21

4.4.2 Elaboración del mapa topográfico, mapa básico o cartografía básica 21

4.4.3 Elaboración de mapas temáticos 21

4.5 INTERPRETACIÓN DE DATOS Y ELABORACIÓN DE INFORME .. **¡Error! Marcador no definido.**

4.5.1 Descripción de resultados e interpretación de la información 24

4.5.2 Elaboración de los informes 24

4.5.3 Consideraciones respecto a la evaluación de impactos y estrategia de gestión ambiental .. 25

4.5.4 Lista de referencias 25

5 GLOSARIO 26

6 BIBLIOGRAFÍA 32

7 ABREVIACIONES 34

Índice de figuras

Figura 1-1: Proceso técnico de elaboración del estudio ambiental.....7
Figura 2-1: Flujograma del proceso de elaboración de los estudios de línea base 9
Figura 4-1: Esquema para delimitación de área de estudio ambiental 14
Figura 4-2: Esquema para delimitación de área de estudio social.....14

Índice de tablas

Tabla 4-1: Representación espacial de acuerdo al tipo de proyecto.....22
Tabla 4-2: Área mínima cartografiable para distintas escalas. 24

Nota:
Las normas ambientales referidas a parámetros, protocolos, valores de referencia, entre otros, emitidas con posterioridad a la presente Guía, son consideradas (en reemplazo) de aquellas que fueron descritas, citadas o referenciadas a lo largo de este documento

Índice de anexos

Anexo 1. Factores físicos
Anexo 2. Factores biológicos
Anexo 3. Factores sociales
Anexo 4. Factores transversales

1 INTRODUCCIÓN

La línea base –entendida como la caracterización inicial del área donde se ejecutará un proyecto– es una de las principales herramientas en el proceso de elaboración de los estudios ambientales. Constituye la base para realizar la evaluación de los impactos, diseñar las medidas de manejo y hacer seguimiento a la eficacia de las medidas de control, mitigación y restauración propuestas. Por ello, la línea base es elaborada con un fundamento técnico sólido.

Durante los últimos años, las instituciones del Estado peruano vienen destinando esfuerzos y recursos a fin de establecer criterios objetivos para determinar la extensión y el alcance de los trabajos de línea base. En este marco, el Ministerio del Ambiente (MINAM), en colaboración con la cooperación alemana para el desarrollo - implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), a través de su programa ProAmbiente II – ha elaborado la presente "Guía para elaboración de la línea base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental" (en adelante, la guía), con el propósito de orientar en este proceso a los profesionales de las empresas, las entidades autorizadas para elaborar estudios ambientales y las entidades competentes encargadas de revisar, evaluar y hacer el seguimiento de dichos estudios a nivel nacional. Esta guía es aplicable a todos los proyectos de inversión de capital público, privado y mixto de los diferentes sectores económicos.

El objetivo de la guía es brindar orientaciones para la caracterización de los factores ambientales que, de acuerdo con la naturaleza del proyecto, constituyen la línea base de los estudios ambientales y sus modificaciones o actualizaciones, en caso de que se requieran. De esta manera, se aspira a contar con un marco referencial común para la elaboración de la línea base, que garantice un proceso de evaluación técnicamente consistente y administrativamente predecible, así como orientar al usuario en la interpretación de datos para elaborar variables indicadoras de impacto ambiental.

Cabe precisar, además, que, debido a su carácter orientador, esta guía puede ser utilizada - en lo que corresponda- en la elaboración de los instrumentos de gestión ambiental complementarios al SEIA.

Considerando que la línea base se utiliza para evaluar los impactos de un proyecto específico, su alcance y extensión deben estar de acuerdo con la naturaleza y los impactos potenciales del proyecto, así como con las características propias del ambiente en el que se va a desarrollar. Esto quiere decir que la línea base no cubre necesariamente todos los factores posibles del ambiente, sino que considera los factores ambientales relevantes que podrían verse afectados por el desarrollo del proyecto, a fin de determinar ex ante la calidad ambiental del área de influencia del proyecto. La definición de los factores que se consideran para la elaboración de la línea base se realiza en un paso anterior, mediante un diagnóstico, evaluación preliminar o *scoping*. El *scoping* es el análisis para identificar los impactos que son más probables de ser significativos, con el propósito de enfocar el tiempo y los recursos a estos asuntos más importantes. El *scoping* proporciona un enfoque para la evaluación ambiental, ya que identifica los impactos significativos a considerar y asegura que sean analizados en detalle.

La figura 1-1 muestra el proceso técnico para la elaboración del estudio ambiental, que sigue estas etapas:

1. Descripción del proyecto, que incluye el análisis de alternativas a considerar para elaborar y diseñar el mismo.
2. Determinación del área de influencia preliminar, que establece el área de estudio de la línea base.

3. Desarrollo de línea base, que contiene la descripción del medio (físico, biológico, social y transversal) potencialmente afectado.
4. Identificación de los impactos potenciales, que incluye:
   a. Identificación de las actividades del proyecto y aspectos ambientales (causas de impacto).
   b. Identificación de los factores del medio físico, biológico y social (receptores de impacto).
5. Identificación de riesgos ambientales, derivados de contingencias (fallos, accidentes o eventos fortuitos) asociadas a peligros naturales, tecnológicos y operacionales.
6. Caracterización de los impactos potenciales, que incluye:
   a. Caracterización de efectos y elaboración de modelos de predicción.
   b. Valoración de los impactos.
   c. Determinación de la significancia y jerarquización de los impactos ambientales.
   d. Definición del área de influencia.
7. Estrategia de manejo ambiental, que incluye, según corresponda, las medidas de manejo ambiental de los impactos ambientales negativos significativos y como mínimo los siguientes planes:
   7.1 Plan de Manejo Ambiental
   7.2 Plan de Contingencias
   7.3 Plan de Vigilancia Ambiental
   7.4 Plan de Relaciones Comunitarias
   7.5 Plan de Minimización y Manejo de Residuos Sólidos
   7.6 Plan de Abandono o Cierre
   7.7 Plan de Compensación Ambiental
8. Caracterización de los impactos residuales.

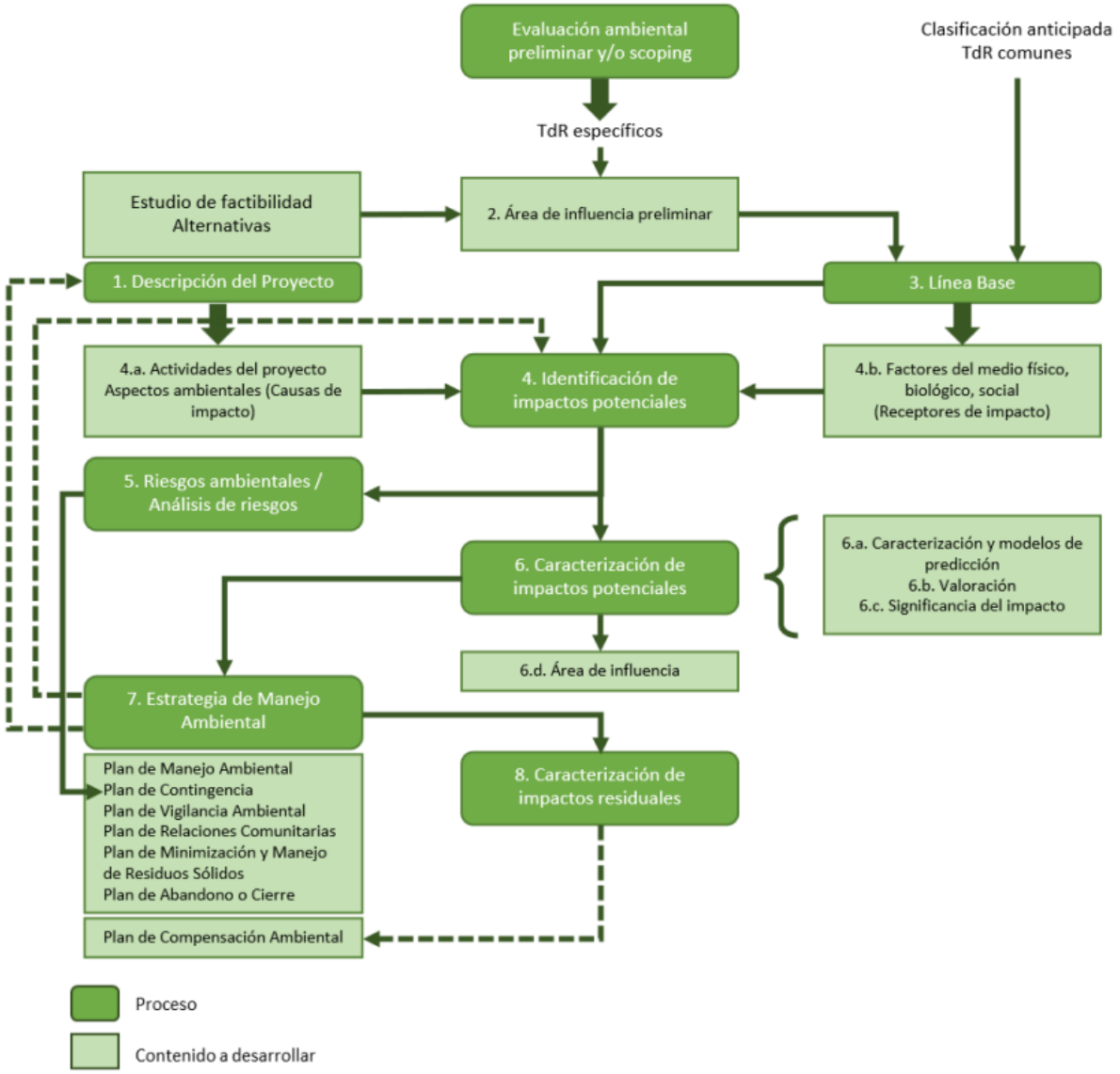
La presente guía desarrolla las etapas 2 y 3 relativas a la definición del área de influencia preliminar y el desarrollo de la línea base.

La guía se ha organizado en cuatro secciones, cuyo contenido se resume a continuación:

La sección 1 corresponde a la Introducción.
La sección 2 presenta el alcance de la guía.
La sección 3 define qué es una línea base.
La sección 4 aborda cómo se elabora la línea base.

Los anexos desarrollan los lineamientos para la elaboración de las líneas base física, biológica, social, así como para los factores transversales. Brindan pautas para establecer los factores por evaluar y presentan una lista de documentos de referencia.

Figura 1-1: Proceso técnico de elaboración del estudio ambiental



(*) La figura presenta el flujo iterativo de la identificación y caracterización de los posibles impactos y riesgos ambientales, sobre la base de la descripción del proyecto y la línea base; y de las medidas de manejo ambiental propuestas para su atención.

Elaboración propia

2 ¿QUÉ ES LA GUÍA Y CÓMO SE UTILIZA?

En la actualidad, tanto en el Perú como a nivel mundial, es común que las líneas base pierdan de vista su objetivo principal, esto es, generar información que permita contextualizar y analizar los impactos ambientales de un proyecto. En cambio, frecuentemente se producen estudios extremadamente complejos, académicos y teóricos que, además de producir información irrelevante, no hacen un uso eficiente de los recursos o carecen de información apropiada para realizar una correcta identificación y análisis de los impactos potenciales de los proyectos de inversión y las medidas que se requieren para mitigarlos. En contraste, el objetivo de la presente guía es proporcionar soporte técnico a todos los actores involucrados en elaborar, acompañar y/o evaluar los estudios de línea base de los diferentes estudios ambientales.

Esta guía es aplicable a todos los proyectos públicos, privados y de capital mixto, de todos los sectores económicos, y tienen como principal objetivo la identificación de factores ambientales que podrían verse afectados por el desarrollo del proyecto y que son necesarios caracterizarlos como parte de la línea base. Las variables que se incluyen finalmente son determinadas, en cada caso, durante la fase de diagnóstico, evaluación preliminar o *scoping*, en la que se seleccionan los factores "clave" o "relevantes" para el proyecto, teniendo en cuenta su ubicación geográfica, su descripción preliminar, así como su posible interacción con el ambiente y la sociedad. Cabe indicar que el alcance de esta fase preliminar no forma parte de la presente guía.

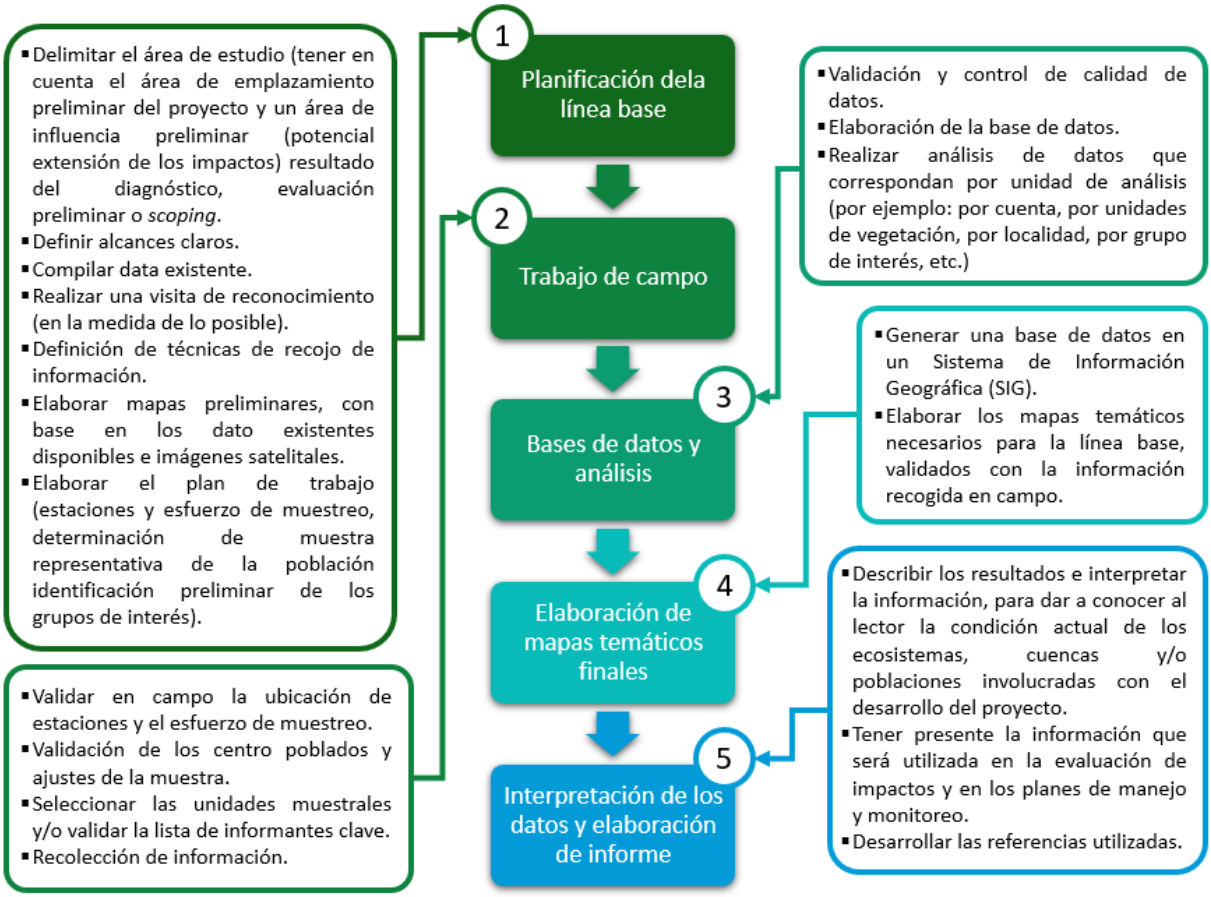
La fase de *scoping* utiliza fuentes de información que provienen principalmente de un análisis espacial del paisaje, de estudios científicos de gabinete, de otros instrumentos de gestión ambiental, de la consulta a expertos y actores locales, entre otros. La información colectada, idealmente, debería ser verificada mediante un reconocimiento de campo. Esta información permite entender el paisaje y la biodiversidad del área, y seleccionar los factores ambientales relevantes para el proyecto. Para identificar los factores ambientales relevantes es necesario entender los componentes y actividades del proyecto para cada una de las etapas (construcción, operación, abandono, etc.) e identificar preliminarmente los aspectos ambientales (causas del impacto) y su posible interacción con el ambiente y la sociedad. De este análisis preliminar, se identifican los potenciales impactos ambientales y los factores ambientales (receptores de los impactos). Se recomienda que con esta información se analicen diferentes alternativas del proyecto a través de un proceso interactivo de identificación de impactos y sus respectivas medidas de mitigación hasta elegir la alternativa más viable desde el punto de vista ambiental, social y económico.

Una vez establecidos los factores ambientales relevantes, se pueden utilizar los capítulos y anexos correspondientes de esta guía para su desarrollo en detalle. Es posible que la naturaleza del proyecto demande evaluar alguna variable ambiental no incluida en esta guía, en cuyo caso, se utilizan referencias reconocidas en los ámbitos nacional o internacional, siguiendo lineamientos similares a los descritos para el resto de los factores.

Esta guía brinda información, pautas y referencias a los profesionales que elaboran y participan en la revisión de las líneas base. Sin embargo, las consideraciones contenidas en esta guía no son limitativas; además, permite la implementación de innovaciones, siempre que cuenten con respaldo técnico y que sean aplicables al contexto del proyecto por evaluar. Adicionalmente, la presente guía brinda pautas referenciales para el recojo de información en campo en aquellos casos en que existan limitaciones de acceso, siempre en coordinación con la autoridad que evaluará el estudio.

En la figura 2-1 se presenta el flujograma que se sigue para elaborar la línea base. En las secciones 3 y 4 se brindan más detalles sobre cada fase.

Figura 2-1: Flujograma del proceso de elaboración de los estudios de línea base



3 ¿QUÉ ES UNA LÍNEA BASE?

De acuerdo con la Ley N° 27446, Ley del SEIA, y su Reglamento, aprobado por el Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, una línea base es el estado actual del área de actuación previa a la ejecución de un proyecto, lo que incluye la descripción detallada de los atributos o características socioambientales de su área de emplazamiento. Para efectos de esta guía, el área de actuación se denomina "área de estudio", es decir, aquella donde se lleva a cabo la caracterización ambiental y social. El área de estudio no debe confundirse con el "área de influencia", que se obtiene como resultado de la evaluación de impactos. El área de estudio es lo suficientemente amplia como para contener las posibles áreas de influencia resultado de la evaluación.

Los estudios de línea base constituyen uno de los pilares de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), pues solo se pueden predecir correctamente los impactos y formular medidas efectivas de mitigación y monitoreo, si se cuenta con información técnica sólida de los sistemas ambientales y sociales de las áreas donde se desarrollarán los proyectos (Morris y Therivel, 2009).

Una línea base no es la suma de inventarios de recursos naturales. Tampoco es considerada solo como una "foto" previa al desarrollo del proyecto, sino que describe, en lo posible, la variabilidad natural inherente al área de estudio. La línea base contiene la descripción, ubicación y emplazamiento del proyecto, así como la identificación de la posible área de influencia directa e indirecta, la cual está relacionada con el espacio físico, biótico y socioeconómico, en el que una determinada actividad produce impactos ambientales, tanto directos como indirectos.

Es importante que la línea base considere, además de la información sobre el estado actual del área de estudio, los factores que podrían influir sobre los sistemas ambientales, por ejemplo, a consecuencia del cambio climático, ocurre la alteración de la frecuencia e intensidad de las lluvias, el incremento de la tasa de deforestación o migración de poblaciones. Esta información es incorporada en la colecta de datos para realizar una adecuada predicción de los impactos, diferenciando aquellos originados por el desarrollo del nuevo proyecto, de aquellos que se manifestarían igualmente en un escenario sin proyecto en el mismo espacio de tiempo (Glasson *et al*., 2012). La información incluida en la línea base sirve como punto de referencia frente al cual se mide la magnitud y significancia de los impactos positivos y negativos del proyecto (NEPA, 2007).

Teniendo en cuenta que la línea base sirve para la evaluación de los impactos y la determinación de las medidas ambientales, los estudios de línea base se enfocan en aquellos factores relevantes de los sistemas ambientales y sociales que tengan el mayor potencial de verse afectados por el proyecto, lo cual son definidos en la fase de *scoping* (Glasson *et al*., 2012), como se indicó anteriormente. Estos factores incluyen el medio físico —por ejemplo, el clima, la meteorología, la geomorfología, la hidrografía, el suelo, la calidad del aire, el ruido, entre otros—, el medio biológico —por ejemplo, los ecosistemas terrestres y marinos, así como las especies de flora y fauna terrestre y acuática que los conforman— y los factores sociales, económicos, culturales y antropológicos de las poblaciones del área de estudio; también incorporan otros factores que la autoridad competente determine, tales como los daños ambientales preexistentes en la área de estudio —por ejemplo, pasivos ambientales generados por actividades anteriores al proyecto—, áreas donde puedan generarse contingencias que afecten a la población y sus bienes, áreas sensibles, entre otros.

Los factores a incorporar en la línea base varían de acuerdo con las condiciones y la envergadura del proyecto, así como con su ubicación geográfica.

Las evaluaciones son realizadas por un equipo multidisciplinario (NEPA, 2007) que cuente con experiencia en proyectos y/o localidades con características similares, de manera que se pueda garantizar un adecuado nivel de colecta e interpretación de la información.

Para que una línea base se considere completa incluye, como mínimo, lo siguiente (Morris y Therivel, 2009):

- Una revisión de la información secundaria disponible.
- Una descripción detallada de los métodos utilizados para obtener información primaria.
- Una adecuada descripción e interpretación de los resultados obtenidos.
- Una evaluación priorizada de las variables ambientales y sociales relevantes para el contexto del proyecto y su potencial sensibilidad frente a los impactos.
- Indicaciones sobre las limitaciones e incertidumbre en relación con la exactitud de los datos.

Para la elaboración de la línea base, en los aspectos que correspondan, se recomienda recurrir a la información que proporciona la Plataforma Interoperable de la Línea Base Ambiental Pública[1].

[1] Mediante Decreto Supremo N° 004-2025-MINAM se crea la Línea Base Ambiental Pública a cargo del Ministerio del Ambiente.

4 ¿CÓMO SE ELABORA UNA LÍNEA BASE?

4.1 PLANIFICACIÓN DE LA LÍNEA BASE

Como se mencionó anteriormente, la definición de los factores ambientales que se consideran en la elaboración de una línea base se realiza en un paso anterior (*scoping*). El titular considera este proceso inicial de *scoping* en la etapa de clasificación o antes de la presentación del plan de participación ciudadana. La planificación de la línea base se centra en los factores relevantes del área del estudio previamente definidos.

Desde el punto de vista ambiental, se recomienda que la elaboración de la línea base comience en las fases iniciales del proyecto, tan pronto se haya logrado un entendimiento razonable de este (AusAID, 2003). La línea base es planificada con el suficiente tiempo, de manera que permita como mínimo estudiar el área durante un año hidrológico completo (e.g., temporada seca y húmeda) para ecosistemas terrestres y año cronológico (e.g., temporada calidad y fría) para ecosistemas marinos. Para ello, se recopila primero información secundaria sobre la variación anual del clima con el fin de seleccionar las fechas idóneas para los muestreos.

En la medida en que los recursos y la planificación del proyecto lo permitan, se recomienda empezar incluso con una anticipación mayor de un año, especialmente en lo que respecta a los factores ambientales más críticos, debido a dos razones principales. La primera es que una línea base elaborada con registros de un periodo más largo y con mayor frecuencia es más robusta, ya que puede capturar mejor la variación natural de los componentes del ecosistema bajo estudio. En algunos ecosistemas, los ciclos no son anuales, sino interanuales y una línea base elaborada con datos de varios años permite una mejor aproximación a las condiciones existentes. Para ciertos factores ambientales, la variación puede ser mensual, como sucede, por ejemplo, con los cambios en abundancia de las especies como parte de su historia de vida (época de migraciones, temporada de muda, etc.). La segunda es que la información preliminar obtenida de los estudios de línea base es utilizada en los análisis que realiza el equipo de ingeniería para tomar decisiones de diseño y reducir los impactos ambientales negativos a partir de un mayor conocimiento del área. En especial, la selección de alternativas a considerar para diseñar y elaborar el proyecto se ve altamente favorecida cuando se cuenta con información preliminar de línea base, ya que permite incluir criterios ambientales basados en información primaria.

Asimismo, como parte de la planificación de la línea base, se considera el análisis del riesgo climático y la vulnerabilidad del entorno, entre otros aspectos relacionados con el riesgo ambiental conforme la normativa vigente.

Se recomienda seguir los siguientes pasos para la planificación de la línea base:

1. Delimitación del área de estudio;
2. Definición de alcances;
3. Compilación de la data existente;

4. Visita de reconocimiento (de ser posible o en caso no haya sido realizada durante la fase de *scoping*);
5. Definición de técnicas de obtención de información, y;
6. Preparación del plan de trabajo.

4.1.1 Delimitación del área de estudio

El área de estudio es aquella donde se llevan a cabo los estudios de caracterización que conforman la línea base. Para establecer el área de estudio se cuenta al menos con una descripción conceptual del proyecto por desarrollar y una descripción general del lugar donde se emplazaría, lo que incluye las alternativas que se evaluarán para la elaboración y diseño del proyecto. Se define un área de estudio ambiental para los factores ambientales biológicos y físicos y un área de estudio social para los factores sociales.

Para delimitar el área de estudio ambiental se considera la identificación preliminar de los impactos potenciales del proyecto realizada durante la fase de *scoping*. Para cada uno de los impactos identificados, se establece su extensión preliminar -área de influencia preliminar- basada en el juicio profesional, la experiencia en otros proyectos semejantes, la información disponible sobre los ecosistemas terrestres y acuáticos (incluyendo sus componentes y servicios ambientales) receptores de los impactos u otros similares y la posible extensión de los impactos preliminares identificados.

El primer paso consiste en generar mapas que reflejen la potencial extensión de los impactos para los principales factores ambientales y luego superponerlos para determinar un área de estudio ambiental preliminar. Los mapas se generan en base a la interpretación de imágenes satelitales actualizadas además de información espacial ambiental y social proveniente de fuentes oficiales a nivel nacional e internacional. Los mapas incluyen información espacial sobre áreas de importancia para la biodiversidad, es decir, Áreas Naturales Protegidas, ecosistemas frágiles, sitios RAMSAR, Áreas Clave de Biodiversidad (KBA por sus siglas en inglés), áreas de conservación privadas, cobertura vegetal y usos de la tierra, entre otros, para entender el paisaje, los ecosistemas y hábitats presentes en el área.

En el segundo paso, se identifica las características geográficas que podrían generar una frontera definitiva para los impactos. Por ejemplo, en el caso de cuerpos de agua podría ser un afluente importante, mientras que, para otros factores ambientales, los límites de una cuenca podrían establecer las fronteras del área de estudio. Asimismo, se identifican hábitats importantes cercanos o adyacentes y se evalúa su inclusión como parte del área de estudio en caso de que puedan ser utilizados en el futuro con fines de compensación, o si son importantes para las poblaciones locales.

Finalmente, como producto de la combinación del primer y el segundo paso, se hace una revisión del área teniendo en cuenta que sea compatible con la magnitud del proyecto, y que incluya zonas sin impactos para posibles fines de monitoreo. El área de estudio, determinada de esta manera será más extensa que la potencial área de influencia por establecer luego de la identificación y caracterización de impactos ambientales.

En el caso de los proyectos con componentes lineales (como por ejemplo carreteras, ductos, líneas de transmisión, etc.) que cruzan una gran variedad de ecosistemas, el enfoque es diferente. En estos casos, para determinar el área de estudio es más eficiente considerar un *buffer* o banda a lo largo del trazo del componente lineal, sumado al *buffer* de los otros componentes en caso de que los hubiere. Los estudios de caracterización comprenden toda el área en su integridad.

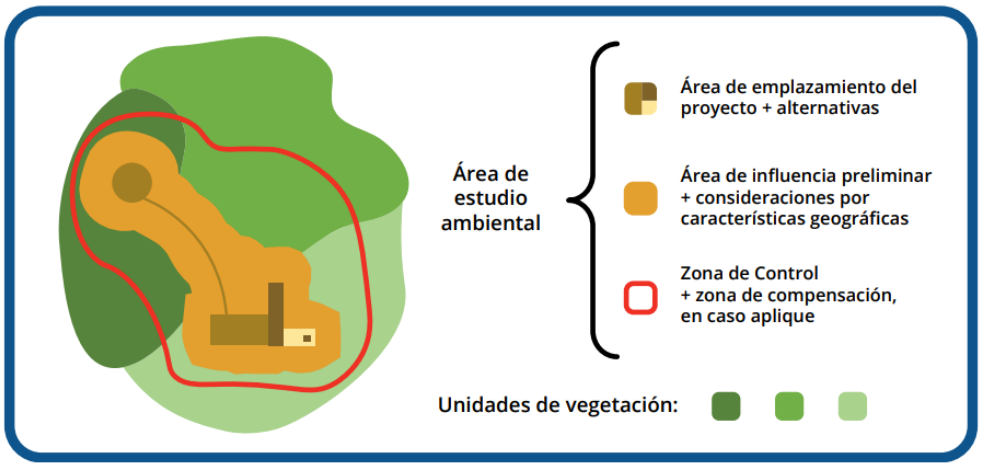
Para la delimitación del área de estudio social, se consideran criterios relacionados con las características del asentamiento poblacional en el área donde se desarrollará el proyecto. Asimismo, se toman en cuenta los efectos que la población reciba de los cambios ambientales sobre sus zonas de uso o sobre sus actividades económicas, fuentes de agua, infraestructura, bienes culturales u otros.

Considerando los criterios ambientales, se delimita el área de influencia preliminar, la que sirve para identificar las localidades que serán incluidas en el plan de participación ciudadana.

Los criterios utilizados para la delimitación del área de estudio son claramente explicados en el estudio ambiental.

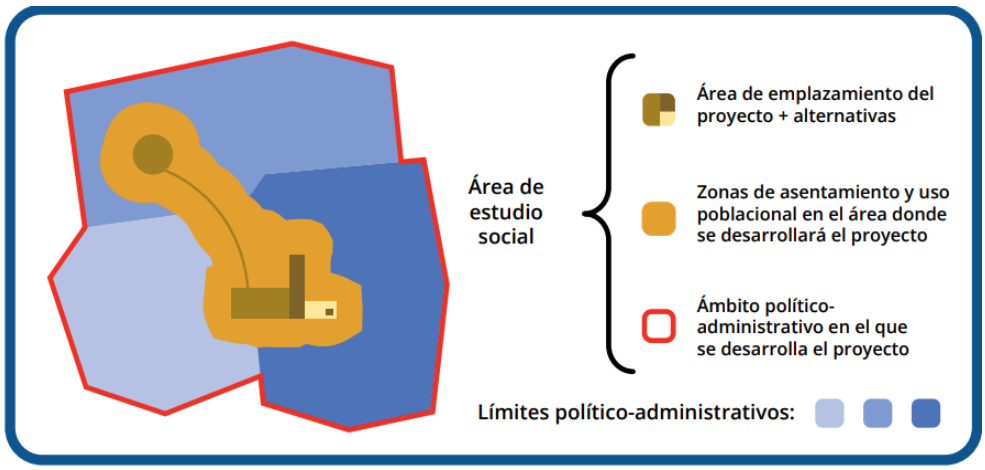
En la figura 4-1 se presenta el esquema para la delimitación del área de estudio ambiental; y en la figura 4-2, el esquema para la delimitación del área de estudio social.

Figura 4-1: Esquema para delimitación de área de estudio ambiental



Elaboración propia

Figura 4-2: Esquema para delimitación de área de estudio social



Elaboración propia

4.1.2 Definición de los alcances

Una vez definidos los factores ambientales y sociales por caracterizar y determinada la extensión de sus respectivas áreas de estudio, se definen los alcances de la línea base para cada factor.

El alcance se entiende como la definición de variables o parámetros a caracterizar por cada factor, así como el esfuerzo y tipo de evaluación necesarias para realizar la caracterización. La caracterización de las variables o parámetros está estructurada en un protocolo para cada factor identificado. El protocolo es un documento corto construido alrededor de una o más preguntas que apuntan a responder a los potenciales impactos a un factor específico. Un protocolo incluye la metodología propuesta para obtener los datos de campo, el análisis estadístico y la metodología de interpretación de los resultados que permitan absolver la pregunta y evaluar los impactos. Las preguntas del protocolo se enfocan directamente en la relación entre los factores biológicos y el efecto que tiene el desarrollo del proyecto sobre ellos. Los resultados del protocolo ayudan a comprender los cambios relevantes y regulares que podrían presentarse en la detectabilidad y abundancia de los factores en el área de estudio y a lo largo del tiempo.

La definición de estos alcances depende tanto del área de estudio y de su extensión geográfica como de las características de los impactos potenciales del proyecto. El detalle para los distintos factores ambientales se presenta en los anexos 1 al 4 de la presente Guía.

Es importante que la línea base proporcione toda la información requerida para evaluar los impactos del proyecto. Se evita recoger información adicional que no sea utilizada para este fin, con el objetivo de hacer un uso eficiente de los recursos (AusAID, 2003).

4.1.3 Compilación de los datos existentes

A partir de la revisión de fuentes secundarias, se obtiene información del área de estudio que esté relacionada con los factores ambientales identificados y de las variables y parámetros por caracterizar, así como de actividades antrópicas anteriores al proyecto. Los datos extraídos y analizados constituyen los antecedentes del estudio, ayudan a refinar los protocolos como parte del manejo adaptativo y brindan pautas para planificar y ejecutar la fase de recojo de información primaria.

En esta etapa se evalúa la posibilidad del uso de línea base compartida según lo establecido en los artículos 6 y 7 de la Ley N° 30327, Ley de Promoción de las Inversiones para el Crecimiento Económico y el Desarrollo Sostenible, y su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 005-2016-MINAM. A partir de esta información, identificar de manera preliminar las especies que se encontrarían en el Listado Nacional de Especies Exóticas Invasoras contenidas en el Plan de Acción Nacional sobre las Especies Exóticas Invasoras en el Perú 2022-2026, aprobado mediante Decreto Supremo N° 006-2022-MINAM, y considerarlas en la planificación para el recojo de información.

4.1.4 Visita de reconocimiento

De ser posible –en caso de que no haya sido realizada durante la fase de *scoping*–, se considera una visita de reconocimiento que permita contar con una mejor noción del área donde se desarrollará el proyecto y, de esta manera, plantear la metodología de recojo de información primaria para cada disciplina. Además, realizar las coordinaciones respectivas con los propietarios y posesionarios de predios o zonas de uso de recursos superpuestas con el área de estudio.

Si el área de estudio se superpone con Áreas Naturales Protegidas, la visita de reconocimiento es coordinada con el SERNANP para las acciones que correspondan.

4.1.5 Definición de técnicas de recojo de información primaria

Las técnicas de recojo de información primaria constituyen el conjunto de métodos y procedimientos que permiten al investigador caracterizar el objeto o sujeto de estudio.

Dado que las líneas base para estudios ambientales están constituidas por factores físicos, biológicos y sociales, se establecen diferentes técnicas de recojo de información, las cuales se definen a partir de las características específicas tanto del área de estudio como del objeto o sujeto por evaluar.

En línea con lo mencionado en la sección 4.1.2, las técnicas de colecta de información obedecen al protocolo establecido y ser elegidas para obtener los datos de campo que permitan absolver la pregunta.

En los anexos 1, 2, 3 y 4 de la presente guía se presentan más detalles sobre las técnicas de recojo de información primaria para los factores ambientales en el medio físico, biológico, social y transversales (e.g., servicios ecosistémicos), respectivamente.

Una vez definidas las técnicas de recojo de información se pueden generar los instrumentos o herramientas con los que se recolecta la información en campo, así como planificar la logística de los trabajos.

4.1.6 Elaboración del plan de trabajo

La fase de recolección de información primaria constituye un momento crucial en la elaboración de la línea base, por lo que su planificación es primordial para llevarla a cabo con éxito (Medianero, 2011).

El plan de trabajo constituye una herramienta fundamental para el personal de campo, ya que contiene los lineamientos principales para la ejecución de la tarea, incluyendo los profesionales a cargo del trabajo de campo, la ubicación de las estaciones de muestreo o localidades que son estudiadas, las actividades que se desarrollan (considerando un laboratorio acreditado ante INACAL, con sus respectivos métodos de ensayo también acreditados), así como el tiempo pautado para su realización (cronograma).

A continuación, se señalan algunas consideraciones para la elaboración del plan de trabajo:

- El personal seleccionado para la recolección de información cuenta con la experiencia profesional en la materia y en la aplicación de las técnicas e instrumentos de investigación que se aplican en campo lo cual permite garantizar un óptimo empleo de tiempo y recursos durante la fase de campo;
- A partir de la compilación de data existente se establece, de manera preliminar, las estaciones de muestreo o centros poblados que se estudian, así como el tamaño de la muestra o el esfuerzo de muestreo.
- Se considera un cronograma que detalle, de manera preliminar, las actividades a realizarse por día de trabajo.
- El plan de trabajo considera la logística, la salud y la seguridad del personal de campo.

En el caso de los factores biológicos, los alcances del plan de trabajo son concordantes con los planes de investigación que el titular gestione con SERNANP, según corresponda.

4.2 TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo es la fase crítica en la secuencia de procesos para elaborar la línea base, pues, dependiendo del tiempo que se haya previsto para su ejecución –dos evaluaciones, una por cada estación climática, por ejemplo–, se extiende o reduce el cronograma establecido para la elaboración del estudio ambiental que a su vez influye sobre la planificación del titular respecto a la fecha de inicio del proyecto. A continuación, se señalan las actividades que se consideran en la fase de trabajo de campo:

4.2.1 Validación de la ubicación de las estaciones de muestreo y el esfuerzo de muestreo

Dado que, durante la fase de planificación, las estaciones de muestreo se establecen a partir de información secundaria –imágenes satelitales, fotografías aéreas, estudios previos, etcétera–, la validación de su ubicación constituye la primera actividad que realiza el personal de campo encargado de recoger información referente a los factores físicos y biológicos. Las consideraciones que se toman en cuenta para esta validación son específicas para cada factor y se detallan en los anexos 1 al 4 de la presente guía.

Asimismo, las metodologías de muestreo empleadas son acordes con los protocolos de monitoreo ambiental normados por las autoridades competentes.

4.2.2 Validación de localidades y ajuste de la muestra

Consiste en la verificación de las localidades –centros poblados, comunidades campesinas, comunidades indígenas, distritos, mancomunidades, entre otros– que constituyen el área de estudio social del proyecto, las cuales fueron identificadas de manera preliminar durante la fase de planificación.

En esta fase se realiza el ajuste del tamaño de la muestra para los estudios que emplean técnicas de recojo de información cuantitativa.

4.2.3 Selección de las unidades muestrales o informantes clave

En el caso de los factores ambientales, la unidad muestral depende de las variables o parámetros que se quieran evaluar y son específicas para los distintos factores ambientales principalmente los biológicos. Asimismo, son acordes con las unidades establecidas en la normatividad nacional y, de ser el caso, en la norma internacional recomendada en los protocolos de monitoreos nacionales.

El número de unidades muestrales por estación de muestreo depende de las características y dimensiones del área de estudio.

Se considera los criterios de estacionalidad, aleatoriedad y representatividad, que están sujetos a la ubicación geográfica del proyecto –costa, sierra, selva–, así como a los ecosistemas que abarca.

En el caso de los factores sociales, cuando se emplean técnicas cuantitativas para el recojo de información, por ejemplo encuestas, corresponde utilizar como unidad muestral el hogar.

Cuando se empleen técnicas cualitativas se procede con la identificación de los informantes clave o la validación de las listas de grupos de interés o líderes de opinión obtenidas preliminarmente. Estas personas son invitadas a participar en la aplicación de herramientas cualitativas –entrevistas, grupos focales, diagnósticos rurales participativos, entre otros–. En la fase de selección de los informantes clave se asegura la participación de las mujeres.

Los instrumentos de recojo de información de campo se adecuan al contexto social de las localidades donde se desarrollan los proyectos, ya sean comunidades campesinas o nativas, caseríos, asentamientos humanos o centros poblados (enfoque intercultural).

4.2.4 Recolección de información

Dependiendo del factor caracterizado, estas actividades comprenden:

- La observación o registro de evidencias directas e indirectas, así como la recolección de muestras para la caracterización de los factores físicos y biológicos. En este último caso, las muestras se rigen por protocolos de colecta que garanticen su preservación y traslado a los laboratorios, centro de investigación o instituciones autorizadas, para su análisis en condiciones óptimas.
- La aplicación de instrumentos de recojo de información cuantitativa y/o cualitativa para la caracterización de los factores sociales.
- El registro fotográfico y la aplicación de otros medios de registro electrónico como grabaciones de audio y video.

4.3 BASES DE DATOS Y ANÁLISIS

A partir de la información recolectada durante la fase de campo, se inicia el proceso de elaboración y análisis de la base de datos. Este proceso permite obtener categorías, índices y valores de las variables estudiadas para cada factor. Esta fase implica las actividades que se describen a continuación:

4.3.1 Validación y control de calidad de los datos

Es la etapa previa a la elaboración de la base de datos. Consiste en verificar los datos consignados en las herramientas de campo –cuestionarios, fichas de observación, fotografías, entre otros–, con el propósito de detectar inconsistencias y corregirlas a partir del uso de elementos provistos por la misma herramienta. El manejo de los datos es efectuado de acuerdo con los protocolos de monitoreo ambiental normados para cada autoridad competente.

Cuando la colecta de datos implique realizar análisis de laboratorio, los resultados pasan un control de calidad que permita detectar posibles errores de muestreo o de análisis. Las metodologías aplicadas son acreditadas por el organismo correspondiente.

4.3.2 Elaboración de la base de datos

Para construir la base de datos, se hace uso de un programa informático. Se recomienda una descripción general en forma de metadatos. Respecto a la información que represente una ubicación espacial, este forma parte de una base de datos geoespacial (metadatos[2]) que cuente con su respectiva proyección y coordenadas UTM con el Datum WGS 84, en cualquiera de las 3 zonas que abarca nuestro territorio (17, 18, 19) en el hemisferio sur.

Es preciso evitar el uso de siglas, símbolos, acrónimos y abreviaturas. En caso de que estas sean indispensables, se desagregan en un libro de códigos. Finalmente, las bases de datos se construyen de tal manera que sean fáciles de usar e interpretar; así, son ordenadas, claras y lo más simples que sea posible.

4.3.3 Análisis de datos

El análisis de datos es un proceso que involucra el análisis exploratorio de datos, análisis estadístico e interpretación de resultados.

[2] Se entiende por metadato el concepto de “datos acerca de los datos”, que consiste en la información que caracteriza datos: describen el contenido, calidad, condiciones, historia, disponibilidad y otras características de los datos. Estos metadatos suministran información sobre los datos producidos y por tanto facilitan la búsqueda y consulta de datos. Las geodatabases permiten su inclusión.

Figura 4-3: Proceso del análisis de datos

a) Análisis exploratorio de datos:

Permite ver patrones básicos de relación entre los datos y variables colectadas, identificar datos extremos y anómalos, colinealidad entre variables, entre otros (Zuur *et al.* 2010, y EPA, 2023), que podrían distorsionar los análisis y resultados posteriores.

b) Análisis estadístico:

Consiste en la aplicación de técnicas estadísticas (test de diferencias paramétricas y no-paramétricas, análisis de regresión, análisis multivariados, entre otros), las cuales se aplican dependiendo de los tipos de datos recolectados, así como la descripción de los resultados sistematizados en tablas, gráficos, mapas, entre otros.

c) Interpretación de resultados:

Dependiendo del objetivo del proceso, se interpretan los resultados de modo que permitan tener claridad sobre el alcance y la validez estadística de los mismos.

El análisis de datos cualitativos considera la codificación y categorización de la información obtenida, que luego es organizada por temas. El material obtenido por temas se compara entre las diferentes categorías, buscando los vínculos que puedan existir entre ellas (Fernández, 2006).

El proceso de análisis de datos es descrito en detalle, indicando los paquetes estadísticos y plataformas de análisis usadas. El desarrollo continuo y facilidad de acceso a lenguajes de programación como R o Python permiten transparentar todo el proceso de análisis de datos dado que se puede compartir.

4.4 ELABORACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS

4.4.1 Generación de bases de datos en SIG

Todos los datos colectados en el campo son ingresados en una base de datos espacial debidamente ordenada, incluida su metadata. Es necesario tomar en cuenta las particularidades de cada factor físico, biológico o social dado que, para realizar la evaluación de los impactos, se requiere manejar la información con una base de datos espacial que pueda ser analizada mediante un software de sistemas de información geográfica (SIG).

La principal característica de un SIG es que está diseñado para trabajar con datos referenciados con respecto a coordenadas espaciales o geográficas, así como con distintas bases de datos de manera integrada. Esto permite generar información gráfica (mapas) útil para la toma de decisiones.

En la base de datos se puede considerar la información disponible en los geoportales o geoservidores oficiales.

4.4.2 Elaboración del mapa topográfico, mapa básico o cartografía básica

El mapa topográfico o de propósito general se elabora como sustento de los mapas temáticos. En dicho mapa topográfico se representa gráficamente los principales elementos que conforman la superficie terrestre, como vías de comunicación, entidades de población, hidrografía, relieve, entre otros, con una precisión adecuada a la escala. El mapa base utilizado en la elaboración de los mapas temáticos es el topográfico o de propósito general simplificado.

Dependiendo de la magnitud, extensión de los estudios y la necesidad de contar con datos más precisos, puede incluirse la generación de datos cartográficos generados a partir de vuelos de RPA o drone.

4.4.3 Elaboración de mapas temáticos

Los mapas temáticos son la forma de representar espacial y visualmente la información de la línea base. Todos los capítulos incluyen mapas correctamente referenciados en el texto del documento y cuentan con una leyenda detallada y son fáciles de interpretar.

Es preciso asegurar que tanto la información del mapa base como la que fundamenta los mapas temáticos cuenten con un control de calidad en cuanto a su validez en el tiempo, la escala apropiada, la precisión de las posiciones y la toponimia correspondiente.

Los mapas temáticos pueden ser simples/directos –por ejemplo, geología, geomorfología, suelos y vegetación– o complejos de análisis –por ejemplo, capacidad de uso mayor, estabilidad física, fragmentación, conectividad y vulnerabilidad–. Debe haber coherencia y correspondencia entre los mapas temáticos afines –por ejemplo, el mapa fisiográfico es un referente para el mapa de cobertura vegetal, el mapa de geología es referente para el mapa de geomorfología, el mapa de suelos es un referente para el mapa de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor, etcétera–. De

corresponder, también se prepara un mapa de Áreas Naturales Protegidas, sus Zonas de Amortiguamiento y/o Áreas de Conservación Regional que incluya rutas de acceso a los puntos de muestreo y habilitaciones temporales, entre otros aspectos. En la tabla 4-1 se presenta la escala recomendada para los mapas según el tipo de proyecto.

Tabla 4-1: Representación espacial de acuerdo al tipo de proyecto

Tipo de proyecto	Escala de presentación recomendada
Proyectos lineales pequeños (área de estudio < 5000 ha)	1:10 000 – 1:25 000
Proyectos lineales medianos y grandes (área de estudio ≥ 5000 ha)	1:20 000 – 1:50 000
Proyectos puntuales pequeños (área de estudio < 5000 ha)	1:10 000 – 1:25 000
Proyectos puntuales medianos y grandes (área de estudio ≥ 5000 ha)	1:20 000 – 1:50 000

Elaboración propia a partir de las recomendaciones de Ecosystems Working Group (1998).

Limitaciones

La libre descarga y transferencia de información espacial sigue siendo la principal limitación para generar cartografía. No obstante, algunas instituciones del Estado están empezando a compartir información mediante plataformas en la web, que se recomienda usar y descargar. Por ejemplo, el Portal de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (GeoIDEP) del Comité Coordinador Permanente de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (CCEIDEP), el GEOCATMIN del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Geoserfor, del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), Geobosques y el Geoservidor del MINAM, el Geoportal del SERNANP, el Sistema de Información Geográfica de Arqueología (SIGDA) del Ministerio de Cultura, la Plataforma Nacional de Datos Georreferenciados Geo Perú de la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM),entre otros.

Si bien cada vez se publican imágenes satelitales de mayor resolución que son de libre disponibilidad, estas pueden presentar elementos que imposibilitan su análisis –por ejemplo, la presencia de nubes, visualización y temporalidad–. Como una solución frente al uso de imágenes satelitales de libre descarga con presencia de nubes, se plantea hacer uso de imágenes con un área de nubes no mayor del 10% del área total de la escena (imagen satelital).

Buenas prácticas

Se recomiendan las siguientes:

- Usar fotografías aéreas –aviones o drones– en zonas donde la cobertura de nubes es permanente durante todo el año.

- Generar y utilizar bases de datos espaciales (Geodatabases) que permiten almacenar y administrar – en forma ordenada y centralizada– la información espacial necesaria para generar cartografía.
- Tomar en cuenta que los atributos internos de cada tabla o *feature class* de la base de datos espaciales incluyen, como mínimo, y de acuerdo con el tipo de geometría —punto, línea o polígono—, los siguientes campos: Este, Norte, altitud, longitud, área y perímetro, así como un campo único de identificación de cada registro (Código, ID, etcétera).
- Utilizar la proyección cartográfica UTM (Universal Transverse Mercator) con el Datum WGS84, en cualquiera de las tres zonas UTM que abarca nuestro territorio (17, 18 o 19) en el hemisferio sur. Para proyectos en ambientes marinos considerar el sistema de coordenadas geográficas[3].
- Como parte del diseño final de los mapas, controlar adecuadamente la presentación de la leyenda, procurando que sea ordenada y sincera; es decir, que muestre realmente lo que se aprecia en el mapa. Considerar la inclusión de los elementos básicos, como la grilla de coordenadas o crucetas si el mapa es muy recargado, el Norte, la escala, gráfica como submúltiplos del mínimo espaciamiento entre la grilla, la escala numérica y el membrete adecuado.
- Utilizar metadatos, entendidos como "datos acerca de los datos"; es decir, la información que describe el contenido, la calidad, las condiciones, la historia, la disponibilidad y otras características de los datos. Estos metadatos suministran información sobre los datos producidos y, por tanto, facilitan la búsqueda y consulta de datos. Las bases de datos espaciales permiten su inclusión.
- Usar métodos de interpolación; es decir, la predicción de valores para celdas de un *raster* a partir de una cantidad limitada de datos de muestra. Estos métodos se utilizan para predecir valores desconocidos. Existen varios métodos de interpolación. Entre los más conocidos se encuentran IDW (ponderación de distancia inversa), Kriging, Spline, regresión estadística y tendencia.

Área mínima cartografiable

Los mapas temáticos representan la distribución de la clasificación temática de determinada región y la delimitación de la extensión geográfica que ocupa. Cuando se genera cartografía es recomendable hacer uso de la unidad mínima cartografiable (UMC), es decir, la unidad más pequeña de superficie que puede ser delimitada en un mapa. Normalmente, corresponde a 4 mm^2 en un mapa impreso. Con la UMC se busca lograr coherencia en la representación espacial, eficiencia en la lectura y utilidad del mapa. Este principio indica que, a partir de una determinada área, los polígonos deben ser generalizados; de lo contrario, se dificulta la distinción que haga el usuario cuando lea el mapa en formato analógico.

Las UMC que se presentan en la tabla 4-2 son tomadas en cuenta al definir la composición de las unidades superiores, inferiores y básicas del mapa. Por ejemplo, si la presentación final del mapa es a escala 1:25 000, evitar que la cartografía presente áreas con información trabajada a menos de 10 000 m^2, ya que estas no pueden ser apreciadas en el mapa impreso. Tener esto en consideración permite dimensionar correctamente el procesamiento de la información necesaria para generar los mapas y optimizar recursos.

[3] Acorde a lo indicado en la Clasificación del cuerpo de agua marino – costero, aprobado por Resolución Jefatural N° 030-2016-ANA, o norma que la sustituya.

Tabla 4-2: Área mínima cartografiable para distintas escalas.

Escala	Unidad mínima cartografiable (4x4 mm)	
	m^2	km^2
1:500	4	0,000004
1:1000	16	0,000016
1:25 000	10 000	0,01
1:50 000	40 000	0,04
1:100 000	160 000	0,16
1:150 000	360 000	0,36

Fuente: Priego *et al.*, 2010.

4.5 INTERPRETACIÓN DE DATOS Y ELABORACIÓN DE INFORME

4.5.1 Descripción de resultados e interpretación de la información

Los índices, valores y categorías obtenidos en la fase de análisis de datos son interpretados en función de la disciplina correspondiente.

Por ejemplo, los resultados obtenidos para algunas disciplinas ambientales son comparados con estándares nacionales o internacionales referenciales establecidos por instituciones de Derecho Internacional Público –como la Organización Mundial de la Salud (OMS)–, mientras que los datos correspondientes a las disciplinas sociales son analizados en función del contexto social, cultural y político del área de estudio.

4.5.2 Elaboración de los informes

Los informes de línea base se estructuran de una manera coherente –siguiendo una secuencia lógica– y se sugiere incluir por componente ambiental lo siguiente:

- El detalle de las estaciones de muestreo finalmente evaluadas —en caso de incluir evaluaciones en campo—. En cuanto a la línea base para los factores sociales, se describen todas las localidades que conforman el área de estudio.
- La descripción detallada de los métodos aplicados en campo y/o de los análisis realizados en laboratorio y gabinete.
- Los resultados de la revisión de información secundaria —en caso de que corresponda—. Cabe precisar que la información secundaria utilizada es representativa (tiempo y espacio) al área de estudio, en función a su compatibilidad (según su finalidad original), temporalidad, ubicación, antigüedad, nivel de detalle, unidades temáticas (paisaje,

vegetación, entre otros), veracidad, relevancia y a las características del proyecto de inversión.

- Los resultados del análisis de la información primaria, incluyendo los mapas, tablas, gráficos y figuras necesarios para evidenciar los hallazgos.
- Referencias bibliográficas. Asegurarse de que todas las que se mencionen a lo largo de los informes estén debidamente listadas en esta sección.
- Anexos que incluyan las bases de datos y toda la información relevante que brinde soporte al informe.

4.5.3 Consideraciones respecto a la evaluación de impactos y estrategia de gestión ambiental

Desde su elaboración, la línea base de los estudios ambientales es entendida como una herramienta fundamental para la evaluación de los impactos y el planteamiento de la estrategia de manejo ambiental.

Cada factor ambiental de la evaluación de los impactos es analizado en función de las variables examinadas en la línea base. Por lo tanto, de todas estas variables, se seleccionan aquellas que luego son utilizadas como indicadores de los impactos del proyecto, e incluso aquellas que son las más adecuadas para el subsecuente monitoreo. Los criterios para la selección de los indicadores dependen de las condiciones y características del área de estudio, pero teniendo en cuenta lo siguiente:

- Que hayan sido utilizados exitosamente en otros estudios ambientales.
- Priorizar que sean cuantitativos y que permitan hacer cálculos o estimaciones de variaciones —por ejemplo, escenario sin proyecto versus escenario con proyecto en la evaluación de impactos—.
- Que cuenten con umbrales de referencia —por ejemplo, valor a partir del cual representa un riesgo significativo a la salud o al ambiente –ECA– o valor a partir del cual se genera un cambio positivo o negativo significativo—, idealmente con respaldo bibliográfico o a partir del juicio de un experto (detallando el sustento). Sin embargo, cabe precisar que estos valores se aplican para variables fisicoquímicas principalmente, mas no para indicadores biológicos.

Asimismo, la estrategia de gestión ambiental se diseña teniendo en cuenta los factores evaluados y la situación de las variables caracterizadas en la línea base.

En los anexos 1, 2, 3 y 4 de la presente guía se presentan las principales consideraciones para elaborar los capítulos de línea base para los estudios ambientales.

4.5.4 Lista de referencias

Se hace un listado de todas las fuentes de información secundaria utilizadas para la elaboración de la línea base.

5 GLOSARIO

Se presentan a continuación las definiciones de los términos utilizados a lo largo de la presente guía.

- **Acuífero**
  Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectadas entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento. Sus límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

- **Afloramiento**
  Lugar donde asoma a la superficie del terreno un mineral o una masa rocosa que se encuentra en el subsuelo. Parte del estrato de roca, veta filón o capa que sobresale del terreno o se encuentra recubierta de depósitos superficiales.

- **Agua subterránea**
  Agua que se encuentra o corre por los acuíferos, que se mueve lentamente desde lugares con alta elevación hacia lugares de menor elevación.

- **Área de emplazamiento del proyecto**
  Suma de los espacios ocupados por los componentes y actividades del proyecto.

- **Área de estudio (área de actuación o área de levantamiento de información de línea base)**
  Área donde se llevan a cabo los estudios de caracterización que conforman la línea base.

- **Área de influencia preliminar**
  Área definida inicialmente sobre la base de la potencial extensión de los impactos de los principales factores ambientales determinados durante la fase de *scoping*.

- **Áreas sensibles**
  Sitios reconocidos por sus valores de biodiversidad, entre los cuales se consideran a las áreas naturales protegidas de administración nacional (ANP), sus zonas de amortiguamiento (ZA) y áreas de conservación regional (ACR); ecosistemas frágiles, hábitats críticos; áreas de importancia para la fauna Silvestre, zonas con presencia de especies con algún interés para la conservación, sean categorizadas como amenazadas por la normativa nacional, o protegidas por tratados internacionales de los cuales nuestro país es signatario, como: los apéndices de la convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre –CITES, los apéndices de la Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestre –CMS, entre otros instrumentos complementarios como la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza –UICN, las zonas con presencia de especies endémicas, las Áreas importantes para la conservación de las aves –AICAS, los sitios RAMSAR (La Convención sobre Humedales) fuera de áreas naturales protegidas, y las Áreas Clave para la Biodiversidad –ACB. También son consideradas áreas sensibles, las collpas, los bebederos, los saladeros, los bañaderos, zonas reproductivas y de anidación, y otros de importancia ecológica para las especies.

- **Caudal**
  El caudal o gasto de una corriente se define como el volumen de agua que pasa por la sección transversal del cauce en la estación hidrométrica, por unidad de tiempo y se expresa en m^3/s o L/s (Guevara, 1991).

- **Caudal base**
  Está formado por el agua infiltrada que percola hacia la zona de saturación de las aguas subterráneas y sale a la red hidrográfica, originando el caudal base de los ríos. Desempeña un papel regulador del nivel freático. También depende de la estructura y geología del suelo y subsuelo, de la intensidad de la lluvia y de las características físicas del perfil del suelo (Guevara, 1991).

- **Centro poblado**
  Lugar en el territorio nacional con toponimia propia e identificable donde habita una población con vocación de permanencia, con viviendas agrupadas de forma contigua y con un patrón determinado. Cartográficamente, el centro poblado se identifica como un punto georreferenciado.

- **Ciclo hidrológico**
  Conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza, tanto en su estado –sólido, líquido o gaseoso–, como en su forma –agua superficial, agua subterránea, etcétera—, los cuales varían en el espacio, y en el tiempo, y sin principio ni fin (Chereque, 1989).

- **Captura**
  Acción referida a la extracción no definitiva de especímenes vivos de fauna silvestre de su hábitat o del medio natural, con el fin de realizar la identificación, marcaje y/o toma de muestras biológicas –sangre, plumas, heces, tejidos, u otros datos de interés científico (datos biométricos, clínicos, etcétera), y su posterior liberación.

- **Colecta**
  Acción de registrar datos de la biota obtenida mediante captura, o extracción definitiva y preservación de especímenes, realizada como parte del desarrollo de la investigación científica. La extracción definitiva debe realizarse solo en casos en que no se pueda realizar una determinación taxonómica de especímenes en campo.

- **Conductividad hidráulica**
  Coeficiente de proporcionalidad que describe la velocidad a la que el agua se mueve a través del medio permeable. Depende de la densidad y la viscosidad del fluido. Posee dimensiones de velocidad. Con frecuencia se denomina permeabilidad.

- **Conectividad ecológica**
  La conectividad ecológica (también mencionada como conectividad) es el movimiento sin impedimento de las especies y el flujo de los procesos naturales que sustentan la vida en la Tierra.

- **Cuenca hidrológica**
  La cuenca de drenaje de una corriente, es el área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación se unen para formar un solo curso de agua. Cada curso de agua tiene una cuenca bien definida para cada punto de su recorrido (Villón, 2002).

- **Diversidad biológica**
  Se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de

los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (Naciones Unidas, 1992).

- **Diversidad de especies**
  Expresa la variedad o riqueza de especies dentro de una región.

- **Diversidad de ecosistemas**
  Expresa la variedad de ecosistemas dentro de una región.

- **Diversidad genética**
  Variedad de características genéticas. Comprende la variación de los genes dentro de las plantas, animales y microorganismos. Asimismo, es la variación dentro de una especie o entre especies.

- **Ecosistema**
  Sistema natural de organismos vivos que interactúan entre sí y con su entorno físico como una unidad ecológica. Los ecosistemas son la fuente de los servicios ecosistémicos. También es considerado como ecosistema generador de dichos servicios aquel, recuperado o establecido por intervención humana, de conformidad con las disposiciones establecidas en la Ley N° 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos y su Reglamento.

- **Ecosistemas frágiles**
  Ecosistema con características y recursos singulares y de baja resiliencia, inestable ante eventos naturales o impactos de naturaleza antropogénica, lo que produce una profunda alteración en su estructura y composición. Estos ecosistemas se encuentran señalados en el artículo 99 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, y en la Lista de Ecosistemas Frágiles del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, aperturada a través de la Resolución Ministerial N° 0274-2013-MINAGRI.

- **Emisión de ruido**
  Nivel de presión sonora existente no deseada pasible de molestar, perjudicar o afectar a la salud, en determinado lugar originado por la fuente emisora de ruido ubicada en el mismo lugar.

- **Escurrimiento superficial**
  Agua proveniente de las precipitaciones que fluyen por gravedad por la superficie del terreno siguiendo la pendiente natural. Es retardado por las irregularidades del suelo y la cobertura vegetal, y se hace más rápido a medida que se acerca a los cursos de drenaje, donde adquiere mayor velocidad. Por lo tanto, una red hidrográfica densa desagua el escurrimiento superficial con mayor prontitud que otra menos densa (Guevara, 1991).

- **Esfuerzo de muestreo**
  Número de unidades de muestreo que se replicarán para evaluar representativamente cada unidad de análisis.

- **Estación de muestreo**
  Ubicación geográfica del lugar donde se toman las muestras para las caracterizaciones que forman parte de la línea base. Habitualmente, solo se evalúa en las estaciones de muestreo durante el desarrollo de la línea base. En caso de que las mediciones se realicen con equipos –por ejemplo, calidad del aire–, el término estación se refiere al área o espacio ocupado por los equipos.

- **Estación de monitoreo**
  Ubicación geográfica del lugar donde periódicamente se colectan muestras directas o a través de equipo para realizar el seguimiento de los impactos del proyecto. Comúnmente son un subgrupo de las estaciones de muestreo evaluadas durante la línea base, las cuales son seleccionadas por su ubicación respecto al lugar donde está asentado el proyecto y los impactos previstos. En caso de que las mediciones se realicen con equipos –por ejemplo, calidad de aire–, el término estación se refiere al área o espacio ocupado por dichos equipos.

- **Estudio ambiental**
  Instrumento de Gestión Ambiental en el marco del SEIA, en cualquiera de sus tres categorías: Declaración de Impacto Ambiental (categoría I), Estudio de Impacto Ambiental semidetallado (categoría II) o Estudio de Impacto Ambiental detallado (categoría III).

- **Estudio de factibilidad**
  Estudio realizado a nivel de ingeniería básica, mediante el cual se establecen aspectos técnicos fundamentales de un proyecto, como localización, área, dimensiones principales, tecnología, etapas de desarrollo, calendario estimado de ejecución, puesta en marcha y organización.

- **Factores ambientales**
  Diferentes elementos que conforman el ambiente y que son receptores de impactos. Son subdivisiones de los diferentes componentes ambientales agua, aire, suelo, etcétera.

- **Fenotipo**
  Conjunto de cualidades físicas observables (apariencia) de un organismo o individuo, resultantes de la interacción entre el genotipo o la carga genética individual y el ambiente, incluidas su morfología, fisiología y conducta.

- **Flora**
  Conjunto de especies vegetales que se encuentran en determinado lugar y su respectiva clasificación taxonómica.

- **Fuente de información primaria**
  Información proveniente del levantamiento in situ, adecuadamente sustentada con registros generados en campo, tales como fichas, actas, fotografías, certificados de calibración de equipos de medición, entre otros.

- **Fuente de información secundaria**
  Información obtenida de fuentes confiables, diferentes de la primaria, que sean adecuadamente referenciadas.

- **Indicador**
  Variable de análisis específica de un factor ambiental o social que se selecciona para evaluar los impactos y/o realizar el monitoreo de los impactos del proyecto.

- **Jerarquía de mitigación**
  Es la secuencia para la aplicación de medidas orientadas al tratamiento del impacto ambiental generado por la ejecución u operación de un proyecto de inversión. Dicha secuencia comprende: (1) medidas de evitación o prevención, (2) medidas de minimización o mitigación, (3) medidas de restauración y (4) medidas de compensación ambiental.

- **Límite de detección**
  El menor contenido mensurable del que se puede deducir la presencia del analito con un grado razonable de certeza estadística.

- **Modelo del sistema hidrológico general**
  La cantidad de agua almacenada en un sistema hidrológico, S, puede relacionarse con las tasas de flujo de entrada, I, y del flujo de salida Q, por medio de la ecuación integral de continuidad (Ven Te Chow, 1989).

$$\frac{dS}{dt} = I - Q$$

- **Monitoreo**
  El monitoreo es el proceso continuo de recolección y análisis de información para valorar el nivel de desempeño de un proyecto o caracterizar un factor.

- **Muestreo**
  Estadísticamente, se refiere al proceso de determinación de las propiedades de toda una población mediante la reunión y el análisis de datos de un sector representativo de ella. También se puede referir al proceso de toma de muestras durante el trabajo de campo.

- **Nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (LAeqT)**
  Nivel de presión sonora constante expresado en decibeles A que, en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido.

- **Pares estereoscópicos**
  Imágenes adquiridas de una misma ubicación geográfica en dos perspectivas distintas, lo que permite generar datos tridimensionales del terreno.

- **Periodo de retorno**
  Tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una crecida determinada es igualada o superada por lo menos una vez (Monsalve, 1999).

- **Precisión**
  Grado de concordancia entre las indicaciones o los valores medidos obtenidos en mediciones repetidas de un mismo objeto, o de objetos similares, bajo condiciones especificadas.

- **Protocolo**
  Es un documento corto con procedimientos construido alrededor de una pregunta científica dirigido a responder sobre la calidad ambiental, el estado de conservación y/o los potenciales impactos ambientales. Incluye además la metodología propuesta para obtener los datos de campo que permitan absolver la pregunta, el análisis estadístico y la metodología de interpretación de los resultados.

- **Representatividad de la muestra**
  Una muestra es representativa si los rasgos de los elementos que la integran son similares a los de toda la población que busca representar; es decir, si la muestra es capaz de reproducir o evidenciar las características principales de la población o universo de donde fue extraída.

- **Ruido**
  Sonido no deseado que molesta, perjudica o afecta la salud de las personas.

- **Selectividad**
  Grado en que un método permite determinar la presencia de un analito o analitos concretos en una mezcla compleja sin interferencia de sus demás componentes.

- **Sensibilidad**
  Diferencia en la concentración del analito que corresponde a la menor diferencia de respuesta del método susceptible de ser detectada. Está representada por la pendiente de la curva de calibración.

- **Suelo residual**
  Suelo formado in situ como producto de la meteorización de los niveles externos de las formaciones geológicas subyacentes.

- **Temporalidad**
  Se refiere a las variaciones temporales climáticas que se suceden a lo largo del tiempo en una determinada área geográfica, por ejemplo, la temporada de lluvias (húmeda) o de estiaje (seca).

- **Unidad o variable de análisis**
  Es la unidad mínima que constituye el foco del análisis, la cual se busca caracterizar o describir como parte de la línea base.

- **Unidades de muestreo**
  Unidad mínima de evaluación en la que se replicará una determinada metodología de muestreo, ubicada dentro de las estaciones de muestreo.

- **Variables**
  Característica o cualidad del factor ambiental, que varía en respuesta a cambios.

6 BIBLIOGRAFÍA

- AusAID (2003). *Baseline Study Guidelines*, AusAID.
- Autoridad Nacional del Agua (2016). Clasificación del cuerpo de agua marino – costero (Resolución Jefatural N° 030-2016-ANA). Diario Oficial El Peruano.
- Autoridad Nacional del Agua (2019). Lineamientos generales para determinar caudales ecológicos, (Resolución Jefatural N° 267-2019-ANA). Diario Oficial El Peruano.
- Chereque, W. (1989). Hidrología para estudiantes de ingeniería civil. Pontificia Universidad Católica del Perú, obra auspiciada por CONCYTEC. Lima.
- Chow, V. (1994). "Hidrología aplicada". Mc Graw Hill. Mexico.
- Ecosystems Working Group (1998). *Standard for terrestrial ecosystem mapping in British Columbia*. Vancouver, BC: Committee. British Columbia.
- EPA (2023). United States Environmental Protection Agency. Exploratory Data Analysis. URL: https://www.epa.gov/caddis-vol4/exploratory-data-analysis. Última revisión: 10 de agosto del 2023.
- Fernández, L. (2006). ¿Cómo analizar datos cualitativos? Butlletí LaRecerca. URL: http://www.ub.edu/ice/ recerca/pdf/ficha7-cast.pdf. Última revisión: 20 de octubre de 2017.
- Guevara, E. y Cartaya, H. 1991. HIDROLOGIA. Una introducción a la Ciencia Hidrológica Aplicada. GUECA EDICIONES. Valencia, Venezuela.
- Glasson, J., Therivel, R. y Chadwick, A. (2012). *Introduction to environmental impact assessment*. Cuarta edición. Oxon: Routledge.
- Hilty, J., Worboys, G.L., Keeley, A., Woodley, S., Lausche, B., Locke, H., Carr, M., Pulsford I., Pittock, J., White, J.W., Theobald, D.M., Levine, J., Reuling, M., Watson, J.E.M., Ament, R., y Tabor, G.M. (2021). Lineamientos para la conservación de la conectividad a través de redes y corredores ecológicos. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.PAG.30.es
- Monsalve, G. (1999). Hidrología en la ingeniería. Segunda Edición. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, Alfomega.
- Medianero, D. (2011). Metodología de estudios de línea base. *Pensamiento Crítico* 15, 61-82
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2022). Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible (Decreto Supremo N° 012-2022-VIVIENDA). Diario Oficial El Peruano.
- Morris, P., y Therivel, R. (2009). *Methods of environmental impact assessment*. Tercera edición. Oxon: Routledge.
- Convenio sobre diversidad biológica, 5 de junio de 1992. https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf
- National Environment and Planning Agency (NEPA) (2007). *Guidelines for conducting environmental impact assessments*. CIDA/GOJ Environmental Action Programme. URL:

http://nepa.gov.jm/new/services_products/guidelines/docs/EIA-Guidelines-and-Public-presentation-2007.pdf. Última revisión: 15 de septiembre del 2017.

- Priego, A., Bocco, G., Mendoza, M. y Garrido, A. (2010). Procedimiento para el levantamiento y cartografía de las unidades superiores de los paisajes a escalas 1:50,000 y 1:250,000. En *Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisaje: planeación territorial*. México: SEMARNAT, INE, CIGA, UNAM, 33–52.
- Villón, M. (2002). Hidrología. Segunda edición. Lima, Villón. Pág. 21
- Zuur, A.F., Ieno, E.N., & Elphick, C.S. (2010). A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. Methods in Ecology and Evolution, 1.

7 ABREVIACIONES

ACR	Área de conservación regional
ANA	Autoridad Nacional del Agua
ANP	Área natural protegida
CCEIDEP	Comité Coordinador Permanente de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú
CEPES	Centro Peruano de Estudios Sociales
DIGESA	Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria
ECA	Estándar de calidad ambiental
ESCALE	Encuesta de Calidad Educativa del MINEDU
INACAL	Instituto Nacional de Calidad
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INGEMMET	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
MIDAGRI	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
MINAM	Ministerio del Ambiente
MINCUL	Ministerio de Cultura
MINEDU	Ministerio de Educación
MINEM	Ministerio de Energía y Minas
MINSA	Ministerio de Salud
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
MVCS	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
NPS o Lp	Nivel de presión sonora
NTP	Norma técnica peruana
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMS	Organización Mundial de la Salud
PRODUCE	Ministerio de la Producción
QA/QC	Control y aseguramiento de la calidad
RNI	Radiaciones no ionizantes
SEIA	Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental
SENACE	Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SERFOR	Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre
SERNANP	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
SIG	Sistema de información geográfica
SINANPE	Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
SUSALUD	Superintendencia Nacional de Salud
UMC	Unidad mínima cartografiable
UTM	Universal Transverse Mercator
ZA	Zona de amortiguamiento de una ANP

Anexo 1

1 Línea base física

1.0 Lineamientos generales

1.0.1 Alcance

Como parte de la línea base se debe caracterizar los componentes físicos del área de estudio que se ha determinado en la fase de diagnóstico, evaluación preliminar o *scoping.* Si bien la descripción se realiza por especialidad, cada una de ellas debe integrarse en una descripción integral del área de estudio. Debe tenerse en cuenta que existen disciplinas interrelacionadas, por lo que debe coordinarse el trabajo para sacar provecho a éstas y evitar inconsistencias en la caracterización.

Los siguientes capítulos describen los aspectos generales que pueden ser aplicables a todas las disciplinas.

1.0.2 Metodología

1.0.2.1 Revisión de Información Secundaria

El primer paso antes de los trabajos de campo es la búsqueda y consulta de la información secundaria disponible.

De existir información secundaria, ésta puede ser parte de la línea base siempre y cuando cumpla con ciertos requerimientos. Para que la información secundaria sea útil deberá cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- En caso que existan resultados de muestreo o de monitoreo, los puntos de muestreo o de monitoreo deben estar claramente definidos;
- La data o la información debe ser representativa del área a caracterizar; y
- La data o la información debe poseer la calidad apropiada, para lo cual debe revisarse el método de análisis, los límites de detección y el proceso de control y aseguramiento de calidad.

También es fundamental revisar las condiciones en que fue obtenida, su calidad y el tiempo en que fue adquirida.

Las fuentes que pueden utilizarse, siempre y cuando cumplan los requisitos anteriores, entre otras son:

- Informes de monitoreo de autoridades nacionales y regionales;
- Informes de programas de monitoreo de empresas privadas (incluyendo del titular) o instituciones públicas;
- Informes de monitoreo o de investigación de instituciones particulares, ONG o centros de investigación; y
- Líneas bases de proyectos ubicados en áreas próximas al área a caracterizar.
- Inventarios o bases de datos de actividades prexistentes en el área tales como: pasivos ambientales, sitios contaminados, entre otros.

Luego de la revisión de información secundaria, se recomienda identificar los parámetros relevantes y las posibles condiciones especiales del área de estudio.

Se debe considerar los requisitos del Decreto Supremo N° 005-2016-MINAM para las consideraciones de procedimiento del uso compartido de línea base.

1.0.2.2 Trabajo de Campo

Dependiendo de la disciplina, la primera decisión que se debería tomar es si la línea base se preparará en función a un programa de muestreo o de monitoreo, es decir con toma de muestras o mediciones puntuales o periódicas respectivamente. Proyectos con bajo potencial de generar impactos o ubicados en ambientes sin cambios significativos temporales de las condiciones a caracterizar pueden prepararse con un programa de muestreo. Proyectos de mayor significancia ambiental o en ambientes sensibles o cambiantes, podrían establecer un programa de monitoreo para la línea base.

1.0.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

El diseño y planificación del trabajo de campo dependen de una serie de factores, entre los que se encuentran, según la disciplina, los parámetros a medir, la ubicación de las estaciones, los equipos y la metodología a utilizar, la calidad de la data a obtener, el tipo de proyecto, la disponibilidad de recursos, así como la accesibilidad al sitio y la seguridad del personal. Asimismo, deberán tenerse en cuenta en lo que corresponda, los protocolos establecidos por las diferentes entidades públicas y sectores competentes u otras entidades estatales o internacionales.

El plan de trabajo de campo debe considerar los siguientes factores en el diseño del programa de muestreo o monitoreo:

- Extensión y escala del plan reflejado en el número y ubicación de las estaciones;
- Parámetros;
- Equipos y métodos;
- Frecuencia o duración del plan;
- En algunos casos la resolución de tiempo de las mediciones, es decir la duración de medición;
- Dependiendo de la disciplina deberá tomarse en cuenta la estacionalidad.
- Tomar en cuenta los tiempos de medición de los diferentes parámetros establecidos en los instrumentos normativos.

1.0.2.2.2. Estaciones de muestreo/monitoreo

La selección de los puntos de muestreo/monitoreo debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Lugares con receptores ambientales sensibles;
- Lugares con presencia de poblaciones;
- Representatividad espacial;
- Topografía;
- Ubicación de las instalaciones o de actividades del proyecto;
- Actividades prexistentes o no rehabilitadas en el área tales como: pasivos ambientales, sitios contaminados, entre otros.
- Existencia de fuentes antrópicas o naturales de los parámetros seleccionados; y
- Accesibilidad y seguridad.
- Dependiendo de la disciplina, algunos aspectos podrán tener mayor importancia que otros.

1.0.2.2.3 QA/QC del muestreo/monitoreo

El control y el aseguramiento de la calidad de la obtención de datos es parte esencial de cualquier programa de muestreo/monitoreo y comprende una serie de actividades que garantizan que la medición cumple normas definidas y apropiadas de calidad con un determinado nivel de confianza.

Se recomienda que como mínimo el control y el aseguramiento de calidad incluya los siguientes aspectos:

- Capacitación del personal que lleva a cabo el programa.
- Laboratorio y método de ensayo acreditados por INACAL.
- Calibración apropiada y regular de los equipos a utilizar para corregir sesgos y corrimientos instrumentales.
- Integridad de la muestra garantizada mediante una cadena de custodia que incluya como mínimo la fecha de las actividades, nombre de las personas que llevan a cabo las actividades, descripción de condiciones del tiempo, descripción del sitio, muestras etiquetadas apropiadamente; y la logística necesaria para poder trasladar las muestras en el tiempo estipulado por los métodos a utilizar.

1.0.3 Representación espacial

Las líneas base deberán contar con mapas referenciales enmarcados en el área de estudio, y deberán presentarse en una escala que permita relacionar el proyecto y sus instalaciones con los componentes ambientales a caracterizar. De acuerdo a la legislación vigente, los mapas deberán estar representados en coordenadas UTM - WGS 84.

1.1 Clima y Meteorología

De acuerdo a la Organización Meteorológica Mundial, el clima se define como las condiciones medias del tiempo (atmosférico) en una localidad particular para un período de tiempo considerado. De esta manera, el clima puede ser descrito en términos de medidas estadísticas de tendencia central y variabilidad de elementos relevantes como la temperatura, precipitación, presión atmosférica, humedad y vientos, o una combinación de éstos, que definen tipos de tiempo o condiciones meteorológicas características de la localidad (OMM, 2011).

La meteorología es la ciencia de la atmósfera, aunque se interesa particularmente por los fenómenos atmosféricos que repercuten en la superficie terrestre, interactuando con ésta.

No deben confundirse estos dos conceptos fundamentales: el tiempo y el clima; el primero hace referencia a las condiciones casi instantáneas (o momentáneas) de la atmósfera mientras que el segundo se refiere a las condiciones medias (o más permanentes).

1.1.1 Alcance

El clima y la meteorología en el marco de un estudio ambiental, describen las condiciones ambientales del área de estudio, y sirven como complemento para evaluar e interpretar otras variables ambientales, agua, aire, suelo y ruido, así como en la preparación de modelos de calidad.

Los parámetros más relevantes para caracterizar el (los) clima(s) del área evaluada son la temperatura y la precipitación, seguido por la humedad relativa y la dirección y velocidad de los vientos.

Esta información consiste normalmente en valores medios mensuales y anuales de cada parámetro evaluado, tomando en cuenta también los valores máximos y mínimos.

Adicionalmente, es recomendable construir un balance hídrico climático así como calcular los índices que permiten clasificar los climas evaluados de acuerdo a los sistemas de clasificación más conocidos.

Debido a que estas disciplinas requieren series de tiempo suficientemente extensas, el capítulo de Meteorología debe elaborarse con información secundaria y, de manera complementaria, con información primaria.

1.1.2 Metodología

A continuación se delinea un conjunto de actividades secuenciales que debe tomarse como referencia para la elaboración del capítulo de Clima y Meteorología.

1.1.2.1 Revisión de Información Secundaria

La información secundaria debe seguir los lineamientos del Capítulo 1.0.

1.1.2.1.1 Selección de las estaciones meteorológicas (o climatológicas)

Estas estaciones deben estar situadas dentro del área de estudio o en áreas en lo posible de la misma altitud, y con similitudes en sus características físico-biológicas (paisajísticas), condición que las hace representativas. En caso de utilizarse procedimientos de selección automatizados, deberá tenerse cuidado que sean los procedimientos adecuados para el tipo de área a estudiar. Se debe considerar los datos más actualizados posibles, en función a las estaciones que se hayan elegido

1.1.2.1.2 Adquisición de los datos.

Seleccionadas las estaciones, se deben adquirir los datos de los parámetros meteorológicos relevantes: temperatura (máxima, media y mínima), precipitación, humedad relativa (máxima, media y mínima), dirección de vientos y velocidad de vientos. En todos los casos, los datos deben corresponder a series anuales lo más extensas posibles. Además, deben incluir el período más reciente disponible. Sin embargo, la información meteorológica a utilizar siempre estará sujeta a su disponibilidad.

Se puede considerar para ello, los productos de información elaborados por el SENAMHI, puesto que estos recogen el historial más largo de información y consideran información ya sistematizada.

1.1.2.1.3 Procesamiento de los datos.

Los datos adquiridos deben luego procesarse estadísticamente.

- En el caso de la temperatura, se deben obtener valores medios mensuales y anuales de las temperaturas máximas, medias y mínimas, si se disponen de los datos. Se pueden aplicar a los datos pruebas de consistencia, técnicas de completación, análisis de regresión y análisis de series de tiempo. Sin embargo, no se debe abusar de estas últimas técnicas estadísticas cuando se dispone de pocas estaciones en zonas de alta variabilidad climática,
- En el caso de la precipitación, se deben obtener valores totales medios mensuales y anuales. Es recomendable aplicar a los datos pruebas de consistencia, técnicas de completación, análisis de regresión y análisis de series de tiempo. La data debe permitir generar series anuales extensas, que serán preparados en el capítulo de Hidrología. Tampoco debe abusarse de las técnicas estadísticas cuando se dispone de pocas estaciones en zonas de alta variabilidad climática.
- En el caso de la humedad relativa aplican los criterios señalados para la temperatura.
- Para el viento, se deben obtener valores medios mensuales y anuales de velocidad y frecuencias máximas mensuales y anuales de dirección. Como los vientos suelen presentar una alta variabilidad en su comportamiento espacial, fuertemente dependiente de la topografía local, sólo las estaciones situadas en el área o punto de evaluación sean representativas. La información primaria será la que utilizará para la preparación de los modelos de calidad de aire y ruido.
- Dependiendo del proyecto, otros parámetros que pueden ser evaluados son la heliofanía (horas de sol o insolación) y la nubosidad (cobertura de nubes), aunque ambos pueden considerarse complementarios para los fines del capítulo, por lo que es suficiente con presentar los datos de uno de ellos. Estos parámetros pueden ser tan variables como el viento, por lo que aplican las recomendaciones hechas para este último.
- Otro parámetro importante es la evaporación, este parámetro que sintetiza las pérdidas superficiales de agua hacia la atmósfera y que es utilizado para la preparación de balances de agua. Se deben obtener valores medios mensuales y anuales de la evaporación, si se disponen de los datos

1.1.2.1.4 Análisis de información meteorológica.

En caso se disponga de información meteorológica de una estación representativa, preferentemente situada en el área de evaluación, se debe procesar y analizar los datos relevantes para el proyecto y el área de estudio. Entre los parámetros a analizar se encuentran: temperatura, precipitación, evaporación, presión atmosférica, humedad relativa, heliofanía, evaporación, nubosidad, dirección y velocidad del viento. Los datos deben ser diarios y debe utilizarse la serie más larga disponible.

1.1.2.2 Mediciones en campo – Estaciones Meteorológicas

Es recomendable realizar mediciones meteorológicas en campo por medio de una estación automática de superficie desde las primeras fases del proyecto. Se debe medir preferentemente los siguientes parámetros: temperatura, precipitación, evaporación, presión atmosférica, radiación solar, humedad relativa, dirección y velocidad del viento. Las mediciones deben hacerse de manera continua durante por lo menos 24 horas; el número de mediciones estará acorde con las condiciones atmosféricas típicas de la zona. El número y ubicación de los puntos de medición debe determinarse en función del área de estudio y las características del proyecto.

1.1.2.3 Evaluación y Análisis de Resultado

Los resultados del procesamiento estadístico deben presentarse en gráficos (de ojivas, histogramas, rosas de vientos entre otros) que grafiquen adecuadamente el comportamiento y las relaciones existentes entre los valores medios de los parámetros y permitan la fácil comprensión de las condiciones climáticas del área evaluada.

1.1.2.3.1 Identificación de los tipos climáticos

Conociendo los valores medios de temperatura y precipitación, se puede identificar el o los tipos climáticos existentes en el área de evaluación. Hay tres sistemas de clasificación climática a considerar, el sistema de Köppen, el sistema de Thornthwaite (Thornthwaite, 1948) y el sistema de Holdridge (Holdrige, 1967), siendo este último específico para la determinación de zonas de vida.

La delimitación de los tipos climáticos debe hacerse conforme a un criterio paisajista, sobre todo en base a la visualización de los tipos de cobertura vegetal, tomando en cuenta los rangos altitudinales estimados para cada tipo. El mapa climático debe ser siempre el resultado de una interpretación del paisaje, en el entendido que la cobertura vegetal refleja directamente las condiciones climáticas.

La información del Mapa Ecológico del Perú (ONERN, 1976) utiliza el sistema de clasificación de Holdridge, mientras que el Mapa de Clasificación Climática del Perú (SENAMHI, 1988) utiliza el sistema de clasificación de Thornthwaite; sin embargo, deben utilizarse de manera referencial.

1.1.3 Mapas o representación espacial

Debe presentarse un mapa con la ubicación de estaciones meteorológicas utilizadas. Para la temperatura y la precipitación pueden generarse mapas de isotermas (temperatura) e isoyetas (precipitación), respectivamente, pero no en todos los casos. Estos mapas sólo deben presentarse cuando el área de evaluación tiene una variabilidad térmica o de precipitaciones significativa, lo cual implica en la práctica una importante variación altitudinal; en áreas llanas o relativamente uniformes no tiene sentido desarrollarlas, por más extensas que sean las áreas de evaluación.

Si sólo se identifica un tipo climático en el área de evaluación, no será necesario elaborar un mapa climático; si se identifica más de un tipo climático, estos deberán ser representados en un mapa a una escala adecuada, donde pueda apreciarse con claridad las instalaciones del proyecto y los sitios de interés.

1.1.4 Referencias Bibliográficas y Documentos de Consulta

1.1.4.1 Referencias Bibliográficas

- OMM. (2011). Guía de Prácticas Climatológicas. Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial.
- Holdridge, L.R. (1967). Life Zone Ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center.

- ONERN. (1976). Mapa Ecológico del Perú. Lima, Perú: Oficina Nacional de Recursos Naturales.
- SENAMHI PERÚ (1988). Mapa de clasificación climática del Perú. Método de Thornthwaite. Lima, Perú: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
- Thornthwaite, C.W. (1948). An Approach toward a Rational Classification of Climate. Geographical Review, 38(1): 55-94.

1.1.4.2 Documentos de Consulta

- Aguiló, A. *et al*. (2004). *Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico. Contenido y Metodología*. Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente.
- Viers, G. (1987). *Climatología*. Tercera edición. Barcelona, España: Oikos-Tau.
- World Meteorological Organization. (2007). *The Role of Climatological Normals in a Changing Climate*. Ginebra, Suiza: Omar Baddour & Hama Kontongomde.
- United States Environmental Protection Agency. (2000). *Meteorological monitoring guidance for regulatory modeling applications*. North Carolina: U.S. Environmental Protection Agency.
- United States Environmental Protection Agency. (2008). *Quality assurance handbook for air pollution measurement systems*. Volume IV: Meteorological Measurements. North Carolina: U.S. Environmental Protection Agency.

1.2 Calidad de Aire

1.2.1 Alcance

Algunos proyectos pueden alterar o modificar la calidad de aire, aumentando la concentración de algunos parámetros o contaminantes en la atmósfera a nivel local. El presente subcapítulo describe los lineamientos para la caracterización de la calidad de aire en el área de estudio y su comparación con los estándares de calidad ambiental.

1.2.2 Metodología

1.2.2.1 Revisión de Información Secundaria

La revisión de la información secundaria debe seguir los lineamientos del Capítulo 1.0.

1.2.2.2 Trabajo de Campo

El trabajo de campo debe seguir los lineamientos del Capítulo 1.0. El muestreo o monitoreo de la calidad del aire debe estar acompañado por un monitoreo meteorológico, debido a que la meteorología posee una estrecha relación con la dispersión de contaminantes. Deberá considerarse en la planificación del trabajo de campo si se utilizará información de una estación cercana o se acompañará el trabajo de campo con un monitoreo de datos meteorológicos paralela.

En el caso de proyectos en el mar, se recomienda realizar el modelamiento de calidad de aire, para verificar la dirección y concentración de los contaminantes y su comprobación de afectación de receptores humanos ubicados en la costa.

1.2.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

Adicionalmente a los lineamientos generales del Capítulo 1.0, deberá tenerse en cuenta en lo que corresponda, los protocolos establecidos por las diferentes entidades públicas y sectores competentes como MINAM (MINAM, 2014), PRODUCE (PRODUCE 2010), DIGESA (DIGESA, 2005), u otras entidades estatales o internacionales, etc. dependiendo del sector al que pertenece el proyecto (Los protocolos se encuentran listados en las referencias).

1.2.2.2.2 Estaciones de muestreo/monitoreo

La selección de los puntos de muestreo/monitoreo deben seguir los lineamientos generales expresados en el Capítulo 1.0.

La extensión del área en la que se establecerán los puntos de muestreo/monitoreo debe ser establecida tomando en cuenta principalmente las características del proyecto y su área de operación.

1.2.2.2.3 Estacionalidad

Los muestreos/monitoreos para calidad del aire deben considerar la estacionalidad identificada en la revisión de información de clima y meteorología, ya que las condiciones de cada estación influyen en la calidad de aire. Por ejemplo, se puede anticipar que la concentración de material particulado será mayor durante época seca que durante época de lluvias. La estacionalidad también puede en algunos ambientes influir en condiciones de vientos y, por lo tanto, hacer variar el transporte de materiales particulados y la calidad de aire. Para poder establecer el peor escenario durante la evaluación de impactos, debe realizarse un muestreo durante la época donde se estima se podrían registrar las concentraciones más elevadas de los parámetros relevantes.

1.2.2.2.4 Frecuencia, duración del muestreo y duración del plan de muestreo o programa de monitoreo

La frecuencia en caso de planes de muestreo deberá considerar aquellas determinadas en la normativa vigente, la estacionalidad, y deberá considerar mediciones en días representativos o días donde se esperan las mayores concentraciones de los parámetros seleccionados. Esta decisión dependerá del objetivo del programa y de las características del proyecto.

En el caso de programas de monitoreo, se debe establecer la frecuencia de manera tal que se realicen mediciones durante los diferentes días de la semana. La duración del programa de monitoreo dependerá de las necesidades del titular.

La duración del muestreo se entiende como el tiempo que dura la medición. Muchos de los parámetros poseen estándares definidos en función de un periodo (por ejemplo: 24 horas, 8 horas u otros periodos), el cual deberá tenerse en cuenta para establecer el programa de muestreo/monitoreo de la línea base. En algunos casos especiales, dependiendo de las características del proyecto, pueda que se requieran mediciones con periodos más cortos.

1.2.2.2.5 Parámetros / Variables a considerar

La elección de los parámetros debe enfocarse en los parámetros regulados por la normatividad (ECA para aire) que están directamente relacionados con las actividades a desarrollar a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

La información sobre la naturaleza de las fuentes presentes en el área proporcionará una buena indicación de qué contaminantes monitorear.

El protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de datos (DIGESA, 2005) especifica los contaminantes que deben monitorearse en base a la fuente de contaminación. Asimismo, de manera referencial la Tabla 1.1-1 resume los principales parámetros y sus principales fuentes.

Tabla 4.5-1: Principales parámetros de calidad de aire y sus principales fuentes

Parámetro	Fuente Antropogénica	Fuente Natural
SO2	• Generadoras eléctricas a carbón o *diesel* • Calderas industriales • Incineradores de residuos • Uso de combustibles fósiles (vehículos, equipos con motores a combustión) • Fundiciones • Industrias	• Volcanes
Material Particulado PM10 y PM2.5	• Generadoras eléctricas a combustible fósil • Calderas industriales • Incineradores de residuos • Uso de combustibles fósiles (vehículos, equipos con motores a combustión) • Fundiciones • Movimiento de tierras (minería, canteras) • Tráfico de vehículos • Cementeras • Industrias	• Erosión eólica • Material fino movilizado por vientos fuertes
Óxidos de Nitrógeno (NOx, NO, NO2)	• Generadoras eléctricas a combustible fósil • Calderas industriales • Incineradores de residuos • Uso de combustibles fósiles (vehículos, equipos con motores a combustión)	• Incendios forestales
CO	• Uso de combustibles fósiles (vehículos, equipos con motores a combustión) • Generadoras eléctricas a combustible fósil	

Parámetro	Fuente Antropogénica	Fuente Natural
VOC	• Motores a petróleo • Estaciones de almacenamiento de combustibles • Industria con uso de solventes	
PAH, PCB, Dioxinas	• Incineradores de residuos • Producción de *coke* • Combustión de carbón	
Metales Pb, Cd, Hg	• Procesamiento de metales • Combustión de combustibles con metales • Combustión de carbón • Manufactura de baterías • Producción de fertilizantes • Cementeras • Generadoras de combustibles fósiles • Minería • Fundiciones	• Erosión eólica en zonas mineralizadas
Cl2, NH3	• Plantas químicas • Procesadoras de metales • Industria de fertilizantes	
GEI	• Combustión de combustibles fósiles • Generadoras • Rellenos sanitarios	

*Elaboración propia

Como se mencionó anteriormente, se debe contar con un registro de datos meteorológicos. En caso de utilizar una estación portátil, ésta deberá ser instalada en la misma estación y como mínimo la estación deberá registrar velocidad y dirección del viento, humedad relativa y temperatura ambiental.

1.2.2.2.6 Métodos de muestreo

La norma de ECA y el protocolo de calidad de aire establece métodos de análisis referenciados y la posibilidad de usar métodos equivalentes (referidos a instituciones US-EPA, Unión Europea) e incluso métodos no referenciados siempre y cuando se demuestre su competencia técnica mediante pruebas de exactitud y precisión a través de estudios de correlación con métodos referenciados.

Los estudios de validación deben contener la determinación de los siguientes parámetros:

- Veracidad
- Precisión (repetibilidad y reproductibilidad).
- Selectividad/Especificidad.
- Rango (intervalo de trabajo).
- Linealidad/función de respuesta.
- Límite de detección.
- Límite de cuantificación.
- Incertidumbre.
- Sensibilidad.
- Robustez.

Cabe indicar que el laboratorio deberá sustentar técnicamente la aplicación o no de cada uno de los parámetros de validación citados.

1.2.2.2.7 QA/QC del muestreo/monitoreo

El control y el aseguramiento de la calidad de la obtención de datos deben seguir los lineamientos generales mencionados en el Capítulo 1.0.

1.2.2.3 Evaluación y Análisis de Resultados

Dependiendo de la cantidad de datos obtenidos, es importante que se preparen estadísticas de los mismos. Además de valores máximos, mínimos y promedios, los valores del percentil 90 y percentil 10 son importantes para poder evaluar si los valores máximos o mínimos son significativos. El uso de tablas y gráficas es un apoyo importante para la representación de los resultados.

Considerando que algunos de los ECA poseen formatos que pueden incluir un número de excedencias por año, también es importante que se identifique además de las concentraciones máximas, las concentraciones segunda y hasta tercera máximas para poder establecer si se ha cumplido con los ECA o no.

1.2.2.4 Representación espacial

Presentar mapas de ubicación de puntos de muestreo de calidad del aire a una escala adecuada, de tal manera que se puedan visualizar los componentes del proyecto y su ubicación respecto a poblaciones cercanas o áreas sensibles identificadas. Asimismo, de considerarse de utilidad, puede incluirse un mapa topográfico la topografía del área.

Dependiendo del sector pueda que las figuras o planos tengan algunos requisitos adicionales o requiera de firma del profesional responsable.

1.2.3 Referencias bibliográficas y documentos de consulta

1.2.3.1 Referencias Bibliográficas

- DIGESA, 2005. Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos establecido mediante la R. D. N° 1404/2005/DIGESA/SA.
- MINAM, 2016. Protocolo Nacional de Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones - CEMS, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 201-2016-MINAM PRODUCE, 2010. Protocolo para el Monitoreo de Emisiones Atmosféricas y Calidad de Aire de la Industria de Harina y Aceite de Pescado y de Harina de Residuos Hidrobiológicos. R.M. N° 194-2010-PRODUCE.
- MINAM, 2017. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire establecido mediante el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.
- UN, 2012. Glosario de término sobre garantía de calidad y buenas prácticas de laboratorio. Naciones Unidas, Nueva York 2012.

1.2.3.2 Documentos de Consulta

- Organización Mundial de la Salud (2005). *Guías de la Calidad del Aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre*.
- Organización Mundial de la Salud (2002). *Manuales de Metodología de GEMS/Aire. Volumen 1. Aseguramiento de la calidad en el monitoreo de la calidad del aire urbano*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
- Fernández R. (2007). *Metodología de Evaluación de la Calidad del Aire*. Monografías de la Real Academia Nacional de Farmacia, 23: 403-436.
- Dirección General de Salud Ambiental (2005). *Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos*. Lima, Perú: Ministerio de Salud.
- Instituto Nacional de Ecología. *Manual 1: Principios de la Medición de la Calidad del Aire*. México.
- WHO (2005). *Air quality guideline – global update for particulate matter, ozone nitrogen oxide und sulphur dioxide* (www.who.int/phe/health_topics/outdoorair_aqg/en/).

- MINAM (2016). Protocolo Nacional de Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones - CEMS, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 201-2014-MINAM.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2014). Protocolo para el monitoreo, control y vigilancia de olores ofensivos

1.3 Ruido

De conformidad con lo establecido en el Reglamento de los Estándares Nacionales de Calidad ambiental para ruido, se entiende por ruido como todo aquel sonido no deseado que moleste, perjudique o afecte a la salud de las personas. Para la caracterización de ruido ambiental se utiliza el concepto de Nivel de Presión Sonora (NPS o Lp), cuyas unidades de medición son decibeles (dB).

1.3.1 Alcance

Caracterizar los niveles de ruido ambiental previo a las actividades de los futuros proyectos, para determinar las condiciones sonoras naturales o actuales de los receptores en el área de influencia.

1.3.2 Metodología

1.3.2.1 Revisión de Información Secundaria

La información secundaria de ruido es por lo general escasa. De existir la revisión de información secundaria debe seguir los lineamientos generales del Capítulo 1.0.

1.3.2.2 Trabajo de Campo

1.3.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

La planificación de trabajo de campo debe seguir los lineamientos del Capítulo 1.0, en lo que corresponda. Los aspectos técnicos para la medición de presión sonora son tratados en normas técnicas peruanas, las cuales deberán ser consultadas (INDECOPI, 2007; INDECOPI, 2008).

1.3.2.2.2 Estaciones de muestreo/monitoreo

La selección de los puntos debe seguir los lineamientos del Capítulo 1.0. La extensión del área en la que se establecerán los puntos de muestreo/monitoreo debe ser establecida tomando en cuenta las características del proyecto y su área de operación, la presencia de fuentes de ruido no relacionadas con el proyecto, y aspectos sociales como percepciones.

1.3.2.2.3 Estacionalidad

Los cambios en las condiciones meteorológicas: viento (dirección y velocidad), temperatura y humedad relativa, son los que influyen en la dispersión de los niveles de presión sonora. Por lo tanto, deberá considerarse los cambios estacionales de estos parámetros para establecer las fechas del trabajo de campo. Debe también tomarse en cuenta que no se debe medir en caso de lluvia, granizo o tormentas, ya que estas mediciones no registrarán las condiciones normales.

1.3.2.2.4 Frecuencia, duración del muestreo

La frecuencia del muestreo deberá considerar la estacionalidad de acuerdo a la sección anterior, y deberá considerar mediciones en días representativos o días donde se esperan las mayores concentraciones de los parámetros seleccionados. En el caso de programas de monitoreo, se debe establecer la frecuencia de manera tal, que se realicen mediciones durante los diferentes días de la semana.

La normativa nacional sobre ruido establece que las mediciones de ruido deben ser en horario diurno (07:01 am a 10:00 pm), y en horario nocturno (10:01 pm a 07:00 am).

Se puede establecer periodos de duración de la medición según las características del proyecto y deben estar relacionadas a las actividades del proyecto u operaciones cercanas. La norma técnica peruana (INDECOPI, 2007) define intervalos de tiempo de medición relevantes que pueden ser utilizados.

Para aquellos proyectos en los que se elaborará un modelamiento de ruido ambiental, se recomienda realizar las mediciones durante 24 horas seguidas o un intervalo de horas seguidas para una caracterización continua de ser posible.

1.3.2.2.5 Parámetros a considerar

El parámetro más importante es el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (L_{Aeqt}), y es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A que, en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido. El L_{aeqt} debe ser medido en horario diurno y nocturno, de acuerdo con la normativa peruana.

1.3.2.2.6 Métodos de muestreo

El equipo de medición (sonómetro) y su calibrador, deberán contar con certificado de verificación vigente. Así también es recomendable que antes y después de cada serie de mediciones, se debe verificar la calibración del sistema completo empleando un calibrador acústico (fuente de referencia sonora) clase 1 o clase 2, acorde a la norma internacional IEC 60942:2003, que genere una o más frecuencias.

Como mínimo el control y el aseguramiento de calidad debe incluir los siguientes aspectos:

- Capacitación del personal que lleva a cabo el programa.
- Calibración apropiada y regular de los equipos a utilizar para corregir sesgos y corrimientos instrumentales.
- Verificar la vigencia de los certificados de calibración o verificación del sonómetro y calibrador.

1.3.2.3 Evaluación y Análisis de Resultados

Para la evaluación de los resultados, los valores de presión sonora continua equivalente deberán compararse con los ECA nacionales vigentes para la zona y el horario correspondiente.

Dependiendo de la cantidad de datos obtenidos, es importante que se preparen estadísticas de los datos. Además de valores máximos, mínimos y promedios, los valores del percentil 90 y percentil 10 son importantes para poder evaluar si los valores máximos o mínimos son significativos.

El uso de tablas y gráficas es un apoyo importante para la representación de los resultados; teniendo en cuenta que algunas de estas herramientas no deben utilizarse si sólo se cuenta con un número reducido de datos.

Para la evaluación de los resultados considerando los ECA, se deberá primero identificar la zonificación donde se han ubicado las estaciones de muestreo/monitoreo, y aplicar el ECA correspondiente.

1.3.2.4 Representación espacial

Presentar mapas de ubicación de puntos de medición de ruido ambiental a una escala adecuada, de tal manera que se pueda visualizar los componentes del proyecto y su ubicación respecto a poblaciones cercanas o receptores ambientales sensibles.

1.3.3 Referencias bibliográficas y documentos de consulta

1.3.3.1 Referencias Bibliográficas

- Presidencia del Consejo de Ministros (2003). *Reglamento de Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Ruido*. Lima, Perú.
- Indecopi (2007). *Norma Técnica Peruana 1996-1:2007, Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimiento de evaluación*. Lima, Perú.
- Indecopi (2008). *Norma Técnica Peruana 1996-2:2008, Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental*. Lima, Perú.
- MINAM. (2013). *Pre-Publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental*. Lima, Perú.

1.3.3.2 Documentos de consulta

- ISO 1996. ISO 1996-1. Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise — Part 1: Basic quantities and assessment procedures.
- ISO 1996-2. Acoustics — Description and measurement of environmental noise — Part 2: Acquisition of data pertinent to land use. AMENDMENT 1.
- ISO 1996-3. Acoustics — Description and measurement of environmental noise — Part 3: Application to noise limit.

1.4 Vibraciones

1.4.1 Alcance

Las vibraciones pueden ser causadas por vehículos (aéreos, terrestres o marítimos), maquinarias, actividades industriales (por ejemplo, pilotaje y explosiones controladas), y pueden causar daños a la propiedad y en casos extremos pueden interferir en el bienestar, las actividades y la salud. Las mediciones de vibración y el conocimiento de la geología del lugar pueden permitir también cálculos teóricos de vibración. Debe recordarse que las vibraciones deben ser evaluadas sólo si han sido identificadas como aspecto relevante durante el diagnóstico, evaluación preliminar o *scoping*.

1.4.2 Metodología

1.4.2.1 Revisión de Información Secundaria

La información secundaria de vibraciones es muy poco común, pero de existir debe tomarse en cuenta los lineamientos señalados en el Capítulo 1.0.

1.4.2.2 Trabajo de Campo

1.4.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

Para la planificación del trabajo de campo debe tomarse en cuenta los lineamientos señalados en el Capítulo 1.0.

1.4.2.2.2 Estaciones de muestreo/monitoreo

La selección de los puntos de muestreo debe tener los siguientes aspectos:

- Lugares con receptores ambientales sensibles;
- Lugares con presencia de poblaciones;
- Ubicación de infraestructura a proteger;
- Ubicación de las instalaciones o de actividades del proyecto que generen las vibraciones a tomar en cuenta; y
- Accesibilidad y seguridad.

1.4.2.2.3 Estacionalidad

La estacionalidad no tiene influencia en las vibraciones.

1.4.2.2.4 Frecuencia, duración del muestreo y duración del programa

Al no depender de la estacionalidad, las medidas de vibración se llevan a cabo una sola vez y el muestreo no posee frecuencia.

1.4.2.2.5 Parámetros / Variables a considerar

Para la evaluación de los efectos sobre la infraestructura y el bienestar se utiliza como variable de fondo la aceleración r.m.s. ponderada en frecuencia (m/s^2).

1.4.2.2.6 Métodos de muestreo

El rango de frecuencia considerado para la evaluación debe ser de 0,5 Hz a 80 Hz. La duración de la medición debe ser lo suficiente como para asegurar que la vibración sea típica de las exposiciones que están siendo evaluadas.

Se deben considerar los aspectos señalados en el Capítulo 1.0 sobre el control y aseguramiento de calidad.

1.4.2.3 Evaluación y Análisis de Resultados

Se considera la metodología de la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 2631-1:2011 "Vibraciones y Choques Mecánicos. Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero. Parte 1: Requisitos Generales", la cual está basada en la Norma ISO 2631. La NTP no contiene límites de exposición a las vibraciones; sin embargo, ha definido métodos de evaluación para que puedan utilizarse como base para determinar los efectos a la salud y al bienestar humano.

1. Anexo B "Guía para los efectos de las vibraciones sobre la salud".

2. Anexo C "Guía para los efectos de las vibraciones sobre el bienestar y la percepción".

1.4.2.4 Representación espacial

Presentar mapas de ubicación de puntos de medición una escala adecuada, de tal manera que se puedan visualizar los componentes del proyecto.

1.4.3 Referencias bibliográficas y documentos de consulta

- Indecopi (2011). *Norma Técnica Peruana ISO 2631-1-2011. Vibraciones y Choques Mecánicos: Evaluación de la exposición humana a las vibraciones del cuerpo entero Parte 1 Requisitos Generales*. Lima, Perú.

- Asociación Española de Normalización y Certificación (2008). *UNE-ISO 2631-2 Vibraciones y Choques Mecánicos. Evaluación de la exposición Humana a las Vibraciones de Cuerpo Entero. Parte 2: Vibraciones en Edificios de 1 Hz a 80 Hz*. Madrid, España.

1.5 Radiaciones no Ionizantes

1.5.1 Alcance

La evaluación de Radiaciones No Ionizantes (RNI) incluye el estudio de campos electromagnéticos, en tal sentido se evalúa los campos eléctricos y magnéticos, característicos de las radiaciones de ondas electromagnéticas durante la transmisión de energía en el área de estudio (servicios de telecomunicaciones y redes eléctricas). Si bien no existe evidencia científica que sustente que las RNI causen daños a la salud, por el principio precautorio, el Estado Peruano ha establecido Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para RNI.

1.5.2 Metodología

1.5.2.1 Revisión de Información Secundaria

La información secundaria de RNI es por lo general escasa, en caso de existir, se debe considerar los lineamientos generales del Capítulo 1.0.

1.5.2.2 Trabajo de Campo

1.5.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

Para el trabajo de campo debe tenerse en cuenta los lineamientos generales del Capítulo 1.0.

1.5.2.2.2 Estaciones de muestreo/monitoreo

Para determinar las estaciones de muestreo, se recomienda determinar a priori las posibles fuentes de emisión de RNI, con el apoyo de información preliminar, referencias bibliográficas y ayuda de imágenes satelitales de la zona del proyecto.

1.5.2.2.3 Estacionalidad

Si bien es cierto, la estacionalidad no juega un papel en la medición de RNI, debe tenerse en consideración que no se deben realizar mediciones en caso de lluvia, granizo o tormentas, ya que estas no registrarán las condiciones normales.

1.5.2.2.4 Frecuencia, duración del muestreo y duración del programa

Como la estacionalidad no juega un papel en las mediciones de RNI, la medición se lleva a cabo una sola vez.

1.5.2.2.5 Parámetros / Variables a considerar

Dependiendo del tipo de proyecto, se deben considerar de manera inicial los siguientes parámetros:

Parámetro	Símbolo	Unidad
Intensidad de campo eléctrico	E	V/m
Intensidad de campo	H	A/m
Densidad de flujo magnético	B	μT
Densidad de Potencia	Seq	W/m^2

Las mediciones se realizarán en los rangos de frecuencias que correspondan a los tipos de proyectos a evaluar de acuerdo a la normativa nacional.

1.5.2.2.6 Métodos de muestreo

Las mediciones se realzarán en los exteriores d las posibles fuentes de emisión, a fin de evaluar su incidencia en la población. Las mediciones se realizarán en los componentes proyectados tales como: infraestructura de telecomunicaciones, subestaciones eléctricas, torres eléctricas, casas de fuerza, emplazamiento de la línea de transmisión en centros poblados.

Para el caso de las RNI generadas por las redes eléctricas, en tanto no se cuente con un protocolo nacional de medición, se considerará de manera referencial la norma IEEE Std. 644 – 1994 "Standard procedures for measurement of Power frequency Electric and Magnetic Fields from AC Power Lines". Esta norma es difundida por el Instituto Americano para Normas Nacionales y por el Instituto Americano para Normas Nacionales y por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (Institute of Electrical and Electronic Engineers de Estados Unidos de Norteamérica). La norma establece que las mediciones deben realizarse en los cuatro puntos cardinales y sus bisectrices.

Para el caso de las RNI generadas por los servicios de telecomunicaciones, se debe ajustar a la normativa sectorial del MTC referente a RNI.

Las mediciones se realizarán a una altura no menor a 1 m sobre el piso. Se debe de evitar el efecto de apantallamiento de las radiaciones por parte del operador, por lo cual se debe de mantener a una distancia aproximada de 2 metros del equipo de medición. Las mediciones se realizarán en zonas con ausencia de edificaciones y/o alguna otra forma de barrera, que impida una medición correcta de las RNI. Se deben apagar las fuentes de emisiones de RNI del personal involucrado en la realización de la medición.

1.5.2.3 Evaluación y Análisis de Resultados

Para la interpretación de resultados:

- Se evaluarán a través de gráficas y tablas los parámetros de intensidad de campo eléctrico (E) y densidad de flujo magnético (B); para una frecuencia de 60 Hz en base a los Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes (ECA-RNI) vigente.
- Se evaluarán a través de gráficas y tablas los parámetros de intensidad de campo eléctrico (E) o densidad de potencia (W/m^2); para frecuencias de telecomunicaciones en base a los Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes (ECA-RNI) vigente.
- En el caso se identifiquen niveles que sobrepasen los ECA-RNI, se deberá de identificar las posibles fuentes.

1.5.2.4 Representación espacial

Los mapas se deben realizar a una escala adecuada que permita visualizar los puntos de medición, así como los componentes del proyecto.

1.5.3 Referencias bibliográficas y documentos de consulta

- PCM (2005). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Radiaciones No Ionizantes*. Decreto Supremo N° 010-2005-PCM.
- Dirección General de Electricidad (2006). *Código Nacional de Electricidad: Utilización*. Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). *Valores máximos de Radiaciones No Ionizantes referidos a Campos Eléctricos y Magnéticos*.

- MTC (2003). Aprueban norma técnica sobre Protocolos de medición de Radiaciones No Ionizantes. Resolución Ministerial N° 613-2004 MTC/03.

1.6 Geología

1.6.1 Alcance

Caracterizar la Geología del área de estudio es importante porque influyó en la formación del paisaje y de los suelos, y así a la flora del área de estudio. La Geología es también la base de los estudios de Hidrogeología, influye en la composición química de los cuerpos de agua, y apoya en el análisis de riesgos como la generación de aguas ácidas. Si bien la Geología es amplia, la Línea Base de Geología debe enfocarse en los aspectos importantes para la evaluación de impactos.

1.6.2 Metodología

1.6.2.1 Revisión de Información Secundaria

En el caso específico de Geología, existe información secundaria a nivel regional. La principal fuente de información secundaria es la Carta Geológica Nacional del INGEMMET, desarrollada a escala 1:100 000, y en menor medida a escala 1:50 000, conjuntamente con los boletines geológicos, que constituyen estudios regionales de cada cuadrángulo que integra la carta. Para el caso de la Geología en el área del proyecto puede contarse con estudios previos, especialmente en los sectores de minería e hidrocarburos. Estas fuentes secundarias permiten preparar un mapa geológico preliminar del área de estudio.

1.6.2.2 Trabajo de Campo

1.6.2.2.1 Foto-interpretación

Mediante el análisis de bandas y clasificaciones diversas con imágenes de satélite, especialmente a través de pares estereoscópicos ya sean satelitales o de fotografías aéreas se pueden obtener más rasgos geológicos de interés que los identificados en la información secundaria. De esta manera se puede ajustar el mapa geológico obtenido de la información secundaria.

1.6.2.2.2 Planificación del trabajo de campo

Dependiendo del proyecto, puede requerirse un trabajo de campo para preparar un mapa geológico detallado del área del proyecto y las áreas adyacentes.

El énfasis del trabajo de campo debe estar enfocado en identificar y delimitar al detalle las formaciones identificadas. En la medida en que la oportunidad se presente, se podrá también evaluar la litología de afloramientos representativos de las formaciones existentes y las diversas manifestaciones de la geología estructural.

En el caso de proyectos que requieran trabajos de perforación, los testigos son una fuente de información primaria importante.

1.6.2.3 Evaluación y Análisis de Resultados

El resultado de la evaluación y análisis de los resultados es el mapa geológico final, que debe mostrar las unidades litoestratigráficas y elementos estructurales como fallas y plegamientos. Asimismo debe prepararse una columna estratigráfica, especialmente en el área del proyecto.

El mapa geológico debe estar acompañado de secciones o perfiles geológicos, que representen en profundidad las relaciones estratigráficas y los elementos estructurales identificados. Para proyectos de explotación minera se deberá incluir una descripción del yacimiento a explotar.

Si bien una unidad litoestratigráfica no tiene un espesor mínimo. Sin embargo, por razones prácticas, se recomienda representar únicamente las de cierto espesor que permita su adecuada representación a la escala de estudio, y no representar ningún suelo residual de espesor inferior a unos pocos metros. En estos casos debe considerarse la unidad litológica subyacente.

1.6.2.4 Representación espacial

Presentar mapas geológicos en una escala adecuada, de tal manera que se puedan visualizar los componentes del proyecto. Para la aplicación de colores, tramas y simbología, se recomienda tener en cuenta lo señalado en los estándares internacionales de cartografía geológica.

1.6.3 Referencias bibliográficas y documentos de consulta

- Comisión Norteamericana de Nomenclatura Estratigráfica. 2010. *Código estratigráfico norteamericano*. Boletín 117. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología.
- Reguant, Salvador y Roser Ortiz. 2001. *Guía Estratigráfica Internacional. Versión Abreviada*. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 14: 3-4.
- U.S. Geological Survey (USGS). (2006*). FGDC Digital Cartographic Standard for Geologic Map Symbolization*. Geologic Data Subcommittee, Federal Geographic Data Committee. Reston, Va.
- Gestión de la Información Geocientífica (SINGEO). (2012). *Estándares de cartografía geológica digital para planchas a escala 1:100 000 y Mapas departamentales. Versión 2*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Minas y Energía. Servicio Geológico Colombiano.
- Subdirección de Reconocimientos Geocientíficos. (2001). *Estándares cartográficos y de manejo de información gráfica para mapas geológicos departamentales y planchas esc. 1:100 000. Versión 1.1*. Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear (INGEOMINAS).
- Tarbuck, E.J. & Lutgens F.K. (2005). *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física*. Octava edición. Madrid, España: Pearson-Prentice Hall.
- Vera Torres, J.A. (1994). *Estratigrafía. Principios y Métodos***.** Madrid, España: Editorial Rueda.
- Tumialán de la Cruz, P. (2003). *Compendio de yacimientos minerales del Perú*. Instituto Geológico, Minero y Metalurgista (INGEMMET).

1.7 Geoquímica

1.7.1 Alcance

La caracterización geoquímica permite evaluar el potencial de generación de agua ácida de los materiales expuestos como consecuencia del desarrollo de un proyecto. Por los volúmenes de materiales a mover y la magnitud de las áreas expuestas, la caracterización geoquímica es especialmente importante para los proyectos mineros.

La caracterización geoquímica en el marco de un Estudio de Impacto Ambiental debe permitir establecer el potencial de generación de acidez de los materiales, y debe permitir predecir los parámetros de preocupación ambiental, como aquellos que pueden llegar a los suelos o cursos de aguas. Asimismo, la caracterización debe permitir pronosticar de manera aproximada la calidad de los efluentes que se generarán. De esta manera, se podrán diseñar los planes de manejo de residuos para evitar o controlar la generación de aguas ácidas, diseñar los sistemas de manejo de agua, incluyendo plantas de tratamiento, así como alimentar los modelos de calidad de agua para la evaluación de impactos.

1.7.2 Metodología

1.7.2.1 Revisión de información secundaria

Para la revisión de información secundaria deben considerarse los lineamientos generales del Capítulo 1.0. Si consideramos que la caracterización es propia de cada lugar y proyecto, la información secundaria a revisar será principalmente aquella generada por el proyecto en fases anteriores o durante los trabajos de exploración.

En especial, la información geológica obtenida de los trabajos de exploración es valiosa. Es recomendable tener en cuenta algunos parámetros importantes de caracterización geoquímica (como por ejemplo el contenido de sulfuros) en los registros de testigos para poder aprovechar el esfuerzo de exploración a favor de la caracterización geoquímica.

Una fuente de información secundaria útil es la relacionada a posibles operaciones previas o pasivos ambientales que pueden existir en áreas cercanas con geología similar que puedan ser utilizados como analogías naturales. En estos casos, la caracterización química de los efluentes es información muy útil que se puede utilizar en la caracterización geoquímica.

1.7.2.2 Trabajo de Campo

1.7.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

El trabajo de campo consistirá en seleccionar las muestras que serán analizadas, las cuales deberán ser representativas de los materiales que serán removidos y expuestos. Para un trabajo de campo efectivo es fundamental que:

- Se hayan revisado los mapas geológicos locales y del depósito;
- Se conozca de manera aproximada los materiales que serán movidos y expuestos, así como las cantidades a mover, y las áreas expuestas, para poder preparar un plan de muestreo apropiado; y
- Se haya coordinado con el departamento de Geología para poder tener acceso a los logueos y los testigos de exploración.

1.7.2.2.2 Muestreo

Seleccionar las muestras es una tarea crítica para lograr una caracterización apropiada que incluya las litologías presentes de manera representativa, por lo que es planificada con detenimiento. Las muestras tienen que ser representativas de cada suelo o litología presente, por lo que el número de muestras está basado en las características del proyecto, como ubicación de las instalaciones, litologías que intercepta, y volúmenes y áreas de material que se mueven o quedan expuestas. El tamaño de la muestra es adecuado para representar la variabilidad/heterogeneidad dentro de cada unidad geológica.

Los factores como el tamaño de grano, defectos estructurales, alteración, brechamiento y veteado son considerados en la selección de muestras. Como referencia se pueden consultar algunas guías que establecen el número de muestras en base al tipo de proyecto (*Australian Government Department of Industry, Tourism and Resources*, 2007).

La caracterización geoquímica de muestras para la caracterización del material de desmonte incluye un examen de la cobertura espacial de las perforaciones con referencia a la extensión del tajo o mina subterránea. También pueden usarse otras fuentes de materiales como cortes, muestras de mina, compósitos de mena, residuos y productos de los ensayos metalúrgicos.

Considerar para la toma de muestra todo material que vaya a ser expuesto y que posea el potencial de generar drenaje ácido de roca (ARD por sus siglas en Inglés) o liberar contaminantes en cantidades significativas, incluyendo materiales de construcción o materiales de canteras.

Es recomendable desarrollar y seguir un protocolo de aseguramiento y control de calidad (que incluya entre otros duplicados, cadena de custodia, inclusión de muestras estándares). Asimismo, planificar cuidadosamente la preparación y almacenamiento de muestras para lograr resultados precisos. Una descripción más detallada se puede encontrar en Price (2009).

1.7.3 Ensayos

El programa de laboratorio de caracterización geoquímica por lo general incluye los siguientes análisis:

- Ensayos estáticos
    - Composición química (análisis elemental)
    - Análisis mineralógico
    - Conteo ácido-base (ABA)
    - Generación ácida neta (NAG)
    - Ensayos de extracción con soluciones
- Ensayos cinéticos
    - Celdas de humedad

Los ensayos estáticos se llevan a cabo en la primera fase de la caracterización y es previa a los ensayos cinéticos. Los ensayos estáticos tienen como objetivo la descripción general de las características geoquímicas de los materiales y la evaluación del potencial de un tipo específico de roca para generar acidez, neutralizar acidez y lixiviar metales.

Existen dos tipos básicos de análisis para la determinación del potencial de ARD: el conteo ácido base (ABA), que mide el potencial de generación de acidez neto mediante la determinación independiente del contenido de generación de acidez y de neutralización; y el procedimiento de generación de ácido neto (NAG), que genera un solo valor que indica el potencial de generación de acidez.

A pesar que los ensayos estáticos pueden determinar el potencial de generación de acidez de los materiales y los metales de preocupación, normalmente se requiere de los ensayos cinéticos para

obtener la información detallada y evolución del proceso. Por eso el diseño del programa de ensayos cinéticos se basa en los resultados de los ensayos estáticos.

Los procedimientos de prueba cinéticas incluyen una serie de mediciones en el tiempo, y se utilizan para evaluar el drenaje ácido, incluyendo la reactividad del sulfuro, la cinética de oxidación, la solubilidad de metal y el comportamiento de lixiviación de los materiales, por lo tanto, indican la producción ácida y la calidad del agua del drenaje, que sirven para evaluar el tratamiento requerido y adoptar las medidas de control necesarias.

1.7.3.1 Análisis elemental

El análisis elemental se utiliza por lo general para comparar las concentraciones promedio global de los suelos con los valores presentes en los materiales a caracterizar. De esta manera se puede conocer qué elementos se encuentran enriquecidos en los materiales y que podrían ser movilizados, por lo que merecen una atención especial en la evaluación.

1.7.3.2 Análisis mineralógico

La mineralogía es esencial para la comprensión de los minerales presentes en las rocas y para los procesos que conducen a la generación de drenaje ácido en la intemperie. El análisis mineralógico debe como mínimo identificar los minerales que contienen sulfuros y carbonatos.

1.7.3.3 Conteo ácido base (ABA)

Evalúa el equilibrio entre los procesos de generación de acidez (oxidación de minerales de sulfuro) y los procesos de neutralización (disolución de los carbonatos alcalinos, desplazamiento de bases intercambiables y meteorización de silicatos). Se trata de la determinación del potencial de acidez (AP) y la capacidad neutralizante inherente (Potencial de Neutralización "NP"), ambos expresados en kg $CaCO_3$/tonelada.

Existen diferentes protocolos para la determinación de los parámetros AP y NP por lo que deben considerarse las limitaciones y consideraciones del protocolo utilizado.

Las especies de azufre identificadas incluyen generalmente el azufre total y sulfuro. El AP puede ser calculado utilizando el azufre total, lo que representa el cálculo más conservador; o utilizando la concentración de uno o más especies de azufre, lo que representa un estimado más específico de las especies de azufre.

Si bien la determinación del AP es relativamente simple, la determinación del NP debe analizarse con detalle, ya que dependiendo del método de determinación utilizado para su determinación, los valores representan diferentes condiciones. Por lo tanto, el protocolo para determinar el NP debe ser establecido de acuerdo a las condiciones del proyecto. Asimismo, debe utilizarse un solo protocolo a lo largo del trabajo de caracterización para poder obtener valores comparables. Los métodos de determinación de NP más utilizados son el método Sobek y el Sobek modificado, por lo que utilizar estos protocolos es provechoso para la comparación de los resultados con los obtenidos en otros estudios.

Los valores de AP y NP son combinados matemáticamente para determinar si la muestra posee potencial de generación de acidez o si por el contrario el potencial de neutralización es mayor. La relación potencial neta (NPR) y el potencial de neutralización neta (NNP) se calculan utilizando las siguientes fórmulas:

$$NPR = NP/AP \quad (kg\ CaCO_3/t)$$

$$NNP = NP - AP \quad (kg\ CaCO_3/t)$$

Se preparan gráficos NP vs NP de los resultados para representar gráficamente la distribución del comportamiento de cada muestra. Pueden prepararse otros tipos de gráficos como azufre total frente a azufre sulfuro para graficar la distribución de las diferentes especies de azufre presentes en las muestras.

De acuerdo a la estequiometría de las reacciones las muestras pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Materiales potencialmente generadores de acidez (PAG) si NP/AP < 1;
- Materiales sin potencial de generación de acidez (NAG) si NP/AP > 2; y
- Potencial incierto si NP/AP se encuentra entre 1 y 2.

Se pueden adicionar diferentes factores de seguridad a los valores presentados para atender las limitaciones o la incertidumbre de los métodos de determinación del AP y NP. Los factores de seguridad incluidos deberán ser indicados expresamente en el informe.

Una representación gráfica de AP versus NP muestra la distribución de las muestras en cada una de las categorías, las cuales estarán delimitadas por rectas con pendientes 1 y 0,5. Las muestras ubicadas en el rango sobre la recta de pendiente mayor de 1 serán las muestras PAG, aquellas muestras ubicadas bajo la recta de pendiente 0,5 serán consideradas NAG. Las muestras ubicadas entre las dos rectas se encuentran en el rango de incertidumbre.

1.7.3.4 Test de generación ácido total (NAG)

El test de NAG se utiliza en asociación con el potencial neto de neutralización (PNN) para clasificar el potencial de generación de ácido de una muestra. El test de NAG implica la reacción de una muestra con peróxido de hidrogeno para oxidar rápidamente cualquier mineral de sulfuro. Ambas reacciones de generación y neutralización de ácido se producen simultáneamente y el resultado neto representa una medida directa de la cantidad de ácido generado.

Los resultados de NAG pueden utilizarse en conjunto con los resultados de ABA para mejorar la confiabilidad de la predicción. Preparando un gráfico NAGpH (en escala logarítmica negativa) vs NPR y utilizando los valores de corte de NPR de 1,00 y de 4,5 para el NAGpH se generan cuatro sectores. Los sectores con valores de NAGpH mayores a 4,5 y NPR menores de 1,00; y valores NPR mayores de 1,00 y valores menores de NAGpH de 4,5 son considerados rangos de incertidumbre. El sector con valores de NAGpH mayores a 4,5 y NPR mayores de 1,00 incluirá las muestras sin potencial de generación de acidez. Finalmente el sector con valores de NAGpH menores a 4,5 y NPR menores de 1,00 incluirá las muestras con potencial de generación de acidez.

1.7.3.5 Ensayos de Extracción

Los ensayos de extracción de corto plazo (como ensayos de 24 h de extracción usando agua deionizada) proporcionan información sobre el potencial de lixiviación a corto plazo y a pH neutro. Debe tenerse cuidado de que las condiciones de extracción sean consistentes a lo largo del estudio para poder comparar los resultados de lixiviación.

1.7.3.6 Celdas de Humedad

Los ensayos de celda de humedad (HCT) se utilizan para validar los resultados de los ensayos estáticos (especialmente de aquellas muestras en rangos de incertidumbre), predecir la velocidad de generación de acidez, y finalmente conocer los metales que serán lixiviados.

Conjuntamente con los resultados de los ensayos estáticos, los modelos geológicos y la descripción del proyecto, los resultados de las celdas de humedad permiten realizar una predicción de la calidad de agua bajo diferentes condiciones.

Las celdas de humedad son ensayos que toman entre 24 y 50 semanas, por lo que deben iniciarse lo antes posible, ya que en el caso de la preparación de la línea base constituyen por lo general la ruta crítica.

Las celdas de humedad es un ensayo estandarizado que simula los ciclos de humectación, secado y lixiviación de los elementos liberados debido al proceso de oxidación ocurrido. El lixiviado es analizado para conocer la concentración de los diferentes componentes. Este proceso repetido a lo largo de varias semanas refleja los procesos que ocurrirán en la realidad, y dan una idea de la velocidad del proceso y secuencia de liberación de los componentes.

Un resumen de los resultados de las celdas de humedad se presenta en forma de gráficos que muestran las concentraciones de los diferentes parámetros a lo largo del tiempo que dura el ensayo. Las curvas muestran el comportamiento de las concentraciones y permiten determinar si los ensayos han concluido o si el ensayo debe continuar. Finalmente se obtienen las concentraciones estimadas de los efluentes que generarán los materiales y el desarrollo en el tiempo.

1.7.4 Referencias bibliográficas y documentos de consulta

- Australian Government – Department of Industry, Tourism and Resources (2007). *Managing Acid and Metalliferous Drainage.* Febrero 2007. Australia.
- Price (2009). Prince W.A, *Prediction Manual for Drainage Chemistry for Sulphidic Geologic Materials*. MEND Report 1.20.1, December 2009. (http:www.mend-nedem.org/reports/files/1.20.1.pdf)

1.7.5 Documentos de Consulta

- INAP 2010. *Global acid rock drainage guide*. Recuperado de http://www.gardguide.com/index.php?title=Main_Page
- Plumlee, G.S., and M.J. Logsdon, 1999. *An Earth-System Science Toolkit for Envioronmentally Friendly Mineral Resource Development*. In: G.S. Plumlee and M.J. Logsdon (Eds.), The Environmental Geovhemistry of Mineral Deposits, Part A: Processes, Techniques and Health Issues, Reviews in Economic Geology Vol. 6A, Society of Economic Geologists, Inc., 1-27.
- Price, W.A., 1997. *Draft Guidelines and Recommended Methods for the Prediction of Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Minesites in British Columbia*. Reclamation Section, Energy and Minerals Division, Ministry of Employment and Investment, Smithers, BC.

1.8 Sismotectónica

1.8.1 Alcance

La sismotectónica es el estudio de la relación entre los terremotos, la tectónica activa y las fallas individuales de una región. Este factor posee principalmente una influencia en los diseños del proyecto, y su caracterización busca obtener los parámetros que permitan diseñar el proyecto de manera que la infraestructura pueda soportar los sismos y minimizar los riesgos de un proyecto.

1.8.2 Metodología

1.8.2.1 Revisión de Información Secundaria

La información secundaria debe seguir los lineamientos del Capítulo 1.0. Fuentes importantes de información secundaria son:

- Publicaciones y artículos The United States Geological Survey (Eartquake) www.usgs.gov
- Publicaciones y artículos del Instituto Geofísico del Perú www.igp.gob.pe
- Publicaciones y artículos de la Sociedad Geológica del Perú www.sgp.org.pe
- Publicaciones y artículos del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) www.ingemmet.gob.pe
- Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) www.cismid-uni.org

1.8.2.2 Trabajo de Campo

Debido a que los estudios sismotectónicos requieren del uso intensivo de instrumentos de medición (sismógrafos), tecnología espacial (GNSS e InSAR) y herramientas sofisticadas de procesamiento y análisis de la información, algunas de las cuales incluso operan en tiempo real (monitoreando fallas activas), éstos no pueden ser parte de una línea base. El capítulo de sismotectónica debe ser desarrollado básicamente como una síntesis de la información secundaria disponible.

1.8.2.3 Evaluación y Análisis de Resultados

Una forma de conocer el probable comportamiento sísmico de un lugar es mediante la evaluación del peligro sísmico en términos probabilísticos, es decir predecir las posibles aceleraciones que podrían ocurrir en un lugar determinado.

Para evaluar el riesgo sísmico se tomará en cuenta el Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas, publicado en 2003 por la Comisión Multisectorial de Reducción de Riesgos en el Desarrollo (CMRRD). Este mapa grafica a nivel nacional la zonificación de las máximas intensidades sísmicas observadas, tomando en consideración la escala modificada de Mercalli (MM), la cual clasifica los terremotos por el nivel de daño que causa en la infraestructura y, por ende, en las personas.

La evaluación probabilística de la sismicidad local debe realizarse para períodos de retorno diferentes de acuerdo a los horinzontes del proyecto, y se deben calcular los valores de aceleración para los periodos de retorno establecidos.

Los resultados de estos estudios se utilizan en el diseño de obras civiles, puesto que permiten estimar las fuerzas probables a las que se someterá una estructura en un determinado lugar, en caso de un evento sísmico.

1.8.2.4 Representación espacial

La amenaza sísmica generalmente se representa mediante mapas con curvas de isoaceleración para diferentes períodos de retornos, mostrando su comportamiento en función de las fuentes sísmicas.

1.8.3 Referencias bibliográficas y documentos de consulta

- Castillo, J., & Alva, J. (1993). Peligro sísmico en el Perú. En *VII Congreso Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones* (pp. 409-431), Lima.
- Pérez, B. (2014). La peligrosidad sísmica y el factor de riesgo. Informes de la Construcción, 66: 534.
- Bernal, I.; Tavera, H. & Antayhua, Y. (2001). Evaluación de la sismicidad y distribución de la energía sísmica en Perú. *IGP Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 92: 67-78.
- Bernal, I., & Tavera, H. (2002). *Geodinámica, sismicidad y energía sísmica en Perú*. Lima, Perú: IGP.
- Tavera, H., & Buforn, E. (1998). Sismicidad y sismotectónica de Perú. *Física de la Tierra*, 10: 187.
- Chávez, J. (1975). *Regionalización Sísmica del Perú Mediante Intensidades*. Tesis de doctorado. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Zhenming Wang. (2006) *Understanding Seismic Hazard and Risk Assessments: An Example in the New Madrid Seismic Zone of the Central United States*. San Francisco: Eight U.S. National Conference on Earthquake Engineering.

1.9 Hidrogeología

1.9.1 Alcance

El agua subterránea es un componente importante en muchos proyectos, en especial aquellos donde hay remoción de grandes cantidades de material y existen instalaciones que pueden liberar componentes o metales al subsuelo y éstos pueden alcanzar al agua subterránea. En estos casos un estudio hidrogeológico es fundamental para poder evaluar los impactos, ya que los cambios en la hidrogeología de un área afecta los demás componentes ambientales.

1.9.2 Metodología

1.9.2.1 Revisión de información secundaria

La revisión de la información secundaria debe seguir los lineamientos del Capítulo 1.0. En el caso de estudios hidrogeológicos, la principal información secundaria a revisar serán los aspectos climáticos e hidrográficos, como las características geológicas, información piezométrica y de flujo base. Una fuente importante de información geológica es el INGENMET. La información hidrogeológica es mucho más escasa, sobre todo en lugares remotos sin actividad previa. En el caso de proyectos mineros, los registros de las perforaciones son una fuente importante de información.

1.9.2.2 Trabajo de campo

1.9.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

Adicionalmente a los lineamientos generales del Capítulo 1.0, deberá tenerse en cuenta en lo que corresponda, los protocolos establecidos por las diferentes entidades públicas y sectores competentes como ANA (ANA, 2016).

Para poder realizar el trabajo de campo deberá conocerse primero las características climatológicas, hidrográficas y geológicas. Específicamente se debe conocer las unidades litológicas y la geología superficial local. En campo se confirmará la geología y otros aspectos importantes del área que jueguen un papel importante en las características hidrogeológicas.

Las principales actividades de campo son las siguientes:

- Inventario de manantiales;
- Inventario de pozos;
- Prospección geofísica;
- Instalación de pozos de monitoreo de agua subterránea;
- Ensayos de conductividad hidráulica;
- Monitoreo de agua subterránea

Esta lista es referencial, dependiendo de las características del proyecto (escala, potencial de generación de impactos ambientales, entre otros) y del área de estudio (existencia de áreas sensibles, presencia de agua superficial o niveles freáticos profundos) se deberá evaluar la necesidad de realizar cada tarea. Asimismo, pueden existir casos donde deban llevarse a cabo actividades especiales no mencionadas. En todo caso, debe asegurarse que con las actividades realizadas se obtendrá la información necesaria para poder evaluar los posibles impactos ambientales del proyecto.

1.9.2.2.2 Inventario de manantiales

Los manantiales pueden reflejar puntos de descargas de agua subterránea, por lo que son una fuente importante de información por varios motivos. En primer lugar indican niveles freáticos en las áreas donde se ubican, así como representan la calidad del agua subterránea en ese sector. Asimismo representan en algunos casos usos importantes de agua subterránea por parte de las poblaciones.

La identificación de manantiales puede verse facilitada mediante el uso de imágenes satelitales o fotografías aéreas, sobre todo si son de la época de estiaje, ya que la vegetación presente es una señal inequívoca de presencia de agua.

El inventario deberá recoger no sólo su ubicación, sino también su flujo, de ser necesario la calidad del agua. En caso de tener uso, se deberá recoger también el tipo de uso y su volumen y régimen de explotación.

1.9.2.2.3 Inventario de Pozos

Los pozos construidos y en uso son una fuente valiosa de información. Estos pozos brindan información de niveles freáticos, acuíferos, desarrollo de los niveles freáticos en el tiempo, calidad del agua subterránea y cantidad de agua subterránea utilizada por poblaciones o actividades productivas del lugar.

1.9.2.2.4 Prospección Geofísica

Los métodos geofísicos, especialmente los eléctricos pueden ser utilizados para conocer las condiciones hidrogeológicas, especialmente características de porosidad de roca, presencia de agua, salinidad del agua presente, entre otras. La prospección geofísica puede ayudar por ejemplo a delimitar las áreas de trabajo o establecer los puntos donde se instalarán pozos de monitoreo de agua subterránea.

1.9.2.2.5 Instalaciones de pozos de monitoreo de agua subterránea

Si bien en el caso de estudios hidrogeológicos, los puntos de muestreo pueden ser algunos manantiales, deben construirse pozos de monitoreo de agua subterránea, cuya ubicación será determinada por el especialista en función de las características del proyecto y del área en que se desarrolla.

1.9.2.2.6 Pruebas hidráulicas

Una vez instalados los pozos y dependiendo de las características del proyecto se llevan a cabo ensayos de conductividad hidráulica para obtener las propiedades hidráulicas de la red de pozos de monitoreo instalados. Los ensayos pueden ser estáticos o dinámicos; entre los ensayos que se pueden llevar a cabo están ensayos de “Slug Test” donde se desplaza una volumen de agua con barras prefabricas y se observa los cambios en los pozos de preferencia registrando los cambios preferentemente utilizando un transductor de lectura automática. Otro tipo de ensayo son los aquellos de recuperación, donde se deprime el nivel freático mediante bombeo y se registra el tiempo de recuperación del nivel freático.

1.9.2.2.7 Monitoreo de agua subterránea

El monitoreo debe seguir los lineamientos de aseguramiento y control de calidad generales del Capítulo 1.0.

<u>Parámetros</u>

Existen dos parámetros importantes en la caracterización de aguas subterránea, el nivel freático y la calidad de agua. Los parámetros de calidad de agua subterránea deben permitir caracterizar el tipo

de agua y su relación con la geología, así como su influencia en cuerpos de agua superficiales o fuentes de agua. No existen estándares de calidad ambiental para agua, además los ECA para agua se expresan en concentraciones totales, mientras que para agua subterránea parámetros disueltos tiene más sentido. Los valores de ECA para agua u otros valores internacionales pueden usarse de manera referencial, pero no debe evaluarse cumplimiento.

Frecuencia

La estacionalidad juega un papel en hidrogeología. Los niveles de agua subterránea varían con las estaciones, así como la calidad del agua subterránea. Sin embargo, los cambios no son tan rápidos como aquellos que se pueden apreciar en agua superficial, por lo que esto debe ser considerado en la frecuencia del monitoreo/muestreo.

La frecuencia deberá considerar la estacionalidad y la baja velocidad de los cambios de la calidad de agua subterránea. Si bien la medición de nivel freático puede llevarse a cabo incluso con equipos que registren el nivel freático en tiempo real, la toma de muestras para calidad de agua no deberían tener una frecuencia elevada, pudiendo incluso ser trimestral o semestral.

1.9.2.3 Evaluación y Análisis de Resultados

Como parte de la evaluación y el análisis de resultados y dependiendo de las características del proyecto se puede:

- Determinar las unidades hidrogeológicas;
- Determinar los parámetros hidráulicos (permeabilidad, porosidad, coeficiente de almacenamiento);
- Definir la dirección del flujo subterráneo y gradientes hidráulicos;
- Analizar la influencia de estructuras geológicas sobre el flujo subterráneo;
- Establecer las áreas de recarga y cuantificar la recarga del sistema hidrogeológico;
- Cuantificar el volumen de las reservas almacenadas; y
- Determinar el flujo base.

Posteriormente con la información obtenida se preparará el modelo conceptual de agua subterránea.

Para la calidad de agua subterránea deberá establecerse los tipos de agua. La preparación de diagramas de *Stiff, Piper, Schoeller* y de cajas puede utilizarse para la representación gráfica de los resultados de los análisis de laboratorio.

1.9.2.4 Representación espacial

Los mapas a preparar podrán ser entre otros:

- Mapas geológicos (local superficial y basamento);
- Mapa del inventario de manantiales;
- Mapa de inventario de pozos;
- Mapa hidrogeológico;
- Mapa de niveles de agua subterránea y dirección de flujos de agua subterránea;
- Modelo hidrogeológico conceptual; y
- Representación gráfica de hidroquímica.

Los mapas deberán estar a una escala que permita ver las instalaciones y la información que se representa.

1.9.3 Referencias bibliográficas y documentos de consulta

- ANA (2016). Autoridad Nacional del Agua. *Términos de Referencia Comunes del contenido hídrico que deberán cumplirse en la elaboración de los estudios ambientales.* Resolución Jefatural N° 090-2016-ANA.

1.10 Calidad de Agua

1.10.1 Alcance

Algunos proyectos pueden generar un cambio en la calidad del agua, aumentando la concentración de algunos parámetros o contaminantes en el agua. A continuación se describen los lineamientos para la caracterización de la calidad de agua en el área de estudio y su comparación con estándares de calidad ambiental.

1.10.2 Metodología

1.10.2.1 Revisión de Información Secundaria

La revisión de la información secundaria debe seguir los lineamientos del Capítulo 1.0.

1.10.2.2 Trabajo de Campo

1.10.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

Adicionalmente a los lineamientos generales del Capítulo 1.0, deberá tenerse en cuenta en lo que corresponda, los protocolos establecidos por las diferentes entidades públicas y sectores competentes como ANA (ANA, 2016).

1.10.2.2.2 Estaciones de muestreo/monitoreo

La selección de los puntos de muestreo/monitoreo deben seguir los lineamientos generales expresados en el Capítulo 1.0.

La extensión del área en la que se establecerán los puntos de muestreo/monitoreo debe ser establecida tomando en cuenta las características del proyecto y su área de operación, pero también pueden considerarse aspectos sociales como percepciones.

1.10.2.2.3 Estacionalidad

La estacionalidad juega un papel importante en la calidad del agua. El agua de las lluvias conjuntamente con el tipo de suelo influye en la calidad del agua durante esta época. Asimismo en lugares con periodos largos de estiaje, ciertos componentes pueden acumularse sobre la superficie, y llegan a los cuerpos de agua con las primeras lluvias fuertes que generan escorrentía superficial, aumentando las concentraciones de ciertos componentes. Por estas razones es importante tener en cuenta la estacionalidad para el diseño del trabajo de campo.

1.10.2.2.4 Frecuencia

La frecuencia en caso de planes de muestreo deberá considerar aquellas determinadas en la normativa vigente y la estacionalidad. Deberá considerar mediciones representativas de las épocas del año (época seca y de lluvias como mínimo) y de ser necesario, de épocas singulares del ciclo hidrológico como puede ser las primeras lluvias fuertes cuando se produce el “primer lavado”.

En el caso de programas de monitoreo, se debe establecer la frecuencia de manera tal que se puedan registrar los cambios anticipados de la calidad de agua debido a la estacionalidad observada en el área de estudio.

1.10.2.2.5 Parámetros

La elección de los parámetros debe enfocarse en los parámetros regulados por la normatividad (MINAM, 2017) y en aquellos parámetros que están directamente relacionados con las actividades a desarrollar a lo largo del ciclo de vida del proyecto, de acuerdo a lo establecido en las normas ambientales vigentes.

Debe considerarse para la elección de los parámetros la categorización de los cuerpos de agua a caracterizar, así como los usos reales de sus aguas. De manera referencial el protocolo de la ANA (ANA, 2016) recomienda algunos parámetros por categoría.

1.10.2.2.6 Métodos de muestreo y análisis

Algunos tipos de toma de muestra y de muestras que pueden utilizarse para la caracterización de aguas superficiales se encuentran mencionados en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2016). En caso se utilicen otros tipos de muestras u otro tipo de método de toma de muestra deberán explicarse expresamente en el informe de línea base.

Para la selección de los métodos de análisis debe tenerse en cuenta los siguientes criterios técnicos, de acuerdo a sus definiciones reconocidas internacionalmente (UN, 2012):

- **Selectividad.** El método debe poder determinar el elemento a medir en una mezcla compleja sin interferencia de los demás componentes de la mezcla.
- **Límite de detección.** Contenido mínimo de un elemento o compuesto que puede registrarse con un grado razonable de certeza estadística, es decir que se puede determinar que está presente.
- **Límite de Cuantificación**. Mínima concentración o masa de analito que ha sido validada con una exactitud aceptable aplicando el método analítico completo.
- **Sensibilidad.** Capacidad del método de determinar cambios de concentraciones del elemento a medir.
- **Exactitud y precisión.** Exactitud del método de obtener un resultado verdadero. La precisión es el grado de acuerdo de los resultados independientes

Especialmente importante es asegurar que los límites de detección y cuantificación de los análisis sean menores que los valores que se utilizarán para la evaluación, como los ECA para agua. Debe tenerse en cuenta para esta evaluación que los límites de detección y cuantificación dependen de la matriz en la que son analizados.

1.10.2.2.7 QA/QC del muestreo/monitoreo

El control y el aseguramiento de la calidad de la obtención de datos deben seguir los lineamientos generales mencionados en el Capítulo 1.0.

1.10.2.3 Evaluación y Análisis de Resultados

Dependiendo de la cantidad de datos obtenidos, es importante que se preparen estadísticas de los datos. Además de valores máximos, mínimos y promedios, los valores del percentil 90 y percentil 10 son importantes para poder evaluar si los valores máximos o mínimos representan comportamientos regulares.

El uso de tablas y gráficas mostrando parámetros estadísticos y su relación con Estándares de Calidad Ambiental (ECA) es un apoyo importante para la representación de los resultados; teniendo en cuenta que algunas de estas herramientas no deben utilizarse si sólo se cuenta con un número reducido de datos.

La evaluación básica de los resultados de la calidad de agua debe incluir el cumplimiento o no con los ECA para agua. Además dependiendo del tipo de proyecto y el área de estudio se pueden realizar otras evaluaciones. Se pueden preparar Diagramas de Stiff (Stiff, 1951), Diagramas de Piper (Piper, 1953) u otros.

El Diagrama de Stiff permite mostrar de manera gráfica las relaciones entre iones presentes en el agua y ayuda a visualizar diferentes tipos de agua, así como los cambios que éstas pueden sufrir por cambios estacionales o en el tiempo.

El Diagrama de Piper incluye aniones y cationes en forma simultánea permitiendo agrupar muestras geoquímicamente similares y apoyar en el análisis de las relaciones de los cuerpos de agua en el área de estudio.

1.10.2.4 Representación espacial

Se debe presentar mapas de ubicación de puntos de muestreo de calidad del agua a una escala adecuada, en coordenadas UTM y en el sistema WGS 84, de tal manera que se puedan visualizar los componentes del proyecto, los puntos de monitoreo/muestreo y su ubicación respecto a poblaciones cercanas o áreas sensibles identificadas. Asimismo, de considerarse de utilidad, puede incluirse un mapa topográfico del área.

1.10.3 Referencias bibliográficas y documentos de consulta

- ANA - Autoridad Nacional del Agua (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales* (R.J N° 010-2016-ANA).
- MINAM (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. D.S. N° 004-2017-MINAM.
- Piper, A.M. (1953). *A Graphic Procedure in the Geochemical Interpretation of Water Analysis.* USGS. Washington D.C.:
- Stiff, H.A., Jr., (1951), *The interpretation of chemical water analysis by means of patterns:* Journal of Petroleum Technology, v. 3. no. 10, section 1: p15,16 and section 2: p3.
- UN, 2012. *Glosario de término sobre garantía de calidad y buenas prácticas de laboratorio.* Naciones Unidas, Nueva York 2012.

1.11 Geomorfología

1.11.1 Alcance

La Geomorfología es la ciencia del relieve terrestre, entendido este último como el conjunto de formas que caracterizan la superficie sólida de la Tierra, ya sea emergida de los océanos o sumergida bajo estos. La topografía constituye una representación del relieve emergido mientras que la batimetría es una representación del relieve sumergido. Pero la geomorfología va más allá de la representación o descripción del relieve: esta ciencia busca comprender los procesos que han dado lugar (producido, configurado) a las distintas formas que integran el relieve así como aquellos procesos que siguen actuando sobre estas formas, proporcionando así un panorama dinámico del relieve.

1.11.2 Metodología

1.11.2.1 Revisión de Información Secundaria

La revisión de la información secundaria debe seguir los lineamientos del Capítulo 1.0.

1.11.2.2 Límites de la descripción

A continuación se establecen esos límites:

La descripción del relieve debe avanzar desde la escala regional hacia la local sin perder de vista su carácter panorámico, general e ilustrativo. Es decir, esta descripción debe evitar el detalle excesivo y el uso de terminología muy especializada.

Si bien se necesita cierta referencia al origen y naturaleza de las formas de relieve identificadas así como a la edad de estas, no se debe profundizar en el análisis morfogenético (origen de las formas) y morfocronológico (datación de las formas), que puede requerir trabajo de campo intensivo y aplicación de técnicas avanzadas.

La evaluación de los aspectos morfodinámicos (geodinámica externa) debe tener también un carácter general, centrado en los procesos que afectan o moldean el relieve actual, con énfasis en los mecanismos normales más que en los eventos extraordinarios que pueden desencadenar estos procesos.

En suma, la evaluación geomorfológica debe desarrollarse a escalas intermedias, es decir, a niveles de reconocimiento y semi-detalle. De ser necesario, por las características del proyecto en evaluación, o de algunos de sus componentes, efectuar una evaluación geomorfológica detallada, esta debe integrarse a la evaluación geotécnica, que por sus objetivos y métodos siempre se desarrolla a nivel detallado. Del mismo modo, si se identifican peligros significativos asociados a eventos de naturaleza morfodinámica, estos tienen que ser evaluados en detalle en un capítulo específico (Peligros Morfodinámicos).

1.11.2.3 Enfoque

El capítulo de Geomorfología debe ser elaborado a partir de una evaluación estructurada en una secuencia de tres tipos de análisis:

a. Análisis morfométrico. Consiste en describir cuantitativamente el relieve, con base en mediciones de pendientes, cotas de elevación, orientaciones, disecciones (red de drenaje), entre otras variables.

b. Análisis morfogenético. Consiste en identificar los procesos o eventos que han dado lugar a las formas actuales del relieve, con base en interpretaciones morfoestructurales (evolución estructural o tectónica del relieve) y morfoclimáticas (influencia del clima y otros factores externos en el relieve).

c. Análisis morfodinámico. Consiste en identificar y evaluar los procesos y eventos que vienen actuando en el presente sobre el relieve, modificándolo con diferentes intensidades o tasas de cambio a lo largo del tiempo.

Tomando en cuenta los alcances del capítulo, los análisis morfogenético y morfodinámico deben efectuarse en forma de interpretaciones cualitativas a cargo del especialista.

1.11.2.4 Procedimiento

Se propone el siguiente procedimiento general para la elaboración del capítulo, tomando en cuenta la secuencia de análisis establecida. Debe remarcarse que este procedimiento es adecuado para evaluaciones de mediano detalle, teniendo en cuenta los alcances señalados. Las evaluaciones geomorfológicas detalladas, de requerirse, serán tratadas en el capítulo de Geotecnia.

a. Análisis morfométrico. Con base en un modelo digital de elevación (DEM) o sobre la cartografía topográfica disponible del área de evaluación, se deben elaborar los siguientes mapas o modelos del relieve: hipsográfico (altitudes), de pendientes (se recomienda que sea coherente con el mapa de suelos), de aspecto (orientación), de red de drenaje (incluyendo con agua y sin agua), de disección vertical y de disección horizontal (densidad de drenaje). Para esta tarea, es preferible, por su eficiencia y precisión, el empleo de programas informáticos de cartografía y SIG, así como criterios de integración temática geoespacial.

b. Interpretación morfográfica. El análisis morfogenético tienen como finalidad facilitar una primera interpretación geomorfológica del relieve estudiado. Esta primera interpretación suele denominarse morfográfica, por su carácter descriptivo. Se hace notar que en este nivel todavía no se individualizan las formas específicas del relieve.

c. Identificación de formas específicas del relieve. Esta tarea debe efectuarse mediante dos actividades complementarias: (1) la interpretación de imágenes de satélite o fotografías aéreas apropiadas para la escala de evaluación, y (2) el reconocimiento de campo. Ambas actividades deben evitar el análisis detallado y, en el caso del trabajo de campo, emplear exclusivamente técnicas de observación. El resultado final es un mapa de formas del relieve (geoformas).

d. Análisis morfogenético. Una vez identificadas las formas del relieve, se procede a evaluar su naturaleza, es decir, a identificar la forma en que se originaron y evolucionaron, y estimar referencialmente su edad. Una primera aproximación a estos temas, que es todo lo que se

necesita en la LBF, se logra por medio de la interpretación de los mapas geológicos, de la historia geológica y de la historia climática de la zona.

e. Identificación de procesos morfodinámicos. Del mismo modo en que se identifican las formas específicas del relieve, la identificación de procesos morfodinámicos también se basa en la interpretación de imágenes de satélite complementada con el reconocimiento de campo. Pero en este caso, se debe tener especial cuidado en diferenciar entre procesos inactivos y activos, pues ambos suelen tener manifestaciones actuales que deben ser convenientemente evaluadas y distinguidas. El resultado final es un mapa de procesos morfodinámicos actuales.

1.11.2.5 Representación espacial

- Elaboración del mapa geomorfológico. Presenta de manera integrada tres tipos de información: las pendientes (en rangos), las formas específicas del relieve y los procesos morfodinámicos actuales. Esta integración debe hacerse de manera que el mapa no pierda legibilidad.
- Elaboración del mapa de estabilidad física. El mapa de estabilidad física debe elaborarse a partir de la interpretación de los mapas geológico y geomorfológico, ambos a la misma escala, tomando como referencia estudios diversos (de peligro sísmico, geotécnicos, de peligros morfodinámicos). Este mapa debe reflejar no solo las condiciones físicas actuales (sin proyecto) sino también el comportamiento esperado en escenarios de interés para la evaluación de impactos, sin involucrar directamente al proyecto (por ejemplo, un escenario de pérdida de cobertura vegetal).

1.11.3 Referencias bibliográficas y documentos de consulta

- Aguiló Alonso et al. 2004. Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico. Contenido y Metodología. 5ta reimpresión. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- De Pedraza, Javier. 1996. Geomorfología. Principios, Métodos y Aplicaciones. Editorial Rueda. Madrid.
- Bocco, Gerardo et al. 2009. La Cartografía de los Sistemas Naturales como Base Geográfica para la Planeación Territorial. Serie Planeación Territorial. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia. México.
- Villota, Hugo. 2005. Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de Tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.
- Zinck, J.A. 2012. Geopedología. Elementos de Geomorfología para Estudios de Suelos y de Riesgos Naturales. ITC Special Lecture Notes Series. ITC, Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation. Enschede.
- Robertson, Kim G. et al. 2013. Guía Metodológica para la Elaboración de Mapas Geomorfológicos a Escala 1:100 000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental. Bogotá.

- Peña Monné, José Luis (coord.). 1997. Cartografía Geomorfológica Básica y Aplicada. Geoforma Ediciones. Logroño.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2009. Manual Técnico de Geomorfologia. 2a Edición. Manuais Técnicos em Geociências. Diretoria de Geociências. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Río de Janeiro.
- Lugo Hubp, J. 1988. Elementos de Geomorfología Aplicada. Métodos Cartográficos. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

1.12 Suelos

1.12.1 Alcance

El suelo es un ente natural formado a partir de la roca madre, resultado de una serie de procesos de transformación físico-químicas que actúan sobre su composición (minerales, humus, gases, agua, soluciones, etc.). Sus características constituyen el resultado de un largo proceso donde progresivamente se viene estableciendo un equilibrio con las condiciones naturales.

El suelo es un componente importante que determina las características de otros componentes físicos y componentes biológicos, así como de actividades económicas. La caracterización del suelo es importante también para poder diseñar medidas de remediación ambiental.

La caracterización del suelo debe llevarse a cabo considerando aspectos de clasificación edafológica, de productividad y por último su relación con los ECA para suelos.

1.12.2 Metodología

1.12.2.1 Revisión de Información Secundaria

La revisión de la información secundaria debe seguir los lineamientos del Capítulo 1.0.

1.12.2.2 Trabajo de Campo

1.12.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

Adicionalmente a los lineamientos generales del Capítulo 1.0, deberá tenerse en cuenta en lo que corresponda, los protocolos establecidos por las diferentes entidades públicas y sectores competentes como MINAM (MINAM, 2017).

Para la realización de cualquier tipo de muestreo, previamente se debe elaborar un plan de muestreo que contenga la información y programación relacionada con los objetivos del muestreo.

Para el plan de muestreo de suelos, es necesario definir claramente los objetivos que permitan un óptimo proceso de levantamiento de información necesaria para la descripción del sitio, definiendo: i) el área en que se focalizarán los esfuerzos de muestreo, ii) objetivos del plan de muestreo, iii) los tipos de muestreo según los objetivos definidos, iv) la determinación de la densidad y posición de puntos de muestreo, v) los procedimientos de campo, vi) los métodos de conservación de muestras y vii) las necesidades analíticas a desarrollarse.

Es importante que se recopile y revise la información geológica del área de estudio, así como de existir, revisar imágenes de satélite para poder establecer una configuración preliminar del relieve del terreno, que ayudará a establecer los probables sitios de muestreo de suelos con el fin de realizar la caracterización edafológica.

1.12.2.2.2 Estaciones de muestreo

La selección de los puntos de muestreo/monitoreo deben seguir los lineamientos generales expresados en el Capítulo 1.0.

La extensión del área en la que se establecerán los puntos de muestreo/monitoreo debe ser establecida tomando en cuenta las características del proyecto y su área de operación, consideraciones de autoridades (MINAM 2017), pero también pueden considerarse aspectos sociales como percepciones, e incluir áreas consideradas importantes para la comunidades.

Las estaciones de muestreo definitivas se seleccionan en el campo a partir de la información obtenida durante la fase de preparación del trabajo de campo y las condiciones encontradas en el lugar.

1.12.2.2.3 Estacionalidad

La estacionalidad no juega un papel importante en los suelos.

1.12.2.2.4 Frecuencia

La caracterización de los suelos se realiza una sola vez en la línea base.

1.12.2.2.5 Parámetros / Variables a considerar

En lo relativo a los ECA para suelos, la elección de los parámetros debe enfocarse en aquellos regulados por la normatividad (MINAM, 2017) y específicamente en aquellos parámetros que están directamente relacionados con las actividades a desarrollar.

1.12.2.2.6 Métodos de muestreo

El método de muestreo más común para la caracterización edafológica es la apertura de calicatas georreferenciadas en sitios representativos.

Se obtienen los perfiles del suelo describiendo los horizontes genéticos presentes en las calicatas realizadas. Para nombrar los estratos, se recomienda utilizar la nomenclatura establecida por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (2014). Para realizar la descripción de las propiedades del perfil conviene utilizar lo establecido por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1993) que incluye textura, profundidad, color, estructura, presencia y cantidad de fragmentos gruesos, consistencia, raíces, límites de horizonte, drenaje y permeabilidad. También apoya la determinación de características externas del suelo como pendiente, relieve, erosión, vegetación, altitud y pedregosidad superficial.

Una vez establecido el perfil se deben tomar muestras de capas y horizontes representativos para su análisis.

Para la caracterización relacionada a concentraciones de parámetros relacionados al cumplimientos de los ECA de suelos pueden considerarse aquellas propuestas por las autoridades (MINAM, 2017). Asimismo, este documento señala el manejo de las muestras y algunas medidas de aseguramiento y control de calidad. Esto debe ser complementado con lo establecido en el Reglamento para la ejecución de Levantamiento de Suelos (Decreto Supremo N° 013-2010-AG).

1.12.2.3 Evaluación y análisis de resultados

Las muestras de suelos obtenidas para caracterización edafológica deberán analizarse en laboratorio por los parámetros identificados como necesarios para la caracterización del suelo. Entre otros los parámetros a analizar son:

- Textura;
- Conductividad eléctrica;
- pH;
- Contenido calcáreo total;
- Fósforo disponible;
- Potasio disponible;
- Capacidad de intercambio iónico; y
- Bases cambiables.

Se recomienda efectuar la interpretación de los resultados de campo y de los análisis siguiendo las pautas establecidas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1993, 2012), las características eco-geográficas del lugar y la experiencia profesional.

Se recomienda realizar la clasificación natural de los suelos utilizando las pautas establecidas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (2014), utilizando la información de campo, los resultados de los análisis de laboratorio y los datos climatológicos de temperatura y precipitación.

Si bien según esta clasificación, existen seis categorías taxonómicas: orden, suborden, gran grupo, subgrupo, familia y serie, los trabajos pueden sólo llegar hasta categorías más generales como subgrupo.

Para el caso de calidad de suelos, se debe trabajar a nivel detallado y a nivel de serie de suelos.

Asimismo, debe realizarse la Clasificación de Tierras por su capacidad de Uso mayor de conformidad con el Decreto Supremo N° 017-2009-AG, para lo que se requerirá, además de la información arriba mencionada, las zonas de vida tanto del área local como regional. Esta clasificación expresa el uso adecuado de las tierras para fines agrícolas, pecuarios, forestales o de protección y se basa en el Reglamento de Clasificación de Tierras establecido por el Ministerio de Agricultura (2009, 2022). Este sistema comprende tres categorías de clasificación: grupo, clase y subclase.

Complementariamente, es preciso contar con la clasificación de uso actual de la tierra de acuerdo sugiriéndose el Sistema de Clasificación de la Tierra Wlus (World Land Use System de la UGI (Unión Geográfica Internacional) o la de CORINE Land Cover (2006).

Para determinar los conflictos de uso de tierras se toman en consideración las coberturas de capacidad de uso mayor o la zonificación de suelos aprobado versus la cobertura de uso actual. Para la evaluación respecto a los ECA para suelos, la evaluación se deben considerar los parámetros y valores regulados por la normatividad (MINAM, 2017)

1.12.2.4 Representación espacial

Presentar mapas de ubicación de puntos de muestreo de suelo a una escala adecuada, de tal manera que se puedan visualizar los componentes del proyecto, los puntos de muestreo y su ubicación respecto a poblaciones cercanas o áreas sensibles identificadas.

Para efectos de la confección del mapa de suelos, se pueden utilizar las unidades cartográficas de consociación y asociación, dado que las unidades taxonómicas no pueden ser representadas en un mapa.

1.12.3 Referencias bibliográficas y documentos de consulta

- MINAGRI (2009). *Reglamento de Clasificación de Tierras por su capacidad de Uso mayor.* D.S. N° 017-2009-AG
- MINAGRI (2022). *Reglamento de Clasificación de Tierras por su capacidad de Uso mayor.* D.S. N° 005-2022-MIDAGRI
- MINAGRI (2010). *Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos.* D.S. N° 013-2010-AG
- MINAM (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.* D. S. N° 011-2017-MINAM

1.13 Hidrología

1.13.1 Alcance

El agua es sin lugar a dudas el aspecto más importante en la gran mayoría de los proyectos, en especial si en el lugar donde se desarrolla el proyecto existen otros usuarios de agua. La correcta caracterización del área de estudio en aspectos de cantidad y calidad de agua es fundamental para poder realizar una evaluación de impactos apropiada. Por lo tanto la determinación de los parámetros climáticos y meteorológicos, caudales, balances hídricos, usos de agua y su calidad son imprescindibles en el estudio de línea base.

1.13.2 Metodología

1.13.2.1 Revisión de información secundaria

La revisión de la información secundaria debe seguir los lineamientos del Capítulo 1.0. En el caso de estudios hidrológicos, la principal información secundaria a revisar serán loa registros del SENAMHI, la ANA, en especial el SNIRH, y la información existente y pública de proyectos de aprovechamiento hídrico y energéticos.

1.13.2.2 Trabajo de campo

1.13.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

Adicionalmente a los lineamientos generales del Capítulo 1.0, deberá tenerse en cuenta en lo que corresponda, los protocolos generales establecidos por las diferentes entidades públicas y sectores competentes como ANA (ANA, 2016) y específicos como ANA (2015, 2016a, 2016b).

A diferencia de otras disciplinas, la determinación de parámetros hidrológicos requiere de data que cubra un periodo extenso, por lo que el trabajo de campo, en especial el relacionado a caudales, busca establecer el programa de obtención de datos para el futuro y para confirmar o relacionar algunos parámetros a los cálculos realizados con series de datos secundarios.

1.13.2.3 Trabajo de Campo

La primera decisión que se deberá tomar es si la línea base se preparará en función a un programa de muestreo o de monitoreo, es decir con toma de muestras o mediciones puntuales o periódicas respectivamente. Proyectos con bajo potencial de generar impactos o ubicados en ambientes sin cambios significativos temporales o proyectos donde el aspecto de cantidad de agua no sea importante pueden prepararse con un programa de muestreo. Por otro lado, proyectos de mayor significancia ambiental o en ambientes sensibles o cambiantes, un programa de monitoreo para la línea base sería más apropiado.

1.13.2.3.1 Planificación del trabajo de campo

El diseño y planificación del trabajo de campo dependen de una serie de factores, entre los que se encuentran los parámetros a medir, la estrategia de obtención de datos, el equipo y metodología a utilizar, la calidad de la data a obtener, el tipo de proyecto, y la disponibilidad de recursos, así como la accesibilidad al sitio.

Asimismo, deberán tenerse en cuenta los protocolos establecidos por las diferentes entidades públicas y sectores competentes como ANA, DIGESA, MINEM u otras entidades estatales o internacionales, etc. dependiendo del sector al que pertenece el proyecto.

El plan de trabajo de campo debe considerar los siguientes factores en el diseño del programa de muestreo o monitoreo:

- Extensión y escala del plan reflejado en el número y ubicación de las estaciones;
- Parámetros;
- Equipos y métodos;
- Frecuencia; y
- Salud y seguridad.

1.13.2.3.2 Estaciones de muestreo/monitoreo

La selección de los puntos de muestreo/monitoreo debe tener en cuenta por lo menos los siguientes aspectos:

- Lugares que brinden información relevante para cálculos de parámetros importantes o que sirvan para calibración de posibles modelos a preparar;
- Lugares con uso de agua importante;
- Lugares con receptores ambientales sensibles;
- Lugares con presencia de poblaciones;
- Ubicación de las instalaciones o de actividades del proyecto;
- Accesibilidad y seguridad.

La extensión del área en la que se establecerán los puntos de muestreo/monitoreo debe ser establecida tomando en cuenta las características del proyecto y su área de operación, pero también pueden considerarse aspectos sociales como percepciones.

En algunos casos pueden construirse estructuras para la medición de caudales, e incluso incluir la instalación de equipos de medición en línea. Deberá planificarse correctamente la construcción de estas estructuras y obtener los permisos correspondientes.

1.13.2.3.3 Estacionalidad

La estacionalidad es por lo general un factor muy importante en hidrología y debe ser considerado para la preparación del plan de muestreo/monitoreo.

1.13.2.3.4 Frecuencia

La frecuencia en caso de planes de muestreo deberá considerar la estacionalidad y deberá considerar mediciones en condiciones representativas. Asimismo, es importante obtener data de eventos extremos como fuertes lluvias, estos no pueden ser incluidos en una frecuencia planificada de antemano. Debe considerarse los temas de seguridad para los casos de toma de datos durante eventos extremos.

1.13.2.3.5 Parámetros y Métodos de Medición

<u>Caudales</u>

La medición de caudales puede realizarse de manera manual o automática. La medición de caudales manuales puede ser estimado utilizando correntómetro, para lo cual debe ubicarse secciones de

medición lo más homogéneo posible. Para caudales muy pequeños se medirá el tiempo de llenado de un depósito de volumen determinado.

También puede considerarse la construcción de estructuras para la medición de caudales como secciones específicas o canaletas *Parshall*. Estas estructuras deben ser correctamente diseñadas y calibradas para las mediciones.

Uso de Agua e Infraestructura Hidráulica

Es importante registrar los usos de agua del área de estudio, así como la demanda estimada del recurso. Es decir si es poblacional, se recomienda estimar el número de población servida y la dotación. Para los usos agrícolas, de no haber estructuras hidráulicas que controlen la oferta, es recomendable conocer las áreas sembradas, cultivos y cronogramas de siembra. Toda la información deberá ser georreferenciada.

Un inventario de la infraestructura hidráulica es recomendable, registrando las características de la infraestructura, su condición, caudales, tomas de agua y cronograma de uso de la infraestructura.

1.13.2.4 Evaluación y Análisis de Resultados

Dependiendo de las características del proyecto y del área donde se construirá, se podrán obtener los parámetros señalados en las siguientes secciones.

1.13.2.4.1 Precipitación

Para la determinación de la precipitación, se debe realizar en primer lugar un análisis exploratorio de datos, con la finalidad de determinar el comportamiento de la precipitación a través de los años y detectar los valores atípicos y anómalos, así como la consistencia de la serie de tiempo.

Para ello, se puede considerar trabajar con información secundaria de precipitación mensual a través de la base de datos PISCO (Peruvian Interpolation of the SENAMHIs Climatological and Hydrological Stations) de SENAMHI.

Se recomienda realizar el análisis de consistencia a través del análisis gráfico, doble masa y estadístico, o el método de vector regional que facilita la crítica, la homogenización y en ciertos casos el relleno de datos.

Una vez que se cuente con series de tiempo de precipitación consistente y homogénea se puede realizar la completación y extensión, con la finalidad de contar con series de periodo común de precipitación, para lo cual se debe emplear los métodos de: vector regional, pesos porcentuales, regresión lineal, razones de distancia, promedios vecinales, regresión múltiple, autocorrelación y otros.

Finalmente se determina la precipitación media de la cuenca o cuencas aplicando el método de isoyetas, polígonos de *Thiessen*, aritmético, *kriging*, u otro que se crea conveniente.

Asimismo se debe calcular las precipitaciones con diferentes tiempos de retorno, es decir las precipitaciones máximas calculadas para diferentes periodos de tiempo.

1.13.2.4.2 Evaporación

La evaporación es un parámetro importante para la preparación de balances de agua por lo que de ser el caso, debe calcularse la evaporación total anual de los cuerpos de agua y su distribución mensual.

1.13.2.4.3 Caudales

Es importante calcular los caudales medios, mínimos y máximos mensuales; caudales ecológicos, y caudales máximos en diferentes tiempos de retorno.

En los casos en que la cuenca a evaluar dispone de medición de caudales en varias estaciones hidrométricas, se debe realizar un análisis de consistencia para luego determinar la estadística de la serie, como el caudal promedio, mínimo, máximo.

Para los casos donde no se dispone de registro de caudales, se deberá recurrir a un modelo de precipitación-escorrentía. Se pueden utilizar modelos hidrológicos basados en coeficientes de escorrentía, u otros como los de Lutz Scholz. Es importante que estos modelos sean calibrados y validados utilizando las mediciones de campo obtenidas durante el trabajo de campo.

Para ciertos proyectos es importante calcular la disponibilidad hídrica u oferta hídrica para una probabilidad de excedencia del 50 %, 75 %, 85 % y 95%.

Si el proyecto lo amerita es necesario calcular el caudal ecológico, a través del criterio de la Autoridad Nacional del Agua u otros criterios que sean apropiados.

1.13.2.4.4 Análisis de crecidas

Dependiendo de las características del proyecto y del área de estudio, es necesario llevar a cabo un análisis de crecidas y estimar caudales máximos instantáneos para diferentes periodos de retorno, en puntos de interés.

De contarse con caudales máximos instantáneos de estaciones hidrométricas se debe realizar análisis de frecuencias utilizando modelos cuya bondad de ajuste debe ser comprobada. Entre otros los modelos que se pueden utilizar son Smirnov Kolmogorov, chi cuadrado, criterio de Información de Akaike y criterio Bayesiana.

De no contarse con mediciones de caudales máximos, se puede recurrir a fórmulas empíricas, entre otras se cuenta con IILA, racional, chow, hidrograma unitario triangular e hidrograma unitario *Snyder*.

Asimismo se puede realizar un modelamiento hidrológico de la cuenca, por ejemplo con el software HEC HMS (Programa Computacional del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos de Norteamérica). Los caudales de periodo de retorno van depender del objetivo del estudio pero es necesario que figuren resultados para periodo de retorno de 25, 50, 100, 200 y 500 años.

1.13.2.5 Representación espacial

El mapa de cuencas hidrográficas se debe presentar a una escala adecuada donde se pueda visualizar todas las cuencas involucradas en el proyecto, es decir, deben amoldarse a las necesidades de visualización o lectura del mapa. Se debe tener en cuenta también la visualización de los componentes del proyecto asociados a las cuencas hidrográficas.

1.13.3 Referencias bibliográficas

- ANA (2015). Autoridad Nacional del Agua. *Guía para realizar inventarios de fuentes naturales de agua superficial.* Resolución Jefatural N° 319-2015-ANA.

- ANA (2016). Autoridad Nacional del Agua. *Términos de Referencia Comunes del contenido hídrico que deberán cumplirse en la elaboración de los estudios ambientales.* Resolución Jefatural N° 090-2016-ANA.

1.13.4 Documentos de Consulta

- Aliaga, S. (1985). *Hidrología Estadística*. Lima, Perú: UNMSM.
- Bedient, P.B. & Huber, W.C. (1992). *Hydrology and Floodplain Analysis*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- Chow, V.T. Handbook of Applied Hidrology A. (1989). Compendium of Water-Resources Technology Edit. Mc Graw-Hill Book Company.
- Guerrero Salazar P. (2003). *Métodos Estadísticos en Hidrología*. Lima, Perú: Escuela de Post Grado en Recursos Hídricos.
- Organización Meteorológica Mundial. (1990). *Statistical Analysis of Series of Observations* (R. Sneyers), Nota Técnica N° 143, OMM–N° 415, Ginebra.
- Organización Meteorológica Mundial (1994). *Guía de prácticas climatológicas*. Quinta edición. OMM–N° 168, Ginebra.

ANEXO 2. FACTORES BIOLÓGICOS

2.0. LINEAMIENTOS GENERALES

2.0.1 Alcance

Como parte de la línea base se caracteriza los factores biológicos más relevantes de acuerdo a la ubicación geográfica del futuro proyecto, incluyendo la flora, los recursos forestales, los pastos naturales, la fauna terrestre –por ejemplo, aves, mamíferos, anfibios, reptiles, e insectos y otros artrópodos– y los organismos hidrobiológicos continentales –en cuerpos de agua lénticos y lóticos– y/o marinos. Se evalúa si el proyecto se encuentra ubicado en un área donde se concentren recursos genéticos importantes de nivel fenotípico, considerando, por ejemplo, la agrodiversidad. Y, se describen los aspectos biológicos relevantes y sensibles presentes en el área de estudio, con énfasis en aquellos que presentan mayor probabilidad a ser impactados por el proyecto: cuerpos de agua, ecosistemas frágiles, áreas de concentración de recursos genéticos, áreas prioritarias para la conservación, ANP, ZA de ANP, ACR, especies endémicas y/o amenazadas, hábitats para las especies clave, sitios Ramsar, entre otros, así como identificar la presencia de especies exóticas e invasoras[4].

La evaluación de los factores biológicos es especialmente importante, pues el Perú es un país megadiverso, en el que los conocimientos sobre las especies son limitados. Así, es frecuente que las áreas de estudio de los proyectos correspondan a zonas que no han sido estudiadas previamente, y que no se conozca en detalle la flora y la fauna presente.

Es indispensable conocer la condición de los factores biológicos antes de que un proyecto empiece a desarrollarse. Dependiendo de los impactos que pueda generar ese proyecto, se toma en cuenta algunas consideraciones particulares en el momento de diseñar las medidas para evitar o prevenir, mitigar o minimizar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales, según sea necesario. Por ejemplo, en el caso de la afectación de una especie amenazada o de una unidad de vegetación (UV)[5].

En la tabla 2.0-1 se presenta las principales fases en la evaluación de los factores biológicos en la elaboración de la línea base.

Tabla 2.0-2: Principales fases en la evaluación de los factores biológicos

Actividades	Actividades
Pre campo (Planificación de la línea base)	▪ Delimitación de área de estudio. ▪ Recopilación de información sobre el clima y elaboración de climograma estableciendo los meses de temporada seca, húmeda y de transición para seleccionar las fechas idóneas para realizar los muestreos de flora y fauna. ▪ Elaboración de mapas con las estaciones de muestreo considerando ubicación referencial de componentes, unidades de vegetación, ecosistemas frágiles, hábitats críticos, cuerpos de agua, ANP, zonas de amortiguamiento de ANP, Áreas de Conservación Regional, entre otros. ▪ Compilación de data existente sobre la biodiversidad del área de estudio y elaboración de lista preliminar de especies y su estado de conservación. ▪ Elaboración de plan de trabajo para la evaluación biológica detallando las

[4] Para mayor detalle, revisar el Listado Nacional de Especies Exóticas Invasoras contenidas en el Plan de Acción Nacional sobre las Especies Exóticas Invasoras en el Perú 2022-2026 aprobado mediante Decreto Supremo N° 006-2022-MINAM.

[5] Véase la definición de UV en la sección 2.1, “Flora y vegetación”.

Actividades	Actividades
	metodologías y esfuerzo de muestreo.
Campo (Trabajo de campo)	▪ Ejecución de la evaluación de campo de acuerdo a las metodologías del plan de trabajo y la estacionalidad. ▪ Validación de la ubicación referencial de las estaciones de muestreo según las características del proyecto.
Post campo (Interpretación de los datos y elaboración de informe)	▪ Identificación de muestras y especímenes. ▪ Depósito de especímenes colectados. ▪ Análisis de información recopilada en campo. ▪ Elaboración de informes.

Cabe precisar que una línea base biológica no es sinónimo de un inventario biológico ni de un estudio científico detallado. El objetivo de una línea base biológica es proporcionar una idea general de las características de la biodiversidad del área de estudio y de su estado (previo a la intervención del proyecto), con el fin de (i) identificar y caracterizar los impactos ambientales que el proyecto pueden generar sobre la biodiversidad, (ii) diseñar las medidas de manejo ambiental pertinentes y (iii) proporcionar un contexto de condiciones previas al proyecto que permitan evaluar la efectividad de estas medidas. Si bien la información levantada en la línea base es lo suficientemente representativa de la biodiversidad local, no es necesario conocer en detalle todas las especies presentes ni todas sus características. Se prioriza aquellas variables y parámetros que luego puedan ser evaluadas y utilizadas para los fines que se mencionaron.

2.0.2 Metodología

2.0.2.1 Revisión de información secundaria

Como primer paso antes de iniciar los trabajos de campo, se hace una búsqueda y consulta de toda la información disponible que exista sobre la biodiversidad del área de estudio donde ocurrirá el proyecto. Si no exista información específica, se consulta las siguientes fuentes:

- Información producida por instituciones académicas como universidades, herbarios, centros de investigación, institutos de investigación, museos de historia natural y símiles.
- Publicaciones del ámbito distrital.
- Publicaciones del ámbito departamental.
- Publicaciones a nivel de ecosistema o cuenca.
- Publicaciones a nivel de región, ecorregión y/o zona de vida.

Se recomienda priorizar fuentes de información de carácter académico o científico por encima de literatura gris[6]; asimismo, en todos los casos son correctamente referenciadas en el texto.

[6] La literatura gris –también denominada no convencional o semipublicada– son los documentos que no se difunden por los canales ordinarios de publicación comercial y no se ajustan a las normas de control bibliográfico (ISBN, etcétera).

Luego de haber revisado la información secundaria, se recomienda elaborar una lista preliminar de las especies presentes (si hay evidencia por estudios previos) y/o potencialmente presentes (si, por ejemplo, el área del proyecto se superpone con el área de distribución potencial de la especie) en el área de estudio. En gabinete, se evalúa su estado de conservación, basado en listados nacionales e internacionales vigentes en la fecha de elaboración de la línea base. Este material sirve de guía para los especialistas que realicen el trabajo de campo.

2.0.2.2 Trabajo de campo

2.0.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

Durante la planificación del trabajo de campo para la colecta de información primaria, se considera que, en lo referente a la flora y fauna terrestre, las unidades de trabajo son las unidades de vegetación (UV); y en cuanto a la flora y fauna acuática continental, las unidades de trabajo son los cuerpos de agua lénticos y lóticos. Cuando se evalúen ecosistemas marinos, cerca de la costa se considera las zonas del litoral intermareal y submareal, según corresponda, de acuerdo con los taxones evaluados; y para las evaluaciones alejadas de la costa, el mar se considera como un todo, diferenciándose únicamente por estación de muestreo.

Se recomienda elaborar un climograma o histograma ombrotérmico (basado en datos de estaciones hidrometeorológicas con series de tiempo adecuadas, si las hubiera en la zona de estudio, o usando interpolaciones a partir de modelos climáticos[7]) en el que se indiquen los meses de estiaje y avenidas, a fin de determinar las fechas tentativas de las salidas de campo para el levantamiento de la línea base biológica.

Como se indicó anteriormente, si bien esto es una simplificación de la realidad, es una forma práctica y efectiva de sintetizar la información de manera tal que permita tomar decisiones para una adecuada gestión de los impactos de los proyectos.

Se elabora un plan de trabajo que incluya como mínimo lo siguiente:

- Número preliminar de estaciones de muestreo y su potencial ubicación.
- Esfuerzo de muestreo (días efectivos de trabajo de campo).
- Metodologías por utilizar en el campo.
- Cronograma de muestreo.
- Mapa preliminar en el que se identifique el tipo de cobertura vegetal, cuerpos de agua, entre otros.

Para determinar preliminarmente el número de estaciones de muestreo y su potencial ubicación se toma como base el estudio de imágenes satelitales, fotografías aéreas, cartografía o mapas batimétricos disponibles –por ejemplo, Google Earth–, así como la información secundaria disponible, la de UV y la de cuerpos de agua potencialmente presentes. La distribución de las estaciones de muestreo se organiza de manera tal que en todos los grupos de flora y fauna terrestre se evalúen representativamente todas las UV; en todos los grupos de flora y fauna acuática continental, los cuerpos de agua lénticos y lóticos; y en los ambientes marinos, las zonas del litoral intermareal y submareal, según corresponda. Asimismo, se tiene en cuenta los siguientes criterios:

[7] Por ejemplo, (i) CHELSA (https://chelsa-climate.org/), (ii) IRI (https://iridl.ldeo.columbia.edu/), (iii) SENAMHI (https://www.senamhi.gob.pe/tendenciashistoricas/).

- La ubicación de las estaciones de muestreo es aleatoria dentro de cada UV, cuerpo de agua y zona marina. Para ello, se utiliza un tipo de método aleatorio, ya sea simple, estratificado o sistemático.
- La ubicación de las estaciones de muestreo tiene una distribución que sea representativa para las distintas unidades del área de estudio, tomando en cuenta su amplitud.
- Se tiene en cuenta los componentes del proyecto, como se explica en mayor detalle en el ítem 2.0.2.2.5.
- En el caso de hidrobiología, adicionalmente se considera la ubicación de las estaciones de muestreo/monitoreo de calidad de agua, con el fin de que se pueda correlacionar la información biológica con la abiótica.

Se utiliza el término *estaciones de muestreo*, pues el propósito de la mayoría solo es caracterizar la línea base. Luego del proceso de evaluación de impactos, solo aquellas que son incluidas en la red de monitoreo pasan a denominarse *estaciones de monitoreo*; lo usual es que su número sea menor que el de las estaciones evaluadas en la línea base.

Normalmente, en esta fase, sólo se establece la ubicación referencial de las estaciones de muestreo; estas son confirmadas en campo por los especialistas de las distintas disciplinas, como se describe en los siguientes ítems.

2.0.2.2.2 Colecta dentro de Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Una vez planificado el muestreo, y antes de que empiece el trabajo de campo, cuando las estaciones de muestreo se superpongan en Áreas Naturales Protegidas (ANP), se gestiona la autorización respectiva ante el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP) conforme la normativa que regula los procedimientos respectivos.

2.0.2.2.3 Ubicación de estaciones de muestreo

La ubicación final de las estaciones de muestreo es definida en el campo. Los principales criterios en los que se basa esta elección son el juicio profesional y las características particulares de cada grupo biológico. Asimismo, se consideran aspectos de accesibilidad, seguridad y ubicación de los componentes del proyecto.

No es necesario que las estaciones de muestreo de todas las disciplinas compartan exactamente las mismas coordenadas geográficas. Si bien el especialista en vegetación determina las UV representativas, los especialistas de los grupos de fauna e hidrobiología tendrán en cuenta, además, el comportamiento de sus respectivos grupos para poder definir adecuadamente la ubicación final de sus estaciones de muestreo.

Se diferencia las estaciones de muestreo que se ubiquen en un área natural protegida, cuando corresponda.

2.0.2.2.4 Unidades de muestreo

La unidad de muestreo depende de las variables o parámetros que se requieran evaluar, y será específica para cada disciplina biológica.

Para ello, es importante definir las preguntas que se requiere resolver e identificar las variables/parámetros que son evaluados. Luego, se definen los métodos de colecta que proporcionen los mejores datos.

2.0.2.2.5 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replican para evaluar representativamente cada unidad de vegetación o los cuerpos de agua. El número de unidades de muestreo es proporcional a la extensión de las unidades de vegetación, ambientes acuáticos y/o a la futura posible influencia que tendrá el proyecto. La decisión de cuantas unidades de muestreo se utiliza, depende del organismo a estudiar, el tipo de ecosistema y el método de muestreo.

Sobre la base de la experiencia profesional, y teniendo en cuenta los objetivos de la línea base, se recomiendan las siguientes acciones:

1. Dividir el área de estudio en tres zonas:
   a) Probable emplazamiento del proyecto (probable futura "huella del proyecto");
   b) Cerca al emplazamiento del proyecto (probable futura "área de influencia directa");
   c) Lejos del emplazamiento del proyecto (probable futura "área de influencia indirecta" o hasta donde se proyecta el área de estudio).
2. Distribuir las unidades de muestreo según la zona a evaluar, de acuerdo con lo indicado en la tabla 2.0-1.

Tabla 2.0-3: Consideraciones para determinar el esfuerzo de muestreo de acuerdo al tamaño del área de estudio y el lugar de evaluación*

Consideraciones		**Lugar de Evaluación en el área de estudio**		
		Probable emplazamiento del proyecto	**Cerca del emplazamiento del proyecto**	**Lejos del emplazamiento del proyecto**
Objetivo		Debe servir para analizar la flora o fauna terrestre y/o acuática que será directamente afectada por el emplazamiento en la evaluación de impactos.	Posteriormente, podrán ser utilizadas en el Programa de Monitoreo Ambiental como estaciones de monitoreo "de impacto".	Posteriormente, podrán ser utilizadas en el Programa de Monitoreo Ambiental como estaciones de monitoreo "control".
Número mínimo de unidades de muestreo x UV	Proyectos pequeños (área de estudio <5000 ha)	2	2	1
	Proyectos medianos (área de estudio 5000 a 15 000 ha)	3	2	1
	Proyectos grandes (área de estudio > 15 000 ha)	4	3	2
% del esfuerzo de muestreo		40% a 60%	25% a 40%	15% a 25%

Consideraciones	Lugar de Evaluación en el área de estudio		
	Probable emplazamiento del proyecto	Cerca del emplazamiento del proyecto	Lejos del emplazamiento del proyecto
Objetivo	Debe servir para analizar la flora o fauna terrestre y/o acuática que será directamente afectada por el emplazamiento en la evaluación de impactos.	Posteriormente, podrán ser utilizadas en el Programa de Monitoreo Ambiental como estaciones de monitoreo "de impacto".	Posteriormente, podrán ser utilizadas en el Programa de Monitoreo Ambiental como estaciones de monitoreo "control".
Recomendación	Establecer el mayor número de unidades de muestreo que sea posible.		Podrían utilizarse luego con fines de compensación.

* Se presenta a manera de ejemplo, el número de unidades de muestreo por unidad de vegetación, en relación con la ubicación y extensión del proyecto y sus componentes. Sin embargo, la decisión de cuántas unidades de muestreo depende del organismo a estudiar, el tipo de ecosistema y el método de muestreo.

Elaboración propia a partir de las recomendaciones de Ecosystems Working Group (1998).

3. Se sugiere que, para ambientes terrestres, las unidades de muestreo se realicen en distintos parches de la misma UV, con el fin de conocer la variabilidad local. En los ecosistemas acuáticos continentales, la ubicación de las unidades de muestreo abarca los distintos mesohábitats[8]; mientras que, en los ecosistemas marinos, considera las zonas del litoral intermareal y submareal –esta última en relación con la profundidad o distancia a la costa–.

4. Se sugiere que el número final de unidades de muestreo por unidad de vegetación y/o ambiente acuático –continental y marino– sea proporcional a sus dimensiones dentro del área de estudio y, en la cantidad suficiente para un tratamiento estadístico. En el caso de ambientes terrestres, cuando se establezcan menos de cinco estaciones de muestreo por UV, se presenta un sustento: por ejemplo, un solo parche pequeño dentro del área de estudio.

5. En caso el área de estudio involucre ANP, las consideraciones indicadas en la tabla 2.0-1 pueden modificarse a partir de los objetivos de conservación y el Plan Maestro del ANP, los cuales son definidos en la autorización del SERNANP.

6. En caso de que se realicen colectas que involucren extracción definitiva de especímenes, éstas son depositadas en las instituciones científicas nacionales depositarias de material biológico registrado ante el SERFOR.

2.0.2.2.6 Estacionalidad

Si bien depende de las características climáticas del área de estudio, en la mayoría de las regiones del Perú se recomienda que la biodiversidad sea evaluada considerando las dos principales estaciones del año hídrico. Esto es válido para la costa (invierno y verano), la sierra (temporadas húmeda y seca) y la selva (temporadas húmeda y muy húmeda / vaciante y creciente). Los desiertos con vegetación estacional –por ejemplo, tillandsiales y lomas– se evaluarán como mínimo en dos temporadas: invierno y verano. La única excepción es el

[8] Mesohábitat: tipo de hábitat definido por las características hidráulicas de los cuerpos de agua (por ejemplo, pozas, corridas, rápidos).

desierto sin vegetación, en el que se puede considerar una sola temporada de evaluación, pero se indica su cercanía a las zonas con vegetación estacional.

La mejor temporada de evaluación varía dependiendo del grupo biológico:

- Para la flora y fauna terrestre, se sugiere iniciar los muestreos en los momentos de mayor y menor precipitación –o humedad– de cada temporada, considerando que el efecto de la lluvia en el desarrollo de las plantas –y, por ende, en la fauna– no es inmediato, sino que se espera a que se manifieste.
- Para la flora y fauna acuática continental, se sugiere realizar los muestreos durante las temporadas de mayor y menor precipitación –o humedad–, que coincidan con las temporadas de mayor y menor caudal, respectivamente.
- En el caso de ecosistemas marinos, se recomienda que los muestreos se realicen en dos temporadas al año, como mínimo, debido al efecto del aporte de sedimentos de los ríos –que varía en función de las temporadas lluviosa y seca– y del gradiente de temperatura del agua de mar –específicamente de la temperatura superficial del mar (TSM)– entre los meses más cálidos y fríos.
- En caso el área de estudio involucre ANP, se recomienda que los muestreos se realicen teniendo en cuenta las épocas reproductivas, migratorias, de muda y otras, de las especies objeto de conservación o señaladas en el Plan Maestro del ANP, lo cual podrá ser definido durante la obtención de la autorización ante el SERNANP.

Cabe añadir que, en las áreas intervenidas por actividades humanas, por ejemplo, las áreas de expansión urbana, áreas de cultivo, crianzas, entre otros, se podrían evaluar en un solo momento.

2.0.2.2.7 Datos de registro y colecta

Se recomienda recoger en campo los siguientes datos, en todas las estaciones de muestreo y por especie:

- Número/código de estación de muestreo.
- Georreferenciación de la estación de muestreo y de las unidades de muestreo –si es más de una–: coordenadas UTM WGS84, indicando la zona a la que corresponde.
- Altitud –metros sobre el nivel del mar (msnm)– o profundidad –metros bajo el nivel del mar (m).
- Unidad o tipo de vegetación/cuenca hidrográfica/tipo de ambiente acuático/tipo de ecorregión marina –mar frío de la corriente peruana o de Humboldt y mar tropical.
- Condiciones meteorológicas; por ejemplo, lluvia, nubosidad, viento, o condiciones del mar.
- Clasificación taxonómica: clase, orden, familia y especie del taxón.
- Nombre común (en caso de que tenga).
- Nombre local (en caso de que se pueda averiguar).
- Indicación de especie: nativa, naturalizada, exótica, invasora.
- Especies con uso local: información obtenida de los pobladores locales y/o de las referencias bibliográficas.
- Registros fotográficos de las especies, especialmente las de interés para la conservación.
- Nombre del especialista.
- Fecha de registro y/o colecta.

Se recomienda prestar especial atención a las especies exóticas (o no nativas) y a las especies invasoras. Para esto, se usa la lista de especies publicadas para Perú y complementar con información de repositorios de datos.

2.0.2.2.8 Métodos de muestreo en campo

Los métodos de muestreo en campo son específicos para cada disciplina, y son aplicados por profesionales con experiencia en muestreo comprobado en las disciplinas biológicas: herpetólogos, mastozoólogos, ornitólogos, botánicos, hidrobiólogos, entomólogos, entre otros. En la línea base se indica los nombres de los biólogos que participaron en los trabajos de campo, especificando su especialidad y rol y años de experiencia.

Los métodos y el esfuerzo de muestreo son los mismos en todas las campañas de evaluación, con la finalidad de poder comparar los resultados y determinar la variabilidad.

Como información complementaria, se pueden considerar los registros ocasionales (oportunistas) susceptibles de alimentar la base de datos y mejorar el registro de las especies en el área de estudio.

Dentro de la diversidad de herramientas para el muestreo en campo, además de las herramientas tradicionales, existen herramientas nuevas que pueden considerarse para aumentar el tiempo, la frecuencia y la cobertura de muestreo. Entre estas herramientas se consideran las cámaras trampa, los grabadores acústicos, los drones con distintos sensores, el ADN ambiental, entre otros. El uso de estas herramientas y los datos que permiten colectar y analizar, son justificados con la literatura pertinente. Asimismo, tomar las respectivas consideraciones[9] para identificación de especies.

Cabe añadir que, la extracción definitiva se realiza hasta un máximo de tres muestras de flora y tres especímenes de fauna silvestre vertebrada –mamíferos menores terrestres: roedores, marsupiales y lagomorfos; mamíferos menores voladores: murciélagos; anfibios y reptiles– por cada estación de muestreo evaluado, solo en caso las muestras y/o especímenes no puedan ser identificados en campo. Asimismo, se colecta los especímenes que mueran de forma fortuita.

2.0.2.2.9 Control de calidad del muestreo

Dependiendo del taxón evaluado, el área de estudio y disponibilidad de información, se recomienda que el *esfuerzo de muestreo* realizado sea validado mediante curvas de acumulación de especies. Si bien este método es limitado –pues en la mayoría de casos sólo considera la variable riqueza de especies y omite aspectos como abundancia o dominancia–, es uno de los más aplicados actualmente por su practicidad y eficacia. Se pueden utilizar otros

[9] 1. Existe la posibilidad de que los especialistas de campo no sean necesariamente expertos taxonómicos en todos los grupos que incluye el estudio. En algunos casos pueden quizás producir un primer listado de especies identificadas, pero en grupos diversos y/o complejos (asteráceas, orquídeas, poáceas en plantas, invertebrados terrestres y acuáticos en general).

2. El proceso de identificación taxonómica requiere tiempo. En ese sentido, es posible que especies que son importantes por su abundancia u ocurrencia en sitios de interés, no puedan identificarse adecuadamente porque no se ha podido colectar especímenes que tengan las estructuras y condiciones necesarias (por ejemplo, plantas sin flor o fruto, insectos en estadios larvales, etcétera).

3. Al igual que se sugiere registrar diversos datos durante el proceso de colecta de datos muestrales, sugiero que se especifique para el proceso de identificación taxonómica mínimamente:

a. Número de voucher de colecta (fecha, estación de muestreo, colector, etcétera).

b. Clasificación taxonómica: clase, orden, familia, especie, autor del taxón (año para fauna).

c. Nombre del taxónomo que identifica.

d. Lugar de depósito del voucher.

métodos para realizar el control de calidad, pero se incluye el sustento correspondiente y la fuente.

Se determina que un muestreo es representativo cuando a través de la curva, se alcanza un alto porcentaje del total de especies calculadas teóricamente (asíntota). Algunos autores como Jiménez-Valverde y Hortal (2003), refieren que esto es a partir del 70%. En la tabla 2.0-3 se presentan ejemplos para determinar curvas de acumulación de especies. Se recomienda elegir solo uno, de acuerdo con la distribución de los datos colectados, para evitar obtener múltiples valores teóricos de riqueza de especies.

Tabla 2.0-4: Métodos recomendados para realizar curvas de acumulación de especies según la distribución de los datos

Métodos	Descripción	Modelo	Consideraciones
Paramétricos	Cuando la distribución matemática o estadística es conocida	Clench	Es recomendable cuando la intensidad de las muestras cambia con el transcurso del tiempo y se desea conocer el esfuerzo en tiempo mínimo necesario
		Logarítmico	Es útil cuando los muestreos se realizan en áreas pequeñas y, eventualmente, se van a registrar todas las especies
		Exponencial	Se utiliza cuando el área es muy grande o los grupos son poco conocidos
No paramétrico	Cuando se asume que la distribución de los datos no es normal o conocida. Emplean proporciones de especies raras	Chao 2	Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas y el número de especies compartidas en dos muestras
		Jacknife 1 y 2	Considera el número de especies que solamente se encuentran en una muestra o, además, el de las que se encuentran en solo dos muestras
		Booststrap	Estima la riqueza a partir de la proporción de muestras que contiene cada especie

Fuente: Jiménez-Valverde y Hortal, 2003.

2.0.2.2.10 Evaluación y análisis de resultados

En la tabla 2.0-4 se presenta un resumen de las variables que se pueden determinar a partir de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas realizadas en campo, por unidad de vegetación y considerando estacionalidad. También se indica su relación potencial con el proceso de EIA. Aquellas que se utilicen para la línea base (LB), evaluación de impactos ambientales (EI), el plan de manejo ambiental y/o programa de monitoreo ambiental biodiversidad (PMB) cuentan con una base de datos en la cual se indique los valores por estación de muestreo.

Tabla 2.0-5: Variables generales de análisis para la línea base biológica

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Riqueza de especies	Número de especies (S)	Cantidad o listado de especies.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Stohlgren, 2007.	PMB: sirve para comparar valores de riqueza durante el monitoreo.
Diversidad alfa	Índice de Shannon-Wiener (H')	Grado de incertidumbre de predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Stohlgren, 2007.	PMB: sirve para comparar valores de diversidad durante el monitoreo
	Dominancia (D) e índice de Simpson (1-D)	Probabilidad de que dos individuos capturados al azar entre todos los individuos de una comunidad sean de la misma especie. El índice de Simpson, en cambio, representa la equidad.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Stohlgren, 2007.	PMB: sirve para comparar valores de diversidad durante el monitoreo
	Índice de Pielou (J')	Permite la comparación del índice de H' con la distribución de los individuos de las especies observadas, es decir, con la diversidad máxima.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Stohlgren, 2007.	LB: sirve para complementar el índice de Shannon-Wiener y medir la proporción de la diversidad
Diversidad beta	Coeficiente de similitud cualitativa de Jaccard	Relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Stohlgren, 2007.	LB: sirve para comparar y agrupar las unidades de muestreo y confirmar, por ejemplo, la composición de las unidades de vegetación. PMB: sirve para comparar los cambios que se presentan en las poblaciones.
	Coeficiente de similitud cualitativa de Sørensen-Dice	Relaciona el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos sitios.	Krebs, 1999; Köhl *et al.*, 2006.	
	Coeficiente de similitud cuantitativa de Morisita	Relaciona las abundancias específicas con las abundancias relativas y la total. Es altamente sensible a las especies abundantes.	Krebs, 1999; Köhl *et al.*, 2006.	
Abundancia	Abundancia relativa (%)	Cantidad o número de individuos de cada especie en relación con la cantidad total del conjunto de especies de una unidad de muestreo.	Krebs, 1999; Köhl *et al.*, 2006.	PMB: sirve para comparar valores de abundancia durante el monitoreo.
Densidad	Densidad relativa (%)	Densidad de una especie en relación a la densidad total de todas las especies dentro de las unidades de muestreo	Krebs, 1999; Köhl *et al.,* 2006.	PMB: sirve para comparar valores de densidad durante el monitoreo.

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Dominancia	Dominancia relativa (%)	Relación entre la dominancia de una especie y el total de las dominancias de todas las especies.	Krebs, 1999; Köhl *et al.,* 2006	LB: sirve para comparar valores de abundancia durante el monitoreo
Unidades de vegetación	Unidad de vegetación	Superficies de unidades de vegetación.		EI: sirve para medir la perdida de cobertura vegetal.
Cobertura vegetal	Cobertura vegetal (%)	Área de suelo desnudo y variación de la cobertura vegetal de acuerdo con la estacionalidad		
Ecosistemas frágiles	Aquellos incluidos en el artículo 99 de la Ley General del Ambiente	Ecosistemas cuya conservación debe ser priorizada y que, en caso de afectación, requerirán medidas de compensación.	Ley General del Ambiente	EI: sirve para analizar la afectación de ecosistemas frágiles*. Plan de Manejo Ambiental: sirve para establecer medidas de compensación.
Especies claves	Inventario y abundancia de especies clave	Selección de especies que sean sensibles a la perturbación y moderadamente abundantes en el área de estudio —y cuya población se pueda monitorear—, y que presenten cierto grado de especialización en el hábitat.	Stotz *et al.,* 1996	EI: sirve para evaluar impactos en especies clave. PMB: sirve para establecer planes de manejo de especies clave.
Especies amenazadas	Inventario y georreferenciación de especies según legislación nacional	Información georreferenciada de especies presentes en categorías de amenaza según la normativa nacional.	Normativa nacional	EI: sirve para evaluar impactos en especies amenazadas. PMB: sirve para diseñar planes de manejo de especies amenazadas. Nota: en caso de registrarse especies CR o EN, sus datos de registro se tendrán en cuenta para los planes de manejo y/o compensación
	Inventario y georreferenciación de las especies listadas en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)	Información georreferenciada de especies amenazadas incluidas en convenios internacionales vinculantes.	CITES	
	Inventario y georreferenciación de las especies listadas en la lista roja de la Unión	Información georreferenciada de especies amenazadas determinadas por instituciones reconocidas	UICN	

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
	Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)	en conservación.		
Especies endémicas	Inventario y georreferenciación de especies endémicas según literatura especializada[10]	Información georreferenciada de especies endémicas.	Específica para cada grupo.	EI: sirve para evaluar impactos en especies endémicas. PMB: sirve para establecer planes de manejo de especies endémicas.
Especies invasoras y/o exóticas	Inventario y georreferenciación de especies invasoras y/o exóticas	Información georreferenciada de especies exóticas o foráneas cuya introducción causa o puede causar danos económicos, ambientales o a la salud humana	Específica para cada grupo	Sirve para medir el riesgo de desplazamiento de especies nativas.
Especies con usos locales	Inventario de especies con usos locales	Información de plantas útiles o que potencialmente pueden ser usadas por los pobladores locales	Específica para cada grupo	EI: sirve para evaluar impactos en especies con usos locales que, a su vez, puedan afectar indirectamente a los pobladores locales.
Indicadores biológicos**		Estado de conservación del área de estudio		

* En el numeral 2.9 se desarrolla aspectos a considerar para le evaluación de ecosistemas frágiles.
** Por ejemplo, el paco "*Aciachne pulvinata*" en áreas de bofedales y el césped de puna pueden construir un indicador de sobrepastoreo (Salvador *et al*. 2014).

Cabe añadir que, se presenta la constancia o certificado de depósito de las muestras o especímenes colectados, y de ser posible, la constancia o certificado de su identificación.

2.0.3 Representación espacial

Todas las líneas base cuentan con mapas referenciales. Para ecosistemas terrestres, la base es el Mapa nacional de ecosistemas del Perú (MINAM, 2018), y el mapa unidades de vegetación que se elabora como parte de la línea base de flora y vegetación; para ecosistemas acuáticos continentales, la base son los límites de las cuencas hidrográficas; y para los ecosistemas marinos, se usa como base imágenes satelitales disponibles, cartografía y mapas batimétricos de la zona.

Los capítulos de línea base biológica incluyen como mínimo lo siguiente:

[10] Para flora y vegetación considerar el Libro rojo de las plantas endémicas del Perú (León *et al.*, 2006), para aves considerar la Actualización de la lista oficial de aves del Perú (Ugarte *et al.*, 2023), para mamíferos considerar Lista actualizada de la diversidad de los mamíferos del Perú y una propuesta para su actualización (Pacheco *et al.*, 2021), para anfibios y reptiles considerar el Listado de reptiles del Perú (MINAM, 2018) y Anfibios del Perú (Beraun, 2020), o documentación más actualizada.

- Mapa de estaciones de muestreo[11], diferenciando temporalidad en caso aplique.
- Mapa de registro de especies de interés para la conservación.

2.0.4 Referencias bibliográficas

- Bonham, C. D. (2013). *Measurements for terrestrial vegetation*. John Wiley & Sons. Nueva York
- Braude, S. y Low, B. S. eds. (2010). *An introduction to methods and models in ecology, evolution, and conservation biology*. Princeton University Press. New Jersey.
- Brown, J. K. (1974). Handbook for inventorying downed woody material. Gen. Tech. Rep. INT16. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 24 p.
- Ecosystems Working Group (1998). *Standard for terrestrial ecosystem mapping in British Columbia*. Superior Repro.
- Elzinga, C. L., Salzer, D. W. y Willoughby, J. W. (1998). Measuring & Monitering Plant Populations. Denver, Colorado. Bureau of Land Management National Business Center.
- Elzinga, C. L., (1997). Vegetation monitoring: an annotated bibliography (Vol. 352). DIANE Publishing. Weber: Ogden.
- Henderson, P. A. (2003). Practical methods in ecology. Malden, MA: Blackwell.
- Jensen, M. E., Hann, W., Keane, R. E., Caratti, J. y Bourgeron, P. S. (1993). ECODATA-A multiresource database and analysis system for ecosystem description and evaluation. Eastside forest ecosystem health assessment, 2, pp. 249-265.
- Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8 (31-XII): 151-161.
- Köhl, M., Magnussen, S. S. y Marchetti, M. (2006). *Sampling methods, remote sensing and GIS multiresource forest inventory*. Springer Science & Business Media. New York.
- Krebs, C. J. (1999). Ecological methodology. Segunda edición. Menlo Park: Benjamin Cummings.
- León, B., Pitman, N., y Roque, J. (2006). *Libro rojo de las plantas endémicas del Perú*. Sistema de Biobliotecas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Revista Peruana de Biología. Vol.13, N° 2, Perú, Lima.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton: Princeton University Press.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford, UK: Blackwell.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Cyted, Orcyt-Unesco, Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA) Zaragoza.
- Pacheco, V., Díaz, S., Graham-Angeles, L., Flores-Quispe, M., Calizaya-Mamani, G., Ruelas, D., y Sánchez-Vendizú, P. (2021). Lista actualizada de la diversidad de los mamíferos del Perú y una propuesta para su actualización. Revista Peruana de Biología, 28(4), e21019. https://doi.org/10.15381/rpb.v28i4.21019
- Portillo, G. Qué es y cómo se interpreta un climograma. Consultado el 19 de noviembre de 2024. URL: https://www.meteorologiaenred.com/climogramas.html
- Quinn, G. P. y Keough, M. J., (2002). *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press. New York.
- Salvador F, Monerris J, Rochefort L (2014) Peatlands of the Peruvian Puna ecoregion: types, characteristics and disturbance. Mires and Peat 15: 1–17.

[11] Indicando la ubicación de las unidades de muestreo.

- Schulz, B. K., Bechtold, W. A. y Zarnoch, S. J. (2009). Sampling and estimation procedures for the vegetation diversity and structure indicator. Unid States Departamento of Agriculture USDA.
- Stohlgren, T. J. (2007). *Measuring plant diversity: lessons from the field*. Oxford University Press.
- Stotz, D., Fitzpatrick, J., Parker, T., y Moskovits, D. (1996). *Neotropical birds: Ecology and conservation*. Chicago: University of Chicago.
- Ugarte, M., Angulo, F., y Gutiérrez, R. (2023). Actualización de la lista oficial de aves del Perú. Boletín de la Unión de Ornitólogos del Perú (UNOP), 18(1), 8-16.

2.0.5 Documentos de consulta

- Gulliso, T., Hardner, J., Anstee, S. y M. Meyer (2015). *Buenas prácticas para la recopilación de datos de línea base de biodiversidad. Preparado para el Grupo de Trabajo sobre Biodiversidad de Instituciones Financieras Multilaterales y la Iniciativa Intersectorial sobre Biodiversidad* (CSBI). Banco Interamericano de Desarrollo.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015a). *Guía de inventario de la flora y vegetación*. Resolución Ministerial N° 059-2015-MINAM.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015b). *Guía de inventario de fauna silvestre*. Resolución Ministerial N° 057-2015-MINAM.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015c). *Mapa nacional de cobertura vegetal*. Memoria descriptiva. Lima: MINAM.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2018). *Mapa nacional de ecosistemas del Perú*. Resolución Ministerial N° 440-2018-MINAM.
- Samanez, I., Rimarachín, V., Palma, C., Arana, J., Ortega, H., Correa, V., & Hidalgo, M. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Ministerio del Ambiente y Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MIDAGRI). (2015a). *Reglamento para la Gestión Forestal*. Anexo 1, requisito 7. Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MIDAGRI). (2015b). *Reglamento para la Gestión de Fauna Silvestre*, Anexo 2, requisito 28. Decreto Supremo N° 019 2015-MINAGRI.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MIDAGRI). (2015c). Artículo 135 del *Reglamento para la Gestión de Fauna Silvestre*, aprobado por el Decreto Supremo N° 019-2015-MINAGRI; artículo 156 del *Reglamento para la Gestión Forestal,* aprobado por el Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI.

2.1. FLORA Y VEGETACIÓN

2.1.1. Alcance

Como parte de la línea base, se caracteriza el factor "flora y vegetación", es decir, las especies de plantas y las comunidades vegetales que estas forman en el área de estudio. Se tiene en cuenta los siguientes conceptos:

- **Flora:** se refiere al conjunto de plantas que habita en un área geográfica.
- **Vegetación:** se refiere a la cobertura o comunidades de plantas que crecen sobre la superficie del suelo.
- **Tipo de vegetación:** se refiere a la colección de plantas que viven juntas en determinada área, que se caracterizan por su fisonomía y estructura, y por poseer una o más especies dominantes. Conceptos similares son formación vegetal, fisonomía vegetal, comunidad vegetal (Aubréville, 1956, 1957; Beard 1944, 1955; Burtt Daby, 1938; Grisebach, 1872; Humboldt, 1805, 1807; Mueller-Dombois y Ellenberg, 1967; Kuchler, 1967; Rubel, 1930; Schimper, 1898; Tansley y Chipp, 1926; Trochain, 1955, 1957; Warming, 1895, 1909).
- **Unidad de vegetación (UV):** es el tipo de vegetación descrito a una determinada escala; constituye una representación simbólica de un grupo de plantas que se distingue visualmente de otro. Si bien en la realidad las unidades de vegetación pueden o no ser homogéneas –y, muchas veces, formar mosaicos muy complejos–, para fines de la línea base es necesario simplificarlas a un número finito con límites espaciales de fácil interpretación, para que la información sea accesible, permita elaborar mapas temáticos y luego sirva como insumo para la toma de decisiones en el proceso de la EIA. No obstante, el muestreo de las unidades de vegetación presenta el nivel de detalle suficiente para mostrar la variabilidad de estas; lo cual está influenciado por el clima, tipo de suelo, disponibilidad de agua y de nutrientes, así como, factores antrópicos y bióticos. Para fines del capítulo de flora y vegetación de las líneas base, la principal variable de análisis es la unidad de vegetación.

2.1.2. Metodología

2.1.2.1. Revisión de información secundaria

Como primer paso, previo a los trabajos de campo, se consulta la información disponible sobre la flora y la vegetación del área de estudio. En el caso específico de la flora, además de lo mencionado en la sección 2.0, "Lineamientos generales", también se consulta la información disponible sobre la flora peruana en herbarios a nacionales e internacionales.

Para nombrar y describir a las unidades de vegetación, se utiliza el *Mapa nacional de la cobertura vegetal* (MINAM, 2015a)[12]. La información cartográfica de este mapa se toma como base referencial; luego esta es verificada en campo. En casos excepcionales, se puede usar ciertas denominaciones que son normalizadas según el *Mapa nacional de cobertura vegetal* mediante un cuadro de equivalencias con las unidades de vegetación.

[12] El nombre y descripción de las unidades de vegetación tiene en cuenta las otras coberturas indicadas en el Mapa nacional de la cobertura vegetal.

2.1.2.2. Trabajo de campo

2.1.2.2.1. Planificación del trabajo de campo

Se sigue lo indicado en la Sección 2.0. Los especialistas en vegetación analizan las imágenes satelitales disponibles, definen preliminarmente las potenciales UV por muestrear y, sobre la base de su distribución, proponen la ubicación de las estaciones de muestreo.

2.1.2.2.2. Ubicación de las estaciones de muestreo

La definición final acerca de dónde se ubicarán las estaciones de muestreo se toma en el campo, sobre la base tanto del juicio especializado de los profesionales como de las características de la vegetación.

Por ejemplo, se puede utilizar el método de selección subjetiva (Mueller-Dombois Ellenberg 1974; Barbour *et al.* 1987), que considera lo siguiente:

- El menor grado de afectación o alteración humana posible, lo que significa zonas de pastoreo, carreteras, caminos, centros poblados, caseríos, áreas de cultivos, terrenos abandonados, entre otros.
- El menor grado de alteración natural esporádica, que se refiere a deslizamientos, derrumbes, huaicos, inundaciones, entre otros sucesos.

2.1.2.2.3. Unidades de muestreo

La unidad de muestreo (UM) depende de las variables o parámetros que se quieran evaluar y de la metodología seleccionada. En la tabla 2.1-1 se presenta ejemplos para el caso de la vegetación. El número de unidades muestrales por estación de muestreo depende tanto de las características y dimensiones del área de estudio como de la metodología de muestreo.

Por ejemplo, en el caso de proyectos lineales en la selva, para realizar una buena evaluación se podrían necesitar hasta 10 UM por estación de muestreo. Por el contrario, en proyectos puntuales en la sierra, en una estación de muestreo pueden corresponder 3 UM. Esta decisión la toma el biólogo responsable de la línea base de flora, y en el informe se explica y justifica el número finalmente elegido.

Las unidades de muestreo comprenden el registro de datos mediante la colecta de una o más muestras (réplicas), ello a fin de mantener la consistencia para el análisis de información.

Tabla 2.1-6: Ejemplos de unidades de muestreo sugeridas para diferentes variables de vegetación

Variable objeto	Unidad de muestreo (UM) sugerida	Número de UM / Estación de muestreo
Densidad, frecuencia o biomasa	Cuadrante, parcela	1 a 10
Cobertura	Transectos lineales, puntos de muestreo o cuadrantes	1 a 3

Para la selección de las unidades de muestreo, se respetará la teoría del muestreo, de manera que se asegure en un registro mínimo del 50% de la riqueza de especies. Se sugiere consultar bibliografía especializada, tal como Bonham (2013) y Elzinga *et al*. (1998).

2.1.2.2.4. Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replican para evaluar representativamente cada unidad de vegetación. Se siguen las recomendaciones incluidas en la Sección 2.0.

2.1.2.2.5. Estacionalidad

Si bien la estacionalidad depende de las características climáticas del área de estudio, en la mayoría de las regiones del Perú se recomienda iniciar las evaluaciones de la vegetación en los momentos de mayor y menor precipitación –o humedad– de cada temporada, dado que el efecto de la lluvia en el desarrollo de las plantas no es inmediato y se debe esperar a que se manifieste.

2.1.2.2.6. Datos de registro y colecta

Los siguientes datos de registro y colecta son adicionales a los indicados en la sección 2.0:

Datos generales para la flora:

- Hábito o forma de crecimiento.
- Fenología.
- Uso potencial.

Datos para especies herbáceas:

- Cobertura estimada o inferida.

Datos para especies arbóreas:

- Número de individuos registrados.
- Altura de los individuos.
- Diámetro a la altura de pecho (DAP) de los individuos.

2.1.2.2.7. Métodos de muestreo en campo

La evaluación comprenderá métodos cualitativos y cuantitativos.

Los métodos cualitativos incluyen comúnmente al inventario florístico y las búsquedas intensivas, en caso de que existan especies objetivo. Estos métodos se aplican para obtener un adecuado nivel de conocimiento de la riqueza de especies de flora presente en el área de estudio.

En cuanto a los métodos cuantitativos, en la tabla 2.1-2 se presenta un resumen de métodos recomendados en campo. Estos métodos se aplican para realizar análisis cuantitativos: cobertura, diversidad alfa y beta, abundancia, densidad, entre otros.

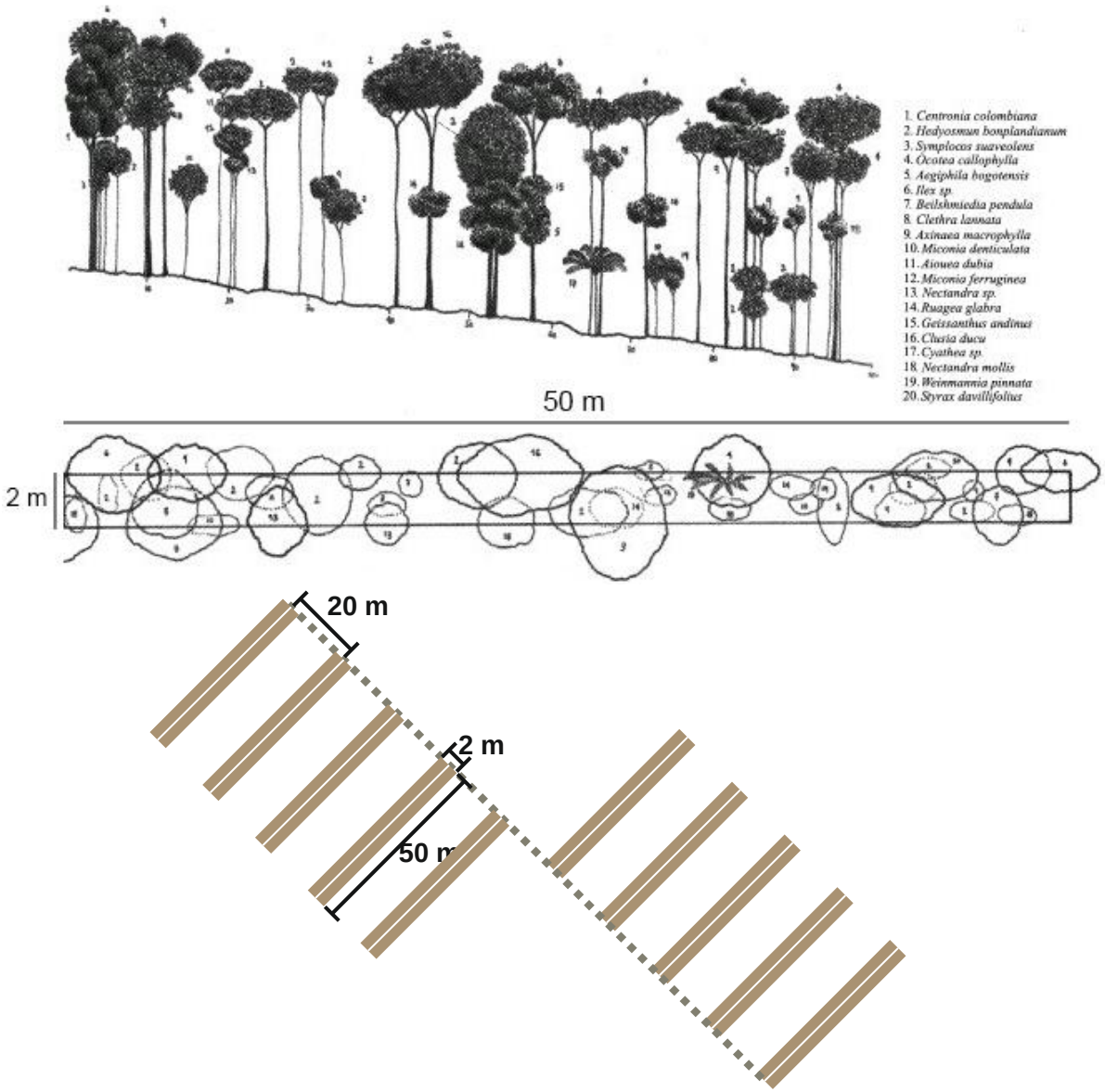
El método seleccionado responde al tipo de forma de crecimiento, independientemente de la región geográfica en la que se encuentre.

Tabla 2.1-7: Métodos recomendados para la evaluación cuantitativa de la flora según la forma de crecimiento de la vegetación

Método de acuerdo con la unidad de muestreo	Tipo de medición	Forma de crecimiento	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Línea de intercepción de 50 o 100 m	Lineal	Herbáceo	Costa y sierra	Riqueza, frecuencia y cobertura	Bonham, 2013; Elzinga *et al.,* 1998; Goldsmith *et al.,* 1986; Jensen *et al.,* 1993; Krebs, 1999; Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974.
Puntos de intercepción (100 lecturas)	Lineal	Herbáceo y arbustivo	Costa y sierra	Riqueza, cobertura, estructura vertical (altura de plantas)	Bonham, 2013; Elzinga *et al.,* 1998; Goldsmith *et al.,* 1986; De Vries, 1986; Jensen *et al.,* 1993; Krebs, 1999; Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974.
Transecto de Gentry 50 X 2 m (10 transectos)	Área	Arbóreo (incluyendo lianas)	Sierra, selva alta y selva baja	Riqueza, abundancia, DAP, altura	Gentry, 1982, 1988; Bonham, 2013; Phillips *et al*., 2001.
Cuadrante de 1 m^2 (1 x 1 m)	Área	Herbáceo	Costa y sierra	Riqueza, abundancia, cobertura	Bonham, 2013; Elzinga *et al*., 1998; Goldsmith *et al*., 1986; Krebs, 1999; Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974.
Cuadrante de 16 m^2 (4 x 4 m)	Área	Arbustivo	Costa y sierra	Riqueza, abundancia, cobertura	Bonham, 2013; Dombois y Ellenberg, 1974; Elzinga *et al.,* 1998.
Cuadrante de 100 m^2 (10 x 10 m) o 400 m^2 (20 x 20 m)	Área	Arbórea	Costa, sierra y selva	Riqueza, abundancia, DAP, altura	Bonham, 2013; Dombois y Ellenberg, 1974; Köhl *et al*., 2006
Parcela modificada de Whittaker 1000 m^2 (50 x 20 m)	Área	Arbóreo (diferentes clases diamétricas, arbustivo y herbáceo)	Costa, sierra y selva	Riqueza, abundancia, cobertura (Braun-Blanquet, hierbas), DAP (arbustivas y arbóreas), altura (arbustivas y arbóreas)	Bonham, 2013; Stohlgren *et al.,* 1995; Campbell *et al*., 2002

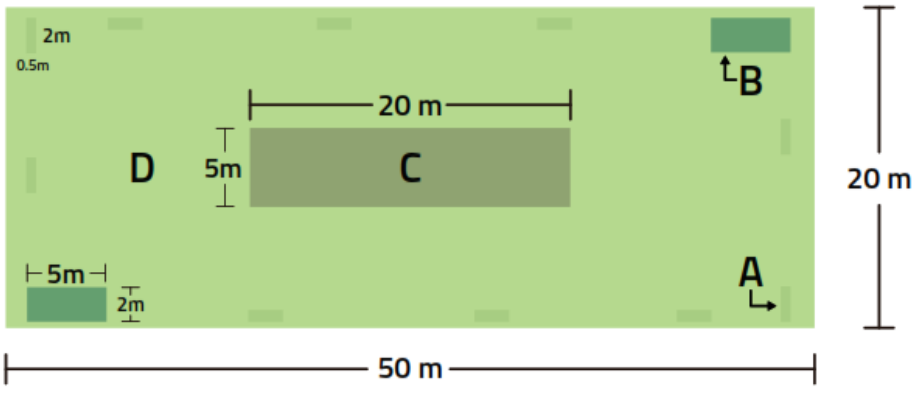
En las figuras 2.1-1 y 2.1-2 se presentan ejemplos de diagramas para los métodos del transecto de Gentry y la parcela modificada de Whittaker, respectivamente. Estos diagramas son referenciales, pero pueden servir de guía para su aplicación en campo.

Figura 2.1-1: Diagrama del transecto de gentry, para ser aplicado en zonas boscosas



Fuente: Cantillo *et al*. (2004) y adaptado de Monteagudo *et al*. (2016).

Figura 2.1-2: Diagrama de la parcela modificada de Whittaker, para ser aplicado en zonas boscosas



Fuente: Campbell, 2002.

Para asegurar el registro de flora y vegetación, considerar la aplicación de más de un método cualitativos y cuantitativos.

Tabla 2.1-8: Estrategia de evaluación de flora y vegetación

Métodos principales	Métodos secundaria o complementaria
Línea de intercepción de 50 o 100 m	Cuadrante de 16 m^2 (4 x 4 m) Cuadrante de 100 m^2 (10 x 10 m)
Puntos de intercepción (100 lecturas)	
Transecto de Gentry 50 X 2 m (10 transectos)	Cuadrante de 1 m^2 (1 x 1 m) Línea de intercepción de 50 o 100 m
Cuadrante de 1 m^2 (1 x 1 m) Cuadrante de 16 m^2 (4 x 4 m) Cuadrante de 100 m^2 (10 x 10 m) o 400 m^2 (20 x 20 m)	
Parcela modificada de Whittaker 1000 m^2 (50 x 20 m)	

2.1.2.2.8. Control de calidad del muestreo o monitoreo

Elegir uno de los métodos descritos en la Sección 2.0 y aplicarlo para los registros de flora. Como mínimo, se realiza una curva de acumulación general y, en la medida de lo posible, una para cada unidad de vegetación.

2.1.2.2.9. Colecta de muestras y determinación taxonómica

La determinación taxonómica de especímenes considera para las angiospermas el sistema de clasificación APG IV o su versión más actualizada y las gimnospermas el sistema de Christenhusz *et al.* (2011), y la nomenclatura tiene que ser contrastada con la versión más actual de bases mundiales referenciales, tales como Plants of The World Online, World Flora Online Plant List, Tropicos o World Plants, mientras que, para la verificación de la correcta escritura de los nombres científicos la base de datos del International Plant Names Index.

El lugar de depósito de las muestras botánicas es un herbario indexado del nivel nacional autorizados por SERFOR.

2.1.2.3. Evaluación y análisis de resultados

En la tabla 2.1-4 se presenta un resumen de posibles variables para el análisis de los datos de flora y vegetación que se pueden determinar a partir de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas realizadas en el campo, complementarias a los indicados en la sección 2.0. Se recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo al contexto del proyecto y los ecosistemas presentes en el área de estudio.

Tabla 2.1-9: Variables de análisis específicas para la línea base de flora y vegetación

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Unidades de vegetación	Unidades de vegetación predominantes que conforman el paisaje del área de estudio	Las características de las unidades de vegetación, así como sus especies dominantes.	MINAM, 2015a; UNESCO, 1973; Comunidad Andina 2009; Natureserve, 2017.	Son las bases del análisis de la línea base biológica, evaluación de impactos y monitoreo.
Superficie de cobertura vegetal	Superficie en hectáreas de coberturas vegetales por unidad de vegetación	La superficie de cobertura vegetal asociada a cada unidad de vegetación, tomando en consideración los componentes del proyecto.	Krebs, 1999; Köhl *et al.*, 2006.	EI: análisis de pérdida de cobertura vegetal.
Abundancia	Abundancia relativa (%)	La cantidad o el número de individuos de cada especie en relación con la cantidad total de las especies en una unidad (solo aplica para árboles y arbustos).	Krebs, 1999; Köhl *et al.*, 2006.	EI: variación de la abundancia relativa de las especies (árboles y arbustos) representativas en las unidades de vegetación o el área de estudio. PMB: comparación de valores de abundancia durante el monitoreo.
Densidad	Densidad relativa (%)	El número de individuos que ocupan un área (solo aplica para árboles y arbustos).	Krebs, 1999; Köhl *et al.,* 2006.	PMB: comparación de valores de densidad durante el monitoreo.
Cobertura	Cobertura vegetal (%)	La relación de la cobertura de una especie entre el total de la cobertura de todas las especies (aplica para especies herbáceas).	Krebs, 1999; Köhl *et al.,* 2006.	PMB: comparación de valores de cobertura durante el monitoreo.
Valor de importancia ecológica de especies representativas	Índice de valor de importancia (IVI) (frecuencia relativa + densidad relativa + dominancia relativa [área basal en función de especies con medidas dasométricas] de las especies representativas o con mayor IVI de los estratos verticales)	La importancia ecológica de las especies representativas sobre la base de la estructura horizontal y vertical de la vegetación.	Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974;	EI: perdida o cambio de las especies con mayor valor ecológico en todos los estratos verticales de la vegetación (por ejemplo, perdida de árboles, arbustos y hierbas representativos de un bosque, perdida de arbustos y hierbas representativos de un matorral).
Vigor de la vegetación	Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI por sus siglas en ingles)	Las respuestas de la vegetación frente a cambios ambientales, por medio de un estimador que mide la radiación fotosintética del conjunto de plantas.	Gilabert *et al.,* 1997.	EI: cambio en la estructura de la vegetación

EI: Evaluación de impactos ambientales, PMB: Programa de Monitoreo Ambiental Biodiversidad.

2.1.3. Representación espacial

La línea base de flora incluye, además de lo indicado en la Sección 2.0, un mapa de unidades de vegetación.

En la tabla 2.1-5 se presentan alternativas de tipos de medición para elaborar el mapa de vegetación utilizando el método de procesamiento y análisis de imágenes satelitales. En la línea base se precisa el tipo de imagen y la fecha de toma (como máximo dos años de antigüedad contados desde la fecha de elaboración del mapa).

Tabla 2.1-10: Procesamiento digital y análisis de imágenes para elaboración del mapa de vegetación

Método	Tipo de medición	Principales datos obtenidos	Resolución espacial
Procesamiento digital y análisis de imágenes satelitales con herramientas como programas de geomática	Superficie o área	Coberturas de las unidades de vegetación	Resolución media (10 a 30 metros): imágenes satelitales Landsat 8, SPOT. Resolución alta (< 5 m): imágenes Rapideye, Geoeye y otros.
	Valores espectrales de NDVI	Vigor de la vegetación	Resolución media (10 a 30 metros): imágenes satelitales Landsat 8, SPOT. Resolución alta (< 5 m): imágenes Rapideye, Geoeye y otros

2.1.4. Capítulos específicos para flora y vegetación

2.1.4.1. Epífitas

2.1.4.1.1. Alcance

Los proyectos cuya área de estudio incluya sectores de selva baja o alta se tiene que poner particular énfasis en la vegetación epífita, de manera complementaria a la evaluación de flora y vegetación, como se indica en la Sección 2.1.

Las epífitas son todas aquellas plantas que crecen sobre otras especies vegetales, sin ser parásitos de ellas. Las epífitas evolucionaron por la necesidad de evitar la competencia con las otras plantas respecto al acceso a la luz, nutrientes, suministros de agua, o simplemente por espacio. Este tipo de plantas, en general, se dividen en: (a) epífitas vasculares, conformadas principalmente por helechos y plantas con flores; y epífitas no vasculares (b), conformadas generalmente por musgos, hepáticas, antocerotes y líquenes.

Las epífitas constituyen hasta el 25% de la riqueza de plantas vasculares en los bosques tropicales, y muchas especies –como las orquídeas, las bromelias, las aráceas y los helechos– tienen importancia socioeconómica.

2.1.4.1.2. Metodología

- **Revisión de información secundaria**

  Como primer paso, antes de los trabajos de campo, se tiene que consultar la información disponible sobre la flora epífita del área de estudio. Además de lo mencionado en el capítulo 2.0, se consulta la información disponible en herbarios del ámbito nacional e internacional, y en bibliografía especializada, como Ibisch *et al*. (1996).

- **Trabajo de campo**

  Planificación del trabajo de campo

  Se sigue lo indicado en la Sección 2.0.

  Ubicación de estaciones de muestreo

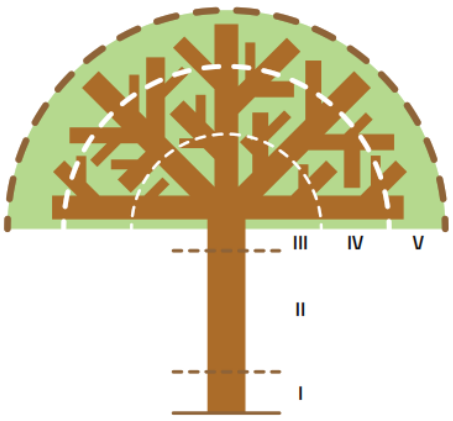
  Como contexto general, se recomienda seguir las directrices o pautas de la evaluación presentadas en la sección 2.1. Solo en caso se identifique concentraciones particulares de epífitas, o la presencia de especies importantes fuera de las estaciones de muestreo de flora y vegetación, se realizará el muestreo adicional, dirigido únicamente a este tipo de vegetación.

  Unidades de muestreo

  La unidad de muestreo (UM) aplicada a la evaluación de epífitos corresponde a la planta hospedera o forófito. Se recomienda que los hospederos a evaluar tengan un DAP ≥ 10 cm.

  Los forófitos generalmente presentan diferentes estratos para el desarrollo de las epifitas, los cuales están correlacionados con condiciones de luz, nutrientes y agua. Por tanto, se recomienda subdividir al hospedero en cinco secciones para la evaluación (Johansson, 1974).

Figura 2.1.4-1: Diagrama de subdivisión del forófito



Sección I: Parte basal del tronco (0-3 m).
Sección II: Desde los 3 m hasta la primera ramificación del tronco.
Sección III: Parte basal de las ramas grandes (tercera parte de la longitud total de las ramas).
Sección IV: Parte media de las ramas grandes (tercera parte de la longitud total de las ramas).
Sección V: Parte exterior de las ramas grandes (tercera parte de la longitud total de las ramas).

Fuente: Adaptado de Johansson (1974).

El estudio de la composición vertical de las epífitas tiene que considerar temas de seguridad y tiempo de evaluación en los estudios ambientales. Por esto, se sugiere

que la evaluación de los estratos IV y V se realice mediante evaluaciones oportunas de ramas y troncos caídos del dosel arbóreo.

Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo recomendado es el establecido en el Protocolo de Muestreo Rápido y Representativo para la Diversidad Epífitas Vasculares y No Vasculares en Bosques Tropicales Lluviosos (Gradstein *et al*., 2003). En la tabla 2.1.1-1 se indica el número mínimo de forófitos que se evalúa por unidad de vegetación (tipos de bosque):

Tabla 2.1.4-1: Esfuerzo mínimo de muestreo sugerido para especies epífitas

Grupo de epífitas	Número de forófitos del dosel (≥10 cm DAP)
Vasculares (orquídeas, bromelias, aráceas, helechos, etcétera)	≥ 8 forófitos
No vasculares (líquenes)	≥ 8 forófitos
No vasculares (musgos, hepáticas y antocerotes)	

Fuente: Gradstein *et al.*, 2003

Estacionalidad

Todos los lugares donde crecen epífitas presentan temporalidad, y su efecto en este tipo de vegetación se evidencia en las evaluaciones. Se recomienda iniciar los muestreos en los momentos de mayor y menor precipitación de cada temporada, dado que el efecto de la lluvia en el desarrollo de las plantas no es inmediato y se espera a que se manifieste.

Datos de registro y colecta

Además de los descritos en la sección 2.0, se recogen los siguientes parámetros:

- Taxón, altura y DAP del forófito.
- Estado fenológico.
- Estrato vertical de ubicación (sección: I, II, III, IV, V).
- Datos de Abundancia-dominancia estimada (semicuantitativa).
- Especies con uso potencial; información recogida de los pobladores locales e información de referencias bibliográficas.

Métodos de muestreo en campo

La evaluación de las especies epífitas comúnmente es semicuantitativa. Los métodos utilizados permiten establecer tanto la riqueza y la composición como la abundancia y dominancia de especies. En la tabla 2.1.4-2 se presenta un resumen de métodos recomendados en el campo, que pueden ser aplicados tanto en la selva alta como en selva baja.

Tabla 2.1.4-2: Métodos recomendados para la evaluación de los epífitos según la forma de crecimiento de la vegetación

Tipo de epífita	Método	Tipo de muestreo	Estrato vertical que evalúa	Principales parámetros medidos en campo	Esfuerzo estimado por UV	Referencias
Forófitos – epifitas vasculares	Presencia ausencia por estrato	Unidad	Secciones verticales	Riqueza, composición vertical, abundancia dominancia (semicuantitativa)	8 forófitos para epifitas vasculares	Gradstein *et al*., 2003
Forófitos - epífitas no vasculares (líquenes)	Parcelas o cuadrantes pequeños (grillas de 1 cm^2) de 30 cm x 20 cm ubicados aleatoriamente en cada dirección cardinal (norte, oeste, sur, este), en las secciones I al III del forófito.	Unidad	Secciones verticales	Riqueza, composición vertical, abundancia dominancia (semicuantitativa)	8 forófitos para líquenes	Gradstein *et al*., 2003
Forófitos - epífitas no vasculares (musgos, hepáticas y antocerotes)						

Control de calidad del muestreo/monitoreo

Los métodos recomendados para evaluar la representatividad de la muestra incluyen sobre todo los no paramétricos descritos en la sección 2.0.

Colecta de muestras y determinación taxonómica

Las muestras de epífitas son depositadas en herbarios de instituciones nacionales autorizadas por SERFOR.

La determinación de especímenes considerará el sistema de clasificación del APG IV (Angiosperm Phylogenetic Groups) o su versión más actualizada para epífitas vasculares; y en el caso de las no vasculares, se toma como referencia el Australian Bryophytes (2008). La nomenclatura se contrasta con la versión más actual de bases mundiales referenciales, como se indica en la sección 2.1; y, además, con bases de datos específicas, como Géneros de Líquenes Tropicales (INBio, 2009).

- **Evaluación y análisis de resultados**

  Para la evaluación de epífitas no vascular, se recomienda usar la escala de valores semicuantitativa de Braun-Blanquet (1964), cuyo propósito es combinar y estimar la abundancia-dominancia de las especies (tabla 2.1.4-3).

Tabla 2.1.4-3: Escala de valores semicuantitativa de Braun-Blanquet (1964) para epífitas no vasculares

Valor	Definición
r	Un solo individuo, cobertura despreciable

Valor	Definición
+	Pocos individuos con baja cobertura
1	< 5% de cobertura o individuos abundantes con baja cobertura
2	5 a 25% de cobertura
3	25 a 50% de cobertura
4	50 a 75% de cobertura
5	75 a 100% de cobertura

2.1.4.2. Pastizales

2.1.4.2.1. Alcance

En el caso de los proyectos cuya área de estudio incluya pastizales naturales –tales como pajonales altoandinos o bofedales, que sirvan de alimento para el ganado o para animales silvestres como los camélidos sudamericanos–, la evaluación de su calidad podría ser requerida como parte de la línea base de flora y vegetación, como complemento a lo indicado en la sección 2.1.

El objetivo principal de la evaluación de los pastizales –que involucra principalmente el análisis de las especies forrajeras como parte de un estudio agrostológico– es evaluar su calidad como fuente de alimento para los diferentes tipos de ganado y/u otros animales silvestres –como guanacos y vicuñas– que pudieran ser identificados en el área de estudio. Asimismo, se tiene en cuenta la capacidad de carga de los pastizales, es decir el "número promedio de animales domésticos y/o silvestres que pueden ser mantenidos en una unidad de superficie en forma productiva por un determinado período de pastoreo, sin dar lugar a que los pastos se deterioren" (Holechek *et al*., 2011). Este último análisis es importante, pues es frecuente encontrar pastizales sobrepastoreados –que exceden su capacidad máxima de carga–, lo cual constituye una amenaza para este tipo de ecosistemas, pues puede resultar en la compactación y pérdida de cobertura vegetal por el excesivo pisoteo de los animales, además de reducir su biodiversidad (Alzérreca y Luna, 2001; Gil, 2011; Calvo, 2016).

Se tiene en cuenta los siguientes conceptos:

- Pastizales: unidades de vegetación dominadas por especies herbáceas que tienen el potencial de ser usadas como fuente de alimento para el ganado.
- Especies forrajeras: especies de plantas que son consumidas como alimento por el ganado.
- Especies palatables o deseables: especies de plantas que son más aceptadas o preferidas por el ganado. El nivel de palatabilidad puede variar desde bajo hasta muy alto. No necesariamente está relacionado al aporte nutricional.
- Especie decreciente: especies con el mayor valor de forrajeo y que, al ser preferidas por el ganado, disminuye su proporción en la composición botánica.

2.1.4.2.2. Metodología

- **Revisión de información secundaria**

Como primer paso, antes de los trabajos de campo, se consulta la información disponible sobre los pastizales del área de estudio. Además de lo mencionado en las secciones 2.0 y 2.1, también se consulta la información disponible en bibliografía especializada, como Flórez y Malpartida (1987), Flórez (2005).

- **Trabajo de campo**

  Planificación del trabajo de campo

  Se sigue lo indicado en la Sección 2.0. Para que el muestreo sea representativo, el estudio considerará la extensión y dispersión de los pastizales naturales, de acuerdo al mapa de unidades de vegetación.

  Se recomienda que desde la fase de planificación se considere incluir a un poblador local como apoyo para los trabajos de campo, para obtener información sobre los usos y tipos de ganado y/o fauna nativa que se alimenta en de los pastizales evaluados.

  Ubicación de estaciones de muestreo

  Como contexto general, se recomienda seguir las directrices o pautas de la evaluación de la sección 2.1, y que las estaciones de muestreo coincidan con las establecidas en la línea base de flora y vegetación. No obstante, es importante que se represente la condición de los pastizales, por lo cual se muestrean tanto zonas con afectación como sin afectación humana.

  Unidades de muestreo

  La unidad de muestreo (UM) aplicada a la evaluación de los pastizales depende de las variables o parámetros que se quieran evaluar, pero se centra en las áreas cubiertas de vegetación capaces de producir forrajes, ya sea en forma de gramíneas, graminoides, arbustos ramoneables, herbáceas o mezclas de estas. En la tabla 2.1.4-4 se presentan ejemplos para el caso de los pastizales. El número de unidades muestrales por estación de muestreo dependerá de las características y dimensiones del área de estudio.

Tabla 2.1.4-1: Ejemplos de unidades de muestreo sugeridas para diferentes variables de los pastizales

Variable objeto	Unidad de muestreo (UM) sugerida	UM / Estación de muestreo
Riqueza, frecuencia o cobertura	Transectos lineales	1 a 3
Biomasa / Producción de forraje	Parcela o cuadrante de corte (0,04 - 1 m^2)	1 a 3

Para la selección de las unidades de muestreo se sugiere consultar bibliografía especializada, tal como Universidad Nacional Agraria La Molina (1972) y Puma (2014).

Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replicarán para evaluar representativamente cada pastizal identificado. En líneas

generales, se siguen las recomendaciones incluidas en la sección 2.0; asimismo, es preciso consultar trabajos de investigación, publicaciones o instrumentos ambientales aprobados en zonas similares.

Estacionalidad

Si bien depende de las características climáticas del área de estudio, en la mayoría de las regiones del Perú se recomienda que los pastizales sean evaluados al igual que el resto de unidades de vegetación; es decir iniciar el muestreo en los momentos de mayor y menor precipitación (o humedad) de cada temporada, dado que el efecto de la lluvia en el desarrollo de las plantas no es inmediato y se espera a que se manifieste.

Datos de registro y colecta

Además de los descritos en la sección 2.0, se recoge información sobre los siguientes parámetros:

- Estado fenológico
- Altura de los individuos
- Uso
- Tipo de ganado (en caso de cultivos agrostológicos con fines forrajeros)
- Métodos de muestreo en campo

La evaluación de los pastizales tendrá que incluir métodos que permitan obtener información sobre la calidad de los pastos y su capacidad de carga, principalmente. En la tabla 2.1.4-5 se presenta un resumen de métodos recomendados en campo. El método seleccionado depende de la homogeneidad o heterogeneidad de los pastizales.

Tabla 2.1.4-2: Métodos recomendados para la evaluación de los pastizales

Método de acuerdo con unidad de muestreo	Tipo de medición	Forma de crecimiento	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Transecto lineal (con anillo censador)	Lineal	Herbáceo (arbustivo)	Costa y sierra	Riqueza, frecuencia y cobertura	Florez y Malpartida, 1987.
Parcela o cuadrante de corte (0,04 - 1 m^2)	Área	Herbáceo	Costa y sierra	Biomasa	Florez y Malpartida, 1987.

Colecta de muestras y determinación taxonómica

Como se indica en la sección 2.1, los especialistas botánicos, identifican las especies de flora; ellos establecen la determinación taxonómica de las especies registradas.

Las muestras colectadas de tejidos vegetales de los pastizales son enviadas para su análisis a laboratorios especializados, tales como el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

- **Evaluación y análisis de resultados**

  Se recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo con el contexto del proyecto y los ecosistemas presentes en el área de estudio.

2.1.4.3. Recursos forestales

2.1.4.3.1. Alcance

Los proyectos cuya área de estudio incluya sectores de bosques ponen particular énfasis en los recursos forestales, de manera complementaria a la evaluación de flora y vegetación que se detalla en la sección 2.1.

Se define al bosque como un ecosistema en el que predominan especies arbóreas en cualquier estado de desarrollo, cuya cobertura de copa supera el 10% en condiciones áridas o semiáridas, o el 25% en circunstancias más favorables[13].

Esta evaluación incluye un inventario forestal de especies arbóreas en los bosques identificados dentro del área de estudio del proyecto.

Se tiene en cuenta los siguientes conceptos:

- **Productos Forestales Maderables (PFM):** Bienes que provienen directamente del aprovechamiento de la madera de árboles de especies forestales, incluyendo tanto la propia madera como los productos y derivados que se obtengan de su transformación.
- **Productos Forestales No Maderables (PFNM):** Bienes de origen biológico, distintos de la madera, derivados del bosque, de otras áreas forestales y de los árboles fuera de los bosques. Los PFNM pueden recolectarse en forma silvestre o producirse en plantaciones forestales o sistemas agroforestales. Ejemplos de PFNM son productos utilizados como alimentos y aditivos alimentarios (semillas comestibles, hongos, frutos, fibras, especies y condimentos, aromatizantes, fauna silvestre), utilizadas para construcciones, muebles, instrumentos o utensilios, resinas, gomas, productos vegetales y animales utilizados con fines medicinales, cosméticos o culturales (Schippmann, 2002).

Se tiene en cuenta las categorías de especies maderables y el valor de la madera en estado natural, de acuerdo a la Resolución de Dirección Ejecutiva N° 241-2016-SERFOR-DE o versión más actualizada.

La unidad de análisis corresponde a las unidades de vegetación asociadas a bosques, o que estén dominadas por especies arbóreas.

2.1.4.3.2. Metodología

- **Revisión de información secundaria**

  Como primer paso, antes de los trabajos de campo, se consulta la información disponible sobre los recursos forestales del área de estudio. Además de lo

[13] La definición de "bosque" es recogida del Reglamento para la Gestión Forestal, aprobado mediante Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI.

mencionado en las secciones 2.0 y 2.1, se consulta la información disponible en bibliografía especializada como Lamprecht (1990) y Malleux (1982).

- **Trabajo de campo**

  Planificación del trabajo de campo

  Se siguen las indicaciones en la sección 2.0. Para que el muestreo sea representativo, el estudio toma en cuenta la extensión y dispersión de los bosques, de acuerdo con el mapa de unidades de vegetación.

  Se recomienda que desde la fase de planificación se considere incluir el apoyo de un poblador local en los trabajos de campo, a fin de obtener información sobre los recursos forestales aprovechados y valorados en la zona.

  Ubicación de estaciones de muestreo

  Como recomendaciones generales, se sugiere seguir las directrices o pautas de evaluación presentada en la sección 2.1, y que las estaciones de muestreo coincidan con las establecidas en la línea base de flora y vegetación. En caso el proyecto requiera desbosque para implementar componentes, esas áreas son caracterizadas a detalle, incluyendo los recursos forestales, la flora y la vegetación.

  Unidades de muestreo

  La unidad de muestreo (UM) aplicada a la evaluación de los recursos forestales es la parcela forestal; no obstante, las variables objeto varían dependiendo si se trata de PFM o PFNM (tabla 2.1.4-6). El número de unidades muestrales por estación depende de las características y dimensiones del área de estudio.

Tabla 2.1.4-1: Ejemplos de unidades de muestreo sugeridas para los recursos forestales

Tipo de producto	Variable objeto	UM sugerida	UM / Estación de muestreo
Producto forestal maderable (PFM)	DAP, altura total, altura comercial, área basal y volumen de madera	Parcela forestal	1 a 2
Producto forestal no maderable (PFNM)	Fenología, especies no maderables de importancia, fenotipo		

Para la selección de las unidades de muestreo, se sugiere consultar bibliografía especializada, tal como Carrera (1996) y Malleux (1982).

Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replican para evaluar representativamente cada zona de bosque identificada. En líneas generales, se siguen las recomendaciones incluidas en la sección 2.0; además, se consultan trabajos de investigación, publicaciones o instrumentos ambientales aprobados en zonas similares.

Se recomienda muestrear como mínimo entre una y dos parcelas por tipo de bosque identificado.

Estacionalidad

Todos los lugares donde hay bosques presentan temporalidad; sin embargo, dado que el objetivo de la evaluación forestal está relacionado al impacto en los recursos, sólo se recomienda realizar una evaluación en la temporada seca o menos húmeda, que representa el momento más crítico.

Datos de registro y colecta

Los datos que se tomen en campo varían si se trata de PFM o PFNM.

Datos para PFM:

- Diámetro a la Altura de Pecho (DAP) de los individuos.
- Altura total.
- Altura comercial.
- Diámetro de copa.
- Área basal.
- Volumen maderable (sólo se consideran individuos con DAP > 10 cm).
- Estado y afectación fitosanitaria.
- Uso potencial y categorización según Resolución de Dirección Ejecutiva N° 241-2016-SERFOR-DE o versión más actualizada.

Datos para PFNM:

- Estado fenológico: porcentaje de fructificación, floración, estado vegetativo (cuando las plantas son maduras, pero no presentan estructuras reproductivas).
- Especies impactadas: clasificación de especies no maderables de importancia ecológica y socioeconómica.
- Evaluación fenotípica: inventario de las características externas de las especies no maderables.

Adicionalmente, se cuantifica la regeneración natural en el área de estudio, dato que facilita el conocimiento sobre las especies líderes que participan en el desarrollo y la dinámica del bosque frente a una eventual pérdida de la cobertura vegetal. Para ello, reporta el crecimiento de las especies forestales como brinzales, latizales y fustales.

Métodos de muestreo en campo

La evaluación de los recursos forestales se ejecuta por parcelas de muestreo. El tamaño de estas depende del tipo de bosque y del tamaño de los árboles. En la tabla 2.1.4-7 se presenta un resumen de métodos recomendados en campo.

Para la selección del método de muestreo, se considera las pendientes altitudinales de los diferentes tipos de bosques.

Tabla 2.1.4-2: Métodos recomendados para la evaluación de los recursos forestales

Método de acuerdo con unidad de muestreo	Tipo de medición	Forma de crecimiento	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Parcela de Whittaker (0,1 ha)	Área	Herbáceo, arbustivo y arbóreo	Costa (valles costeros), sierra y selva	Riqueza, frecuencia, abundancia, DAP (arbustivas y arbóreas), altura (especies arbustivas y arbóreas), altura comercial y diámetro a nivel del suelo de las plántulas	Bonham, 2013; Stohlgren *et al*., 1995; Campbell *et al*., 2002
Parcela forestal (0,5 ha)*	Área				Malleux, 1982; Carrera, 1996

* Es recomendable aplicar el transecto Gentry modificado para la evalaución de la 0,5 ha (Zuñe Da Silva, 2016).

Respecto a los métodos de muestreo se detalla lo siguiente:

Parcela Whittaker (0,1 ha):

- Parcelas de 0,1 ha para arboles con DAP mayores a 10 cm.
- Parcelas de 1 m x 10 m para brinzales, contabilizando todas las plántulas con diámetro de fuste a nivel del suelo menor e igual a 2,5 cm hasta 30 cm de altura total.
- Parcelas de 10 m x 10 m para latizales, contabilizando todos los arbolitos con diámetro de fuste superior a 2,5 cm y menor de 10 cm.
- Parcelas de un rectángulo de 10 m x 50 m para fustales, contabilizando todos los árboles con DAP mayor e igual a 10 cm y menor de 30 cm.

Parcela forestal (área 0,5 ha):

- Parcelas de muestreo de 20 m de ancho y 250 m de largo (0,5 ha), que se subdivide en cinco subparcelas de 20 m x 50 m (0,2 ha):
  - En las subparcelas 2 y 4 se medirán fustales (DAP ≥ 10 y < 30 cm), latizales (DAP entre 2,50 y 10 cm) y brinzales (< 2,50 cm).
  - En las subparcelas 1, 3 y 5 se evaluarán las especies forestales, con diámetros superiores a 10 cm**.**
- El número de muestras deberá estar en función del área de influencia.
- Colecta de muestras y determinación taxonómica.

Las especies maderables son identificadas por los especialistas botánicos y/o forestales, quienes establecen su determinación taxonómica siguiendo las indicaciones de la sección 2.1. En caso de que sea necesario realizar colecta de muestras, éstas son depositadas en instituciones nacionales reconocidas.

- **Evaluación y análisis de resultados**

En la tabla 2.1.4-8 se presenta un resumen de posibles variables para el análisis de los recursos forestales, complementarios a los indicados en la sección 2.0 que sean aplicables. Se recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo con el contexto del proyecto y los ecosistemas presentes en el área de estudio.

Cabe precisar que, en el caso de los recursos forestales, es importante el registro detallado y evaluación de especies amenazadas, pues varias tienen un alto valor

comercial, lo que ha generado que el tamaño de sus poblaciones se reduzca significativamente y muchas estén incluidas en los apéndices CITES. En la tabla 2.1.4-9 se presenta un ejemplo de niveles de categorización de impactos definidos sobre la base de la gravedad de afectar especies forestales amenazadas (nivel 1: impacto leve; nivel 2: impacto medio; nivel 3: impacto alto).

Tabla 2.1.4-3: Variables de análisis para la línea base de recursos forestales

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Abundancia relativa	Abundancia relativa (%)	Proporción porcentual de cada especie en el número total de árboles.	Lamprecht, 1990; Acosta *et al.,* 2006.	EI: Variación de la abundancia relativa de las especies forestales más importantes. PMB: Comparación de valores de abundancia durante el monitoreo.
Densidad	Densidad relativa (%)	Ocupación del espacio disponible para crecer. Pueden existir densidades normales, sobredensas (excesivas) y subdensas (defectivas).	Acosta *et al.*, 2006; Husch *et al.*, 1993	PMB: Comparación de valores de densidad durante el monitoreo.
Altura comercial, DAP y diámetro de copa	Volumen comercial a partir de 10 cm de DAP	Volumen de madera disponible.	Malleux, 1982; Lamprecht, 1990.	EI: Evaluación del volumen de madera por ser afectada en actividades de desbosque.
Valor de importancia ecológica de especies representativas	Índice de valor de Importancia (IVI) (frecuencia relativa + densidad relativa + dominancia relativa) de las especies representativas o con mayor IVI de los estratos verticales	Importancia ecológica de las especies representativas sobre la base de la estructura horizontal y vertical de la vegetación.	Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; Matteucci y Colma, 1982; Acosta *et al.* 2006;	EI: Pérdida o cambio de las especies con mayor valor ecológico en todos los estratos verticales de la vegetación (por ejemplo, pérdida de árboles, arbustos y hierbas representativos de un bosque).
Cobertura	Cobertura forestal	Proporción del área ocupada por la vegetación arbórea, es decir, porción de superficie de copa de las especies arbóreas determinadas con imágenes, ortofotos, etcétera.	MINAM, 2014.	EI: Afectación de la cobertura forestal por el emplazamiento de los componentes del proyecto. PMB: Comparación de valores de cobertura durante el monitoreo
Estado fenológico	Proporción de estados fenológicos	Representa las fluctuaciones de los estados fenológicos respecto a la estacionalidad. Indica como responden las plantas frente a la	Cuevas-Reyes y Vega-Gutierrez, 2012	PMB: Comparación de proporción de estados fenológicos de las especies durante el monitoreo.

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
		estacionalidad. Los estados fenológicos utilizados generalmente son: (a) fructificación, cuando la planta echa frutos y semillas; (b) floración, cuando la especie presenta flores; (c) estado vegetativo, cuando las plantas son maduras, pero no presentan estructuras reproductivas; y (b) plántula, cuando las especies presentan estadios tempranos luego de la germinación.		
Especies con uso actual y potencial	Inventario de especies con uso actual y potencial	Información sobre los usos de las plantas por parte de los pobladores locales e información secundaria (libros, estudios, otros). Generalmente, son clasificadas en las siguientes categorías: plantas medicinales, tintoreas, ornamentales; o utilizadas en construcción, alimentación, artesanía, como lena, en aserraderos, etcétera.	Entrevistas a pobladores locales	EI: Evaluacion de impactos en especies con usos locales y potenciales, que puedan tener impactos indirectos en los pobladores locales.
Regeneración natural	Abundancia de especies indicadoras	Indica la dinámica del bosque en términos de regeneración natural.	Malleux, 1982; Lamprecht, 1990	PMB: Comparación de abundancia de especies indicadores durante el monitoreo

EI: Evaluación de impactos ambientales, PMB: Programa de Monitoreo Ambiental Biodiversidad.

Tabla 2.1.4-4: Niveles de impacto según categorías de amenaza de especies forestales amenazadas

Especies forestales amenazadas (Decreto Supremo N° 043-2006-AG)	Nivel de impacto			
	3	2	1	
	Categorías según la legislación nacional			
	Peligro crítico (CR)	En peligro (EN)	Vulnerable (VU)	Casi amenazada (NT)
Bursera graveolens	X			
Capparis scabrida	X			
Cedrela montana			X	
Loxopterygium huasango	X			
Podocarpus oleifolius	X			

Especies forestales amenazadas (Decreto Supremo N° 043-2006-AG)	Nivel de impacto			
	3	2	1	
	Categorías según la legislación nacional			
	Peligro crítico (CR)	En peligro (EN)	Vulnerable (VU)	Casi amenazada (NT)
Buddleja bullata	X			
Buddleja incana	X			
Polylepis incana	X			
Polylepis racemosa	X			

Elaboración propia

2.1.4.3.3. Representación espacial

La línea base de recursos forestales tiene un mapa de estaciones de muestreo sólo si éstas difieren de las evaluadas como parte de la línea base de flora y vegetación (sección 2.1). Además, se incluye lo siguiente:

- Mapa de distribución de especies forestales amenazadas.
- Mapa de potencial maderable según ONERN (1987).

2.1.5. Referencias bibliográficas

Para mapas de vegetación:

- Comunidad Andina (2009). *Mapa de los ecosistemas de los Andes del norte y centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (2009)*. Revisado el 1 de setiembre de 2024. URL: https://sinia.minam.gob.pe/mapas/mapa-ecosistemas-andes-norte-centro
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015a). *Mapa Nacional de la Cobertura Vegetal. Memoria descriptiva*. Revisado el 1 de setiembre de 2017. URL: https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/MAPA-NACIONAL-DE-COBERTURA-VEGETAL-FINAL.compressed.pdf
- Natureserve (2017). *Sistemas Ecológicos de la Cuenca Amazónica de Perú y Bolivia. Clasificación y mapeo*. Revisado el 4 de octubre de 2024. URL: https://www.arcgis.com/home/item.html?id=2daaa3c542644ba9b72766e4cd4e9680
- UNESCO (1973). *Clasificación internacional y cartografía de la vegetación*. Revisado el 16 de octubre de 2024. URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000005032?posInSet=1&queryId=N-EXPLORE-be2280fa-0690-4c02-808b-8ef7ef2329aa

Para flora y vegetación:

- Barbour, M. G., Burk, J. H. y Pitts, W. D. (1987). *Terrestrial Plant Ecology*. California: Benjamin/Cummings.
- Bonham, C. D. (2013). *Measurements for terrestrial vegetation*. John Wiley & Sons. New York.

- Braun-Blanquet, J. 1964. *Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde*, 3ª ed. Springer, VienaNueva York.
- Campbell, P., Comiskey, J., Alonso, A., Dallmeier, D., Nuñez, P., Beltran, H., Baldeon, S., Nauray, W., De La Colina, R., Acurio, L., y Udvardy, S. (2002). Modified Whittaker plots as an assessment and monitoring tool for vegetation in lowland tropical rainforest. *Environmental Monitoring and Assesment* 76, 19-41.
- Cantillo, E. E., Rodríguez, K. J. y Avella E. A. (2004). Diversidad y caracterización florística estructural de la vegetación arbórea en la Reserva Forestal Cárpatos (Guasca Cundinamarca). *Revista Forestal* 8, 4-21.
- Christenhusz, M., Zhang, X., y Schneider, H. (2011). A linear sequence of extant families and genera of lycophytes and ferns. *Phytotaxa*, 19(1), 7–54. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.19.1.2
- De Vries, P. G., (1986). Line intersect sampling. En De Vries, P. G. *Sampling theory for forest inventory* (pp. 242-279). Berlín: Springer Berlin Heidelberg.
- Schippmann, U., Leaman, D. J., & Cunningham, A. B. (2002). Impact of Cultivation and Gathering of Medicinal Plants on Biodiversity: Global Trends and Issues. En Biodiversity and the Ecosystem Approach in Agriculture, Forestry and Fisheries. FAO.
- Elzinga, C. L., Salzer, D. W. y Willoughby, J. W. (1998). Measuring and monitoring plant populations. Colorado.
- Elzinga, C. L., (1997). Vegetation monitoring: an annotated bibliography (Vol. 352). DIANE Publishing. Ogden.
- Johansson, D. (1974). Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. Uppsala: Svenska Vaxtgeografiska Sallskapet.
- Gentry, A. H. (1982). Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15, 1-84.
- Gentry, A. H. (1988). Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75, 1-34.
- Gilabert, M. A., González-Piqueras, J., García-Haro J. (1997), *Acerca de los Índices de vegetación*, Revista de teledetección, Departamento de Termodinámica, Facultar de Física, Universidad de Valencia. Valencia.
- Gradstein, S.R.; Wolf, J.H.D.; Nadkarni, N.M. (2003), *A Protocol for Rapid and Representative Sampling of Vascular and Non-Vascular Epiphyte Diversity of Tropical Rain Forest*s. University of Amsterdam. Selbyana. Holanda, Amsterdam. Vol. 24. N° 1, pp 105-111.
- Goldsmith, F. B., Harrison, C. M. y Morton, A. J. (1986). *Methods in plant ecology*. Moore, PD & Chapman. New York: Wiley
- Jensen, M. E., Hann, W., Keane, R. E., Caratti, J. y Bourgeron, P. S. (1993). ECODATA-A multiresource database and analysis system for ecosystem description and evaluation. *Eastside Forest Ecosystem Health Assessment* 2, 249-265.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological Methodology* (2.a edición). Benjamin/Cummings.
- Khol, M. Magnussen, S. Marchetti, M. (2006). *Sampling Methods, Remote Sensing and GIS Multiresource Forest Inventory*. Springer. Berlin Heidelberg.
- Matteucci D. Colma (1982), *Metodología para el estudio de vegetación*, Universidad Nacional Experimental Francisco Miranda. Eva V. Chesneau. Washington D.C.
- Monteagudo, A., Boza, T., Urquiaga, E., Alvarez-Loayza, P. (2016). Vascular Plants (non-epiphytes). En Larsen, T.H. (ed.). 2016. Core Standardized Methods for Rapid Biological Field Assessment. Conservation International, Arlington, VA.
- T.H. (ed.). 2016. Core Standardized Methods for Rapid Biological Field Assessment. Conservation International, Arlington, VA.
- Mueller-Dombois, D. y Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. Blackburn Press New York.

- Phillips, O., Lawrence, A., Reategui I., Lopez, M., Wood, D., Rose, Sam y Farfan, A. (2001). *Una metodología de evaluación de la biodiversidad y de los recursos del bosque*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- Puma, E. M. (2014). *Comparativo de dos métodos de determinación de la condición de un pastizal tipo pajonal de pampa en el cicas La Raya-FAZ-UNSAAC*. Repositorio de la Universidad Nacional San Antonio de Abad a Cusco.
- Stohlgren, T. J., M. B. Falkner e I. D. Schell (1995). A modified Whittaker nested vegetation sampling method. *Vegetatio* 117,113-121.
- Stohlgren, T. J. (2007). Measuring plant diversity: lessons from the field. Oxford University Press
- Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) (1972). *Guía Metodológica para Estudios Agrostológicos*. Lima: UNALM.

Para recursos forestales:

- Acosta, V., Araujo, P. e Iturre, M. (2006). *Caracteres estructurales de las masas. Serie didáctica*. Santiago del Estero: Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Revisado el 25 de noviembre de 2017. URL: https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-22-Caracteres-estructurales-ACOSTA.pdf
- Carrera, F. (1996). *Guía para la planificación de inventarios forestales en la zona de usos múltiples de la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Cuevas-Reyes, P., & Vega-Gutiérrez, J. (2012). *Cambios en la estructura, composición y fenología de plantas epífitas bajo diferentes estadios de sucesión vegetal en un bosque tropical seco*. Biológicas, 14(1), 37-44.
- Flores A, Malpartida E. (1987). *Manejo de praderas nativas y pasturas en la región alto andina del Perú, Volumen 1 y 2*. Banco Agrario. Perú: Lima.
- Husch, B., Miller, C. y Beers, T. (1993). *Forest Mensuration* (3.a edición). Malabar, Florida: Krieger Publishing Company.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. Alemania: Eschborn. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.
- Malleux, J. (1982). *Inventarios forestales en bosques tropicales*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2014). *Memoria Técnica: Cuantificación de la cobertura de bosque y cambio de bosque a no bosque de la amazonía peruana*.
- Zuñe Da Silva, L. F., Abanto V., N., Arévalo F., M. del F., Calderón-Urquizo C., D., Perea B., F., Salazar A., C., Noningo M., N., Peña R., K., Quispe Ñ., A., Ttito H., S., & Yllaconza H., R. (2016). Estudio comparativo de diversidad y biomasa del estrato arbóreo entre metodologías de transecto Gentry modificado y transecto Whittaker en el Bosque de Protección San Matías San Carlos. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. URL: https://hdl.handle.net/20.500.12893/9237.

2.1.6. Documentos de consulta

- Greig-Smith, P., (1983). *Quantitative plant ecology* (Vol. 9). California: University of California Press.
- Hassler, M. (s. f.). World Plants: Synonymic Checklists of the Vascular Plants of the World. Consultado el 20 de marzo de 2025, en https://www.catalogueoflife.org/

- Hendry, G. A. y Grime, J. P., eds., (1993). *Methods in comparative plant ecology: a laboratory manual*. Chapman & Hall. London.
- León, B., Pitman, N., y Roque, J. (2006). *Libro rojo de las plantas endémicas del Perú*. Sistema de Bibliotecas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Revista Peruana de Biología. Vol.13, N° 2, Perú, Lima.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015b). *Guía de inventario de la flora y vegetación.* Resolución Ministerial N° 059-2015-MINAM.
- Missouri Botanical Garden. (s. f.). Base de datos Tropicos. Consultado el 20 de marzo de 2025, en https://www.tropicos.org/
- Royal Botanic Gardens, Kew. (s. f.). Plants of the World Online. Consultado el 20 de marzo de 2025, en https://powo.science.kew.org/
- Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries, & Australian National Herbarium. (s. f.). International Plant Names Index (IPNI). Consultado el 20 de marzo de 2025, en https://www.ipni.org/
- World Flora Online Consortium. (s. f.). World Flora Online. Consultado el 20 de marzo de 2025, en http://www.worldfloraonline.org/

2.2. AVES

2.2.1. Alcance

Como parte de la línea base de fauna, se caracteriza el factor "aves"; es decir, las especies de aves terrestres y acuáticas, y las comunidades que estas forman en los distintos hábitats presentes en el área de estudio. Se tiene en cuenta los siguientes conceptos:

- **Aves terrestres:** especies de aves que habitan principalmente en ambientes terrestres (por ejemplo, bosques o pajonales) y suelen tener picos de actividad a determinadas horas del día (por ejemplo, al amanecer).
- **Aves acuáticas:** especies de aves que habitan principalmente ambientes acuáticos (por ejemplo, ríos, lagunas, humedales, litoral y ambientes marinos) y no presentan picos marcados de actividad a lo largo del día (determinar las aves acuáticas en base a Wetlands International, 2012).
- **Hábitats:** unidades de vegetación y cuerpos de agua que son utilizados por las aves. Es importante precisar que, dada la gran capacidad de desplazamiento de las aves, la mayoría de especies suele utilizar más de un tipo de hábitat y, además, suelen concentrarse en aquellos que ofrecen más recursos, lo cual usualmente está asociado a una combinación de varios microhábitats.[14] Por lo tanto, para fines de la línea base, es importante precisar los microhábitats utilizados por las distintas especies, pero indicar cuál es el hábitat principal al cual corresponde (unidad de vegetación o cuerpo de agua). Este último será la principal variable de análisis, independiente de los microhábitats que lo conformen.

2.2.2. Metodología

2.2.2.1. Revisión de información secundaria

Como primer paso, antes de los trabajos de campo, se consulta la información disponible sobre la avifauna del área de estudio, así como también las especies de aves polinizadoras que se encuentran en la zona o que polinizan las especies de plantas presentes en ella, como los colibríes o picaflores. Además de lo mencionado en la sección 2.0, también se puede consultar de manera referencial la información disponible sobre las aves peruanas en bases de datos como Cornell Lab of Ornithology, y eBird-Explore a Region (información por especie y por localidad).

2.2.2.2. Trabajo de campo

2.2.2.2.1. Planificación del trabajo de campo

Se seguirá lo indicado en la sección 2.0.

2.2.2.2.2. Ubicación de estaciones de muestreo

Para la ubicación final de las estaciones de muestreo, además de lo indicado en la sección 2.0, se tiene en cuenta los lugares más apropiados para la caracterización de las comunidades de

[14] Microhábitat: hábitat especializado que contiene una flora y una fauna distintiva dentro de un hábitat.

aves. Esto puede diferir de otros grupos biológicos; por ejemplo, las zonas con abundancia de flores podrían congregar un ensamblaje más rico de aves que de otros grupos de fauna.

2.2.2.2.3. Unidades de muestreo

La unidad de muestreo (UM) depende de las variables o parámetros que se quieran evaluar. En la tabla 2.2-1 se presentan ejemplos para el caso de las aves. El número de unidades muestrales por estación depende de las características y dimensiones del área de estudio, así como de la metodología seleccionada.

Por ejemplo, en el caso de proyectos lineales en selva, se podrían necesitar hasta 10 UM por estación de muestreo para realizar una buena evaluación; por el contrario, en proyectos puntuales en la sierra, es común que una estación de muestreo corresponda a una UM. Esto es definido por el biólogo responsable de la línea base de aves, y en el informe se explica y justifica en el número finalmente elegido.

Tabla 2.2-5: Ejemplos de unidades de muestreo sugeridas para diferentes variables de aves

Variable objeto	Unidad de muestreo (UM) sugerida	UM / Estación de muestreo
Riqueza o abundancia de aves terrestres	Puntos de conteo	1 a 20
	Búsqueda de 10 minutos	1 a 20
Riqueza o abundancia de aves acuáticas	Conteo por 10 minutos	1 a 5

Para la selección de las unidades de muestreo, se sugiere consultar bibliografía especializada, tal como Bibby *et al*. (1992), Ralph *et al*. (1996), Stotz *et al*. (1996), Franke (2010) y Franke *et al*. (2014a, 2014b).

2.2.2.2.4. Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replican para evaluar representativamente las aves en cada hábitat. Se sigue las recomendaciones incluidas en la sección 2.0.

En cuanto a los valores del esfuerzo de muestreo para el caso de las aves, éstos varían dependiendo del método de evaluación. Por ejemplo, pueden expresarse como el número de puntos evaluados en cada hábitat mediante conteo de puntos o como el tiempo de muestreo empleados para evaluar mediante conteos totales, búsqueda intensiva o escaneos visuales y auditivos; el resultado final se expresa como horas/hombre.

2.2.2.2.5. Estacionalidad

Si bien depende de las características climáticas del área de estudio, en la mayoría de las regiones del Perú se recomienda que las aves sean evaluadas en conjunto con la vegetación. Es

decir, se recomienda iniciar los muestreos en los momentos de mayor y menor precipitación (o humedad) de cada temporada, dado que el efecto de la lluvia en el desarrollo de la vegetación no es inmediato y se espera a que se manifieste, pues la oferta alimenticia se incrementa/reduce propiciamente.

2.2.2.2.6. Datos de registro y colecta

Los siguientes datos de registro y colecta se suman a los indicados en la sección 2.0:

Datos generales para las aves:

- Hora de evaluación.
- Número de individuos registrados.
- Tipo de registro (directo –avistamiento, auditivo– o indirecto –huellas, refugios, nidos, heces, escarbaduras y/o plumas–).
- Medidas morfométricas (para individuos capturados).
- Sexo y edad (cuando sea aplicable).
- Estado de reproducción (para individuos capturados).
- Áreas importantes para la ecología de las aves (lek, collpas, zonas reproductivas, dormidero comunal, entre otros).
- Especies polinizadoras.

2.2.2.2.7. Métodos de muestreo en campo

La evaluación incluye métodos cualitativos y cuantitativos.

Los métodos cualitativos abarcan comúnmente los registros directos complementarios por observación y/o auditivos, así como los registros indirectos, incluyendo huellas, refugios, nidos, heces, escarbaduras, plumas y/o cadáveres, o mediante el uso de cámaras trampa y/o grabadores acústicos. También se pueden realizar entrevistas para recoger información sobre usos o nombres locales.

Además, en la medida de lo posible, se utilizan grabaciones de colecciones de cantos disponibles –por ejemplo, Xeno-canto o Foundation– para confirmar las identificaciones al obtenerse respuesta a ellas.

En cuanto a los métodos cuantitativos, en la tabla 2.2-2 se presenta un resumen de métodos recomendados en campo. Los datos recogidos a partir de la aplicación de estos métodos deberán permitir realizar análisis cuantitativos, como abundancia, diversidad, entre otros.

El método seleccionado responderá al tipo hábitat de las aves, así como a la región geográfica en la que se encuentre.

Tabla 2.2-6: Métodos recomendados para la evaluación cuantitativa de las aves

Método	Tipo de hábitat	Condición o contexto	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Búsqueda intensiva	Terrestre	Áreas abiertas difíciles de transitar o áreas cerradas (vegetación densa)	Costa, sierra y selva	Riqueza y abundancia	Ralph *et al.*, 1996; Franke *et al*., 2014a.
Censo por conteo por punto	Terrestre		Costa, sierra y selva	Riqueza y abundancia	Bibby *et al.*, 1992
Transecto variable	Terrestre	Áreas abiertas fáciles de transitar	Costa, sierra, litoral y ambientes marinos	Riqueza y abundancia	Sutherland, 2006
Captura mediante redes de neblina	Terrestre	En cualquier área idónea, para complementar registros	Costa, sierra y selva (solo en vegetación compleja, no en ambientes abiertos)	Datos morfométricos y reproductivos	Silkey *et al.*, 1999
Listas de especies	Terrestre	Áreas abiertas o cerradas (vegetación densa)	Costa, sierra y selva	Riqueza y frecuencia	Sutherland, 2006
Conteos totales	Acuático	Lagos, lagunas, litoral costero	Costa, sierra, selva, litoral y ambientes marinos	Riqueza y abundancia	Bibby *et al.*, 1992

2.2.2.2.8. Control de calidad del muestreo/monitoreo

Elegir uno de los métodos descritos en la sección 2.0 y aplicarlo para los registros de aves. Como mínimo, tiene que realizarse una curva de acumulación general y, en la medida en que sea posible, una para cada unidad de vegetación.

De acuerdo a la *Guía de inventario de fauna silvestre* (MINAM, 2015), se tiene que alcanzar como mínimo un 50% de la riqueza de aves en el área de estudio.

2.2.2.2.9. Colecta de muestras y determinación taxonómica

En caso del uso de redes niebla, las muestras de aves colectadas son depositadas en colecciones científicas de instituciones nacionales reconocidas.

La determinación taxonómica y nombres comunes de las especies de aves considera el sistema de clasificación de la *Lista de las aves del Perú* de Plenge vigente, la cual recoge anualmente la información del South American Classification Committee (Classification of the Bird Species of South America).

2.2.2.3. Evaluación y análisis de resultados

En la tabla 2.2-3 se presenta un resumen de posibles variables para el análisis de los datos de aves que es posible determinar a partir de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas realizadas en el campo por unidades de vegetación y considerando estacionalidad y datos complementarios a los indicados en la sección 2.0. Se recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo con el contexto del proyecto y los hábitats presentes en el área de estudio.

Tabla 2.2-7: Variables de análisis específicas para la línea base de aves

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Composición	Estructura o composición de la comunidad de aves, proporción de especies en las familias de aves presentes en las unidades de vegetación.	Describe la conformación de la comunidad de aves respecto a la proporción de especies por familias presentes por hábitat y variaciones de especies dentro de las familias.	Moreno, 2001; Maguaran, 1988, 2004; Krebs, 1999	EI: Cambios en la composición de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto. PMB: Comparación de la composición durante el monitoreo.
Abundancia	Abundancia relativa (%).	Cantidad o número de individuos de cada especie en relación con la cantidad total de especies en una unidad.	Moreno, 2001; Maguaran, 1988, 2004; Krebs, 1999;	EI: Variación de la abundancia relativa de las especies representativas en las unidades de vegetación del área de estudio. PMB: Comparación de valores de abundancia durante el monitoreo.
Especies migratorias	Especies que realizan grandes desplazamientos entre diferentes hábitats en busca de condiciones adecuadas para la alimentación y reproducción, en ciclos regulares. Puede ser altitudinal, entre ecosistemas, países o continentes.	Registro de especies migratorias presentes en el Perú de acuerdo con Schulenberg *et al.,* (2010) o literatura actualizada y la CMS.	Schulenberg *et al.*, (2010), CMS	EI: Evaluar impactos en especies migratorias. PMB: Comparación de presencia de especies migratorias durante el monitoreo.

EI: Evaluación de impactos ambientales, PMB: Programa de Monitoreo Ambiental Biodiversidad.

Otras herramientas aplicables al área de estudio, son las IBA (Important Bird Areas)(Franke, 2005) y EBA (Endemic Bird Areas)(Stattersfield, 1998), las cuales contribuyen a identificar y determinar áreas prioritarias para la conservación de aves y biodiversidad.

2.2.3. Representación espacial

La línea base de aves tendrá que incluir lo indicado en la sección 2.0.

BOX 1. RECOMENDACIÓN PARA AVES

Tabla 2.2-8: Esfuerzo sugerido de muestreo y método de colecta para aves

Región natural	Puntos de conteo (Pc)				Transectos lineales (Tl)				Conteo total (Ct)			Redes de niebla (R)			
	Cantidad por estación	Distancia entre los PC		Duración	Cantidad por unidad de vegetación	Longitud del transecto	Distancia entre transectos		Lugar de evaluación	Duración	Considerar	Uso recomendable	Número de redes por estación	Distancia entre las redes	Tiempo de revisión de las redes
Costa	20 Pc	200 m (áreas abiertas)	150 m (áreas de bosque)	10 min.	4 Tl	1 a 2 km	150-200 m (lugares densos)	250-500 m (lugares abiertos)	Cuerpos de agua, centros de congregación*	Mínimo tiempo posible	Anotar hora de inicio–fin y el estimado del tamaño del área evaluada.	Solo en áreas con cobertura vegetal densa, que comprendan estratos superiores al herbazal	8-10 redes	75-100 m	30-40 min
Sierra															
Selva (baja y alta)												Siempre	8-12 redes	30-50 m	20-30 min

*Colonias de reproducción, lugares de descanso como acantilados, apostaderos, etc.

2.2.4. Referencias bibliográficas

- Angulo, F. (2009). Perú. En Devenish, C.; D. F., Díaz Fernández; Clay, R. P.; Davidson, I. & Yépez Zabala, I., eds. I*mportant Bird Areas of the Americas. Priority sites for biodiversity conservation* (pp. 307-316). Quito, Ecuador: BirdLife International.
- Bibby, C.; Burgess, N.; y Hill, D. (1992). *Bird Census Techniques* (2.a edición). Londres: London Academic Press.
- Cornell Lab of Ornithology (s. f.). *eBird,* Explore *a Region*. Revisado el 14 de octubre de 2017. URL: https://ebird.org/ebird/places
- Franke, I.; Mattos, J.; Salinas, L.; Mendoza, C. y Zambrano, S. (2005). *Áreas importantes para la conservación de las aves en Perú* (pp. 471-619). En BirdLife International & Conservation International (Eds.), Áreas importantes para la conservación de las aves en los Andes tropicales. Quito: BirdLife International y Conservation International.
- Franke, I. (2010). Problemáticas al censar aves 3. Evaluando la avifauna de áreas extensas de la zona altoandina. Uno o varios métodos de censo [post en blog]. *Blog Aves, Ecología y Medio Ambiente*. Revisado el 15 de noviembre de 2024. URL: https://avesecologaymedioambiente.blogspot.com/2010/07/problematicas-al-censar-aves-3.html
- Franke, I.; Nolazco, S. y León, F. (2014a). Evaluación de la avifauna en la zona altoandina I. Aspectos generales y métodos de evaluación [post en blog]. Blog Aves, Ecología y Medio Ambiente. Revisado el 15 de noviembre de 2024. URL: https://avesecologaymedioambiente.blogspot.com/2014/02/evaluacion-de-la-avifauna-en-la-zona_22.html
- Franke, I.; Nolazco, S. y León, F. (2014b). Evaluación de la avifauna en la zona altoandina II. Resultados de las evaluaciones de avifauna [post en blog]. *Blog Aves, Ecología y Medio Ambiente*. Revisado el 15 de noviembre de 2024. URL: http:// https://avesecologaymedioambiente.blogspot.com/2014/02/evaluacion-de-la-avifauna-en-la-zona_23.html
- Ralph, C. J.; Geupel, G. R.; Pyle, P.; Martin, T. E.; De Sante, D. F. y Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. California: Forest Services, U. S. Department of Agriculture.
- Schulenberg, T.; Stotz, D. F.; Lane, D. F.; O'Neill, J. P. y Parker, T. A. III. (2010). *Libro de aves de Perú*. Lima, Perú: CORBIDI.
- Secretaría de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS). (2024). *Apéndices I y II de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS)*. Consultado el 21 de marzo de 2025, en https://www.cms.int/sites/default/files/uploads/revised-appendices_cop14_s.pdf
- Silkey, M.; Nur, N. y Geupel, G. R. (1999). The use of mist-net capture rates to monitor annual variation in abundance: a validation study. *The Condor* 101, 288-298.
- Stattersfield, A., Crosby, M., Long, A., y Wege, D. (1998). Endemic Bird Areas of the World: Priorities for Biodiversity Conservation. BirdLife International.
- Sutherland, W. J. (2006). Ecological census techniques. A handbook. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wetlands International (2012). Waterbird Population Estimates, Fifth Edition. Summary Report. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands. Revisado el 15 de noviembre de 2024: https://www.wetlands.org/wp-content/uploads/2015/11/Waterbird-Populations-Estimates-Fifth-Edition.pdf

2.2.5. Documentos de consulta

- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015). *Guía de inventario de fauna silvestre*. Resolución Ministerial N° 057-2015-MINAM.
- Fjeldsa, J y Krabbe, N. (1990). *Birds of the High Andes*. Copenhague: Zoological Museum, University of Copenhagen.
- Franke, I. (2017). Patrones de actividad diaria de las aves en la zona altoandina [post en blog]. *Blog Aves, Ecología y Medio Ambiente*. Revisado el 15 de noviembre de 2024. URL: https://avesecologaymedioambiente.blogspot.com/2017/08/patrones-de-actividad-diaria-de-las.html
- Koepcke, H. y Koepcke, M. (1963). *Las aves silvestres de importancia económica del Perú*. Lima: Ministerio de Agricultura.
- Koskimies, P. (1989). *Birds* as a tool in environmental monitoring. *Annales Zoologici Fennici* 26, 153-166.
- Plenge, M. A. (10 de diciembre de 2024). List of the birds of Peru / Lista de las aves del Perú. Unión de Ornitólogos del Perú: https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist.
- Roché, J.; Godinho, C.; Rebaca, J.; Frochot, B.; Faivre, B.; Mendes, A. y Dias, P. (2010). Birds as bioindicator and as tools to evaluate restoration measures. *Proceedings 7th European Conference on Ecological Restoration*. Francia, Avignon.
- Stotz, D. F.; Parker, T. A. III; Fitzpatrick, J. W. y Moskovitz, D. F. (1996). Neotropical birds: Ecology and conservation. Chicago/Londres: The University of Chicago Press.
- Unión de Ornitólogos del Perú (UNOP). (2023). Boletín de la Unión de Ornitólogos del Perú, Edición Especial: Las nuevas aves del Perú. Vol. 18, N° 1, pp. 1-81.

2.3. MAMÍFEROS

2.3.1. Alcance

Como parte de la línea base de fauna terrestre, se caracteriza el factor "mamíferos", es decir, las especies de mamíferos menores (voladores y no voladores) y mamíferos mayores que habitan en los distintos ecosistemas presentes en el área de estudio. Se tiene en cuenta los siguientes conceptos:

- **Mamíferos:** animales vertebrados con pelo y glándulas mamarias, sean estos terrestres, acuáticos o voladores.
- **Mamíferos menores:** aquellos taxones de mamíferos que poseen un peso promedio menor a 1 kg (Barnett y Dutton, 1995; Pacheco *et al*., 20219). Se subdivide en dos:
  - **Mamíferos menores no voladores:** incluye a los roedores, marsupiales y lagomorfos (Pacheco *et al*., 20219).
  - **Mamíferos menores voladores:** incluye a los murciélagos o quirópteros.
- **Mamíferos mayores:** aquellos con un peso promedio, igual o mayor a 1 kg (Pacheco, 2002; Pacheco *et al*., 2021).
- **Hábitats:** unidades de vegetación y cuerpos de agua que son utilizados por los mamíferos. Se precisa que, dada la capacidad de desplazamiento de los mamíferos –sobre todo los mayores–, la mayoría de especies suele utilizar más de un tipo de hábitat y, además, suelen concentrarse en aquellos que ofrecen más recursos, lo cual usualmente se asocia a una combinación de varios microhábitats[15]. Por lo tanto, para fines de la línea base, es importante precisar los microhábitats utilizados por las distintas especies, pero se indica el hábitat principal al cual corresponde (unidad de vegetación o cuerpo de agua). Este último es la principal variable de análisis de la línea base, independiente de los microhábitats que lo conformen.

Nota: la evaluación de mamíferos marinos se incluye en la Sección sobre ecosistemas marinos.

2.3.2. Metodología

2.3.2.1. Revisión de información secundaria

Como primer paso, antes de los trabajos de campo, se consulta la información disponible sobre la mastofauna del área de estudio, sus requerimientos alimenticios y comportamiento, para identificar cuáles son los mamíferos que polinizan que tipos de plantas. Además de lo mencionado en la sección 2.0, se consulta la información disponible sobre mamíferos peruanos como Cossios y Madrid (2003), Mena *et al*. (2011), Pacheco (2002), Pacheco *et al*. (2009), Pacheco *et al*. (2021), Patterson *et al*. (1996), entre otros.

2.3.2.2. Trabajo de campo

2.3.2.2.1. Planificación del trabajo de campo

Se sigue lo indicado en la Sección 2.0.

[15] Véase la nota 4.

2.3.2.2.2. Ubicación de estaciones de muestreo

Para la ubicación final de las estaciones de muestreo, además de lo indicado en la sección 2.0, se toma en cuenta los lugares más apropiados para la caracterización de las comunidades de mamíferos menores y mayores. Esto puede diferir de otros grupos biológicos; por ejemplo, el muestreo de murciélagos se realiza en la entrada de sus refugios o lugares de forrajeo, lo cual probablemente se asocie a zonas boscosas o formaciones rocosas que presenten las condiciones para albergarlos.

2.3.2.2.3. Unidades de muestreo

La unidad de muestreo (UM) depende de las variables o parámetros que se desee evaluar. En la tabla 2.3-1 se presentan ejemplos para el caso de los mamíferos. El número de unidades muestrales por estación de muestreo depende de las características y dimensiones del área de estudio, así como de la metodología seleccionada.

Por ejemplo, en el caso de proyectos lineales en selva, para realizar una buena evaluación se podrían necesitar hasta 60 UM por tres noches por estación de muestreo; por el contrario, en proyectos puntuales en la sierra, es común que en una estación de muestreo se empleen 30 UM por una noche, debido a la baja diversidad de mamíferos menores (Pacheco *et al*., 2007). Esto es definido por el biólogo responsable de la línea base de mamíferos, y el número finalmente elegido tiene que ser explicado y justificado en el informe.

Tabla 2.3-9: Ejemplos de unidades de muestreo sugeridas para mamíferos

Variable objeto	Unidad de muestreo (UM) sugerida	UM / Estación de muestreo	
Riqueza o abundancia de mamíferos menores no voladores	1 estación doble de trampas (Sherman/Victor)	30 a 60 trampas/noche	1 a 3 noches
	1 estación simple de trampas (Sherman)	50 a 60 trampas/noche	1 a 2 noches
Riqueza o abundancia de mamíferos menores voladores	1 red niebla	10 trampas/noche	1 a 3 noches
Riqueza o abundancia de mamíferos mayores	1 km de recorrido	1 a 5	
Riqueza de mamíferos mayores	1 cámara trampa	1 a 10 trampas/noche	2 a 3 noches

Para la selección se de las unidades de muestreo, se sugiere consultar bibliografía especializada tal como Aranda (1981), Boddicker *et al*. (2002), Burton y Pacheco (2016) y Pacheco *et al*. (2007).

2.3.2.2.4. Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replican para evaluar representativamente los mamíferos en cada hábitat del área de estudio (tabla 2.3-1). Se sigue las recomendaciones incluidas en la sección 2.0.

En cuanto a los valores del esfuerzo de muestreo para mamíferos pequeños terrestres, estos se expresan como el número total de trampas por tipo –de captura viva, de golpe, o *pitfall*– que permanecen operativas durante cada noche de muestreo (Pacheco *et al*., 2002). El esfuerzo se expresa en trampas-noche (TN), porque las trampas permanecen activas de un día para otro. El esfuerzo de muestreo para murciélagos o quirópteros es medido por el número de redes operativas por noche (RN) de inventario, considerando redes estándares de 12 m de largo x 2,5 m ancho (Pacheco *et al*., 2007) y 6 m en espacios reducidos (por ejemplo, quebradas, entradas a cuevas, etcétera.). Finalmente, en cuanto a los mamíferos mayores, el esfuerzo de muestreo se mide por el número de kilómetros recorridos.

2.3.2.2.5. Estacionalidad

Si bien dependerá de las características climáticas del área de estudio, en la mayoría de las regiones del Perú se recomienda que los mamíferos sean evaluados en conjunto con la vegetación. Es decir, los muestreos se inician en los momentos de mayor y menor precipitación –o humedad– de cada temporada, dado que el efecto de la lluvia en el desarrollo de la vegetación no es inmediato y se debe esperar a que se manifieste, pues la oferta alimenticia se incrementa/reduce de manera correspondiente.

2.3.2.2.6. Datos de registro y colecta

Adicionalmente a los indicados en la sección 2.0, se recogen los siguientes datos de registro y colecta:

Datos generales para los mamíferos:

- Número de individuos registrados.
- Sexo y edad (cuando sea aplicable).
- Medidas morfométricas (cuando sea aplicable: longitud en milímetros del total de cola, pata, oreja, trago, antebrazo, y peso en gramos).
- Estado reproductivo (cuando sea aplicable: número de hembras preñadas y crías).
- Indicios de especies (huellas, rastros, heces, pelos, huesos, madrigueras, revolcaderos, collpas, etcétera.)

2.3.2.2.7. Métodos de muestreo en campo

La evaluación incluye métodos cualitativos y cuantitativos.

Los métodos cualitativos incluyen comúnmente los registros indirectos, incluyendo huellas, rastros, heces, pelos, huesos, madrigueras, revolcaderos, estercoleros, collpas, entre otros. También se pueden realizar entrevistas para recoger información sobre usos o nombres locales.

En el caso de los mamíferos mayores, también se pueden usar otros métodos que sirven para tomar datos tanto cualitativos y cuantitativos como cámaras trampa que permanecen activas

durante un a tres noches, y permiten detectar a las especies más crípticas y nocturnas. Asimismo, se pueden realizar búsquedas dirigidas de dormideros en la selva para identificar especies de mamíferos adicionales.

Se pueden realizar búsquedas dirigidas de dormideros en la selva para identificar especies de mamíferos adicionales. En el caso de los roedores, para contemplar el registro de especies de mamíferos también se pueden utilizar trampas de caída (*pitfall*) en la región selva. Finalmente, en el caso de los murciélagos, se pueden usar detectores de ultrasonido para identificar las especies presentes; no obstante, este método presenta limitaciones, pues las bases de datos actualmente aún no incluyen a muchas especies peruanas, por lo cual los datos se contrastarán con listas de mamíferos locales.

En cuanto a los métodos cuantitativos, en la tabla 2.3-2 se presenta un resumen de métodos recomendados en campo. Estos métodos se aplican para realizar análisis cuantitativos (abundancia, abundancia relativa, diversidad gama, entre otros).

En los métodos de captura de mamíferos menores terrestres y arbóreos mediante trampas, el cebo por utilizar varía dependiendo del grupo y la zona a evaluar, de la siguiente manera:

- Roedores: mantequilla de maní, avena, alpiste, miel, frutos de la zona, cereales, semillas y vainilla.
- Marsupiales: mantequilla de maní, conservas de atún o sardina, manteca de cerdo, plátano, yuca y frutas de la zona.

El método seleccionado responde al tamaño y hábito de los mamíferos potencialmente presentes, así como a la región geográfica en la que se encuentre el área de estudio.

Tabla 2.3-10: Métodos recomendados para la evaluación cuantitativa de los mamíferos

Método	Tipo de hábitat	Condición o contexto	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Transectos de trampas Sherman, Victor y Tomahawk	Menores (roedores, marsupiales)	Terrestres y arbóreos	Sierra y selva	Riqueza, abundancia, datos morfométricos y reproductivos	Burton y Pacheco, 2016
Transectos de trampas Sherman y Victor	Menores (roedores)	Terrestres	Costa y sierra	Riqueza, abundancia, datos morfométricos y reproductivos	Burton y Pacheco, 2016
Captura mediante redes niebla	Menores (murciélagos)	Voladores	Costa, sierra y selva	Riqueza, abundancia, datos morfométricos y reproductivos	Jones *et al.*, 1996; Kunz *et al.*, 2009
Conteo por transecto	Mayores	Terrestres y arbóreos	Costa, sierra y selva	Riqueza, abundancia, registros indirectos (huellas, vocalizaciones, caminos, entre otros)	Peres, 1999; Wallace *et al.*, 1999.

Método	Tipo de hábitat	Condición o contexto	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Cámara trampa	Mayores	Terrestres y arbóreos	Costa, sierra y selva	Riqueza, abundancia, datos reproductivos	Jiménez *et al.*, 2010; Diaz-Pulido y Payan Garrido, 2012.

En las ANP solo se permiten métodos de captura viva, por lo tanto, no se permiten trampas Victor.

2.3.2.2.8. Control de calidad del muestreo/monitoreo

Es necesario elegir uno de los métodos descritos en la sección 2.0 y aplicarlo para los registros de mamíferos. Como mínimo se realiza una curva de acumulación general y, en la medida que sea posible, una para cada unidad de vegetación o hábitat.

De acuerdo a la *Guía de inventario de fauna silvestre* (MINAM, 2015) se tiene que alcanzar como mínimo un 50% de la riqueza de mamíferos en el área de estudio.

2.3.2.2.9. Colecta de muestras y determinación taxonómica

Los especímenes de difícil identificación son sacrificados teniendo en cuenta las consideraciones de la American Society of Mammalogist (ASM). Todos los mamíferos colectados son depositados en colecciones científicas de instituciones nacionales autorizadas por SERFOR.

La determinación taxonómica y la nomenclatura para mamíferos de Perú se lleva a cabo sobre la base del sistema descrito por Pacheco *et al*. (2021), Gardner (2007), Patton *et al*., (2015), Aquino *et al*., (2015), u otros más actualizados.

2.3.2.3. Evaluación y análisis de resultados

En la tabla 2.3-3 se presenta un resumen de posibles variables para el análisis de los datos de mamíferos que se pueden determinar a partir de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas realizadas en el campo por unidad de vegetación y considerando la estacionalidad, como complemento a lo indicado en la sección 2.0. Se recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo con el contexto del proyecto y los hábitats presentes en el área de estudio.

Tabla 2.3-11: Variables de análisis específicas para la línea base de mamíferos

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Abundancia	Índice de abundancia relativa (%) (mamíferos mayores)	Número de indicios como avistamientos, huellas, heces, pelos, osamentas,	Walker *et al.*, 2000	EI: Variación de la abundancia relativa de las especies representativas en las

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
		revolcaderos y hábitos de forrajeo por especie en relación con la unidad de esfuerzo (kilómetros recorridos en transectos por cada unidad de vegetación).		unidades de vegetación del área de estudio. PMB: Comparación de valores de abundancia durante el monitoreo.
	Índice de capturabilidad (%) (mamíferos menores)	Abundancia relativa de roedores.	Cossios *et al.*, 2007 basado en Pucek, 1969	
Índice de ocurrencia	Índice de Boddicker.	Grado de certeza sobre la presencia de una especie en el lugar de estudio (suma de registros directos e indirectos de las especies).	Boddicker *et al.*, 2002	EI: Variación de la ocurrencia de las especies en las unidades de vegetación o el área de estudio. PMB: Comparación de valores de ocurrencia durante el monitoreo.

EI: Evaluación de impactos ambientales, PMB: Programa de Monitoreo Ambiental Biodiversidad.

2.3.3. Representación espacial

La línea base de mamíferos incluye lo indicado en la sección 2.0.

BOX 2. RECOMENDACIÓN PARA MAMÍFEROS

Tabla 2.3-12: Esfuerzo sugerido de muestreo y método de colecta para mamíferos

Grupo taxonómico	Metodología	Región Natural[a]				Esfuerzo sugerido por estación de muestreo	Horario
		Costa	Andina	Yunga	Tropical		
Mamíferos menores terrestres[b,c]	Trampas de captura en par (doble)	X	X	X	X	30 pares	24 h
Mamíferos menores voladores	Transecto y búsqueda de refugios para la detección acústica activa	X	X	X	X	500 m	Nocturno
	Detección acústica pasiva	X	X	X	X	12 horas	Nocturno
	Redes de neblina	X	X	X	X	10	Nocturno
Mamíferos grandes y medianos	Transecto lineal	X	X	X	X	1 a 2 km	Diurno/nocturno
	Cámaras trampa	X	X	X	X	5	48 h
Mamíferos marinos[c]	Transectos lineales	X			X	4	Diurno

Grupo taxonómico	Metodología	Región Natural[a]				Esfuerzo sugerido por estación de muestreo	Horario
		Costa	Andina	Yunga	Tropical		
Mamíferos acuáticos y semiacuáticos continentales[e]	Transectos lineales				X	4	Diurno

a Regiones y formaciones vegetales (MINAM, 2015): **Región Costa**: Tillandsial y Lomas, Bosque seco ribereño, Bosque seco tipo sabana, Bosque seco de piedemonte, Bosque seco de lomada, Bosque seco de colina baja, Bosque seco de colina alta, Bosque seco de montaña, Manglar y Bosque subhúmedo de montaña. **Región Andina**: Bosque relicto mesoandino, Bosque relicto mesoandino de coníferas, Bosque montano occidental andino, Bosque relicto altoandino, Jalca, Páramo, Pajonal andino y Bofedal, Matorral andino y Cardonal. **Yunga o Selva alta**: Bosque de terraza baja basimontano, Bosque de terraza alta basimontano, Bosque inundable de palmeras basimontano, Bosque de palmeras de montaña montano, Bosque de montaña basimontano, Bosque de montaña montano, Bosque de montaña altimontaño, Bosque xérico interandino, Bosque de montaña basimontano con paca, Matorral esclerófilo de montaña montano, Matorral arbustivo altimontano, Sabana xérica interandina. **Tropical o Selva baja**: Bosque inundable de palmeras, Bosque de terraza inundable por agua negra, Bosque de llanura meándrica, Bosque de terraza baja, Bosque de terraza alta, Bosque de terraza baja con castaña, Bosque de colina baja con shiringa, Bosque de terraza alta con castaña, Bosque de colina baja con castaña, Bosque de colina baja, Bosque de colina alta, Vegetación esclerófila de arena blanca, Bosque de colina alta del Divisor, Bosque de montaña, Bosque semideciduo de montaña, Bosque de terraza baja con paca, Bosque de terraza alta con paca, Bosque de colina baja con paca, Bosque de colina alta con paca, Bosque de montaña con paca, Pacal, Herbazal hidrofítico y Sabana hidrofítica de palmeras.

b En región Costa (no humedales costeros, lomas o tillandsiales) y región Andino: 30 pares de trampas (50 trampas tipo Sherman y 10 trampas tipo Víctor). Para humedales costeros: 30 pares de trampas (40 trampas tipo Sherman, 50 marca Tomahawk y 10 trampas marca Víctor). Para Selva alta y baja (Yunga y Tropical): 40 trampas tipo Sherman, 50 trampas tipo Tomahawk y 10 trampas marca Víctor, complementar su evaluación incluyendo 10 trampas tipo Tomahawk, así como la evaluación nocturna para mamíferos mayores en zonas de estudios donde haya la formación vegetal tipo bosque para la región Tropical, Yunga, Andina y Costa.

c Para la evaluación de mamíferos menores terrestres en la región Tropical se realiza evaluación por 48 horas.

d Un transecto mínimo de 4 km de distancia en la zona intermareal (registros de varamientos, crías, individuos enfermos), en la zona nerítica y en la zona oceánica (diversas actividades como forrajeo, juego, etc.).

e Un transecto mínimo de 4 km de distancia entre los márgenes del cuerpo hídrico (cocha, río, caño) en época de vaciante. Además, realizar un transecto de recorrido variable en la zona de la playa u orilla del río hacia adentro para evidenciar información cualitativa (heces, huellas, restos de alimentos, etc.).

2.3.4. Referencias bibliográficas

- Aranda, J. (1981). *Rastros de los mamíferos silvestres de México: manual de campo*. México: INIS.
- Barnett & Dutton (1995), *Expedition Field Techniques small mammals*. Geographical Society with IBG. Inglaterra: London.
- Boddicker, M., Rodríguez, J. y Amanzo, J. (2002). Indices for assesment and monitoring of large mammals within an adaptative management framework. *Environmental Monitoring and Assesment* 76, 105-123.
- Burton, L. K. y Pacheco, V. (2016). Small non-volant mammals. En Larsen, T.H. (ed.). 2016. Core Standardized Methods for Rapid Biological Field Assessment. Conservation International, Arlington, VA.
- Cossios, D. y Madrid, A. (2003). Andean mountain cat (*Oreailurus jacobita*) and other Andean carnivores. Status survey in Ayacucho, Arequipa, Puno and Tacna Departments, Peru. Informe no publicado. Lima: Cat Action Treasury.
- Díaz-Pulido, A. y Payán Garrido, E. (2012). Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y Panthera Colombia. Bogotá.

- Jiménez, C. F., Quintana, H., Pacheco, V., Melton, D., Torrealva, J. y Tello, G. (2010). Camera trap survey of medium and large mammals in a montane rainforest of northern Perú. *Revista Peruana de Biología* 17(2), 191-196.
- Jones, M. Akey, M. Salkind, J. Green, B. (1996). *Using SPSS for Windows: Analyzing and Understanding Data.* Pearson; Saddle River. New Jersey.
- Kunz T. H., Jones G., Jacobs S., Willig M., Paul R. (2009). *Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators*. Endangered Species Research, Endang Species Res, Contribution to the Theme Section 'Bats: status, threats and conservation successes. Cape Town, South África, Boston y Connectitut. Vol. 8: 93–115.
- Mena J. L., Solari, S., Carrera, J. P., Aguirre, L. F. y Gómez, H. (2011). Climate change and biodiversity in the tropical Andes. En S. K. Herzog, R. Martínez, P. M. Jorgensen y H. Tiessen (Eds.). *Small mammal diversity in the tropical Andes: An overview*. , São Paulo, Brasil: Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) & Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE).
- Pacheco V. (2002). Mamíferos del Perú. En G. Ceballos y J. Simonetti (Eds.). *Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales* (pp. 503-550). México, D. F.: CONABIO-UNAM.
- Pacheco V, Salas, E., Cairampoma, L., Noblecilla, M., Quintana, H., Ortiz, F., Palermo, P. y Ledesma, R. (2007). Contribución al conocimiento de la diversidad y conservación de los mamíferos en la cuenca del río Apurímac, Perú. *Revista Peruana de Biología* 14 (2), 169-180.
- Pacheco, V., Cadenillas, R., Salas, E., Tello, C. y Zeballos, H. (2009). Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. *Revista Peruana de Biología* 16 (1), 5 32.
- Pacheco, V., Díaz, S., Graham-Angeles, L., Flores-Quispe, M., Calizaya-Mamani, G., Ruelas, D., y Sánchez-Vendizú, P. (2021). Lista actualizada de la diversidad de los mamíferos del Perú y una propuesta para su actualización. Revista Peruana de Biología, 28(4), e21019. https://doi.org/10.15381/rpb.v28i4.21019
- Patterson, B. D., Pacheco, V. y Solari, S. (1996). Distribution of bats along an elevational gradient in the Andes of south-eastern Peru. *J. Zool* 240, 637-658.
- Peres, C. A. (1999). General guidelines for standardizing line-transect surveys of tropical forest primates. *Neotropical Primates*, 7(1), 11-16.
- Walker, S, Novaro, A. y Nochols, J. (2000). Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos. *Maso Zool*. Neotrop. 7, 73-80.
- Wallace J. B., Eggert S. L., Meyer J. L., Webster J. R. (1999). Effects of resource limitation on a detrital-based ecosystem. *Ecological Monographs* 69,409-442.

2.3.5. Documentos de consulta

- Aquino, R., Cornejo, F., Cortés Ortiz, L., Encarnación, F., Heymann, E., Marsh, L., Mittermeier, R., Rylands, A. y Vermeer, J. (2015). *Primates de Perú. Guía de identificación de bolsillo*. Conservation International, U.S., United States. Virginia.
- Díaz, M., Aguirre, L. y Barquez, R. (2011). *Clave de identificación de los murciélagos del cono sur de* Sudamérica. Cochambamba, Bolivia: Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada.
- Gardner, A. (2007). *Mammals of South America. Volume 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats*. Chicago: University of Chicago Press.
- MINAM (2015). Guía *de inventario de fauna silvestre*. Resolución Ministerial N° 057-2015-MINAM.
- Patton, J., Pardiñas, F. y D'Elía, G. (2015). *Mammals of South America. Volume 2: Rodents*. Chicago: University of Chicago Press.

2.4. ANFIBIOS Y REPTILES

2.4.1. Alcance

Como parte de la línea base de fauna terrestre, se caracteriza el componente herpetológico, es decir, las especies de anfibios y reptiles que habitan en los distintos ecosistemas presentes en el área de estudio. Se tiene en cuenta los siguientes conceptos:

- **Anfibios:** animales vertebrados poiquilotermos –su temperatura corporal varía de acuerdo con la del ambiente– que se caracterizan por presentar, en la mayoría de los casos al menos dos fases de desarrollo: una larvaria, en la que su respiración es branquial y permanecen en el agua (renacuajos); y otra pulmonar semiterrestre al llegar a la edad adulta. Incluyen tres órdenes: Anura (ranas y sapos), Caudata (salamandras) y Gymnophiona (cecilias) (MINAM, 2018).
- **Reptiles:** animales vertebrados que se caracterizan porque su cuerpo está cubierto de escamas o escudos ectodérmicos que los protegen de las agresiones y de la desecación o deshidratación. Son ectotermos, es decir, su actividad depende de la temperatura ambiental. Incluyen tres órdenes: Squamata (saurios, serpientes y anfisbénidos), Testudines (tortugas) y Crocodylia (cocodrilos y caimanes) (MINAM, 2018).
- **Hábitats:** unidades de vegetación y cuerpos de agua. Si bien la mayoría de estos animales tiene una capacidad de desplazamiento limitada, su distribución suele estar asociada a determinados microhábitats que les ofrecen las condiciones adecuadas para su desarrollo, lo cual se vincula con su dependencia de la temperatura del ambiente. Por lo tanto, para fines de la línea base, es importante precisar los microhábitats utilizados por las distintas especies, pero indicar el hábitat principal al cual corresponde (unidad de vegetación o cuerpo de agua). Este último es la principal variable de análisis, independientemente de los microhábitats que lo conformen.

2.4.2. Metodología

2.4.2.1. Revisión de información secundaria

Como primer paso, antes de los trabajos de campo, se consulta la información disponible sobre la herpetofauna del área de estudio. Además de lo mencionado en el Anexo 2.0, también se consulta la información disponible sobre los anfibios y reptiles peruanas: Cadle y Patton (1988), Rodríguez *et al*. (1993), Carrillo e Icochea (1995), Lehr (2006), Barlett y Barlett (2003), Baiker (2011), Aguilar *et al*. (2013), Vargas (2015), MINAM (2018), Beraun (2020), SERFOR (2025), entre otros.

2.4.2.2. Trabajo de campo

2.4.2.2.1. Planificación del trabajo de campo

Se sigue lo indicado en la sección 2.0.

2.4.2.2.2. Ubicación de estaciones de muestreo

Para la ubicación final de las estaciones de muestreo, se tiene en cuenta, además de lo indicado en la sección 2.0, los lugares más apropiados para la caracterización de las comunidades de anfibios y reptiles. Esto puede diferir de otros grupos biológicos, por ejemplo, el muestreo de anfibios se realiza con énfasis en lugares cercanos a cuerpos de agua, incluyendo pequeñas pozas u ojos de agua, donde puedan desarrollar su fase larvaria. Por otro lado, los reptiles preferien lugares con rocas o vegetación que ofrezca sitios de refugio, donde puedan tanto estar expuestos al sol como guarecerse inmediatamente en caso perciban alguna amenaza o peligro.

2.4.2.2.3. Unidades de muestreo

La unidad de muestreo (UM) depende de las variables o parámetros que se quieran evaluar.

En la tabla 2.4-1 se presenta ejemplos para el caso de los anfibios y reptiles. El número de unidades muestrales por estación depende de las características y dimensiones del área de estudio, así como de la metodología seleccionada.

Por ejemplo, en el caso de proyectos lineales en selva, para realizar una buena evaluación se podrían necesitar hasta 20 UM por estación de muestreo. En contraste, en proyectos puntuales en la costa o la sierra, es común que una estación de muestreo corresponda a cuatro a cinco UM. Esto es definido por el biólogo responsable de la línea base de anfibios y reptiles, y en el informe se explica y justifica el número finalmente elegido.

Tabla 2.4-13: Ejemplos de unidades de muestreo sugeridas para diferentes variables de anfibios y reptiles

Variable objeto	Unidad de muestreo (UM) sugerida	UM / Estación de muestreo	
Riqueza, abundancia, diversidad	VES	4 a 15 VES	1 a 3 días
	Parcelas	5 a 10 parcelas	1 a 3 días
	Transectos	5 a 20 transectos	1 a 3 días

Para la selección de las unidades de muestreo se sugiere consultar bibliografía especializada tal como Torres-Gastello y Córdova (2014), Manzanilla y Péfaur (2000) y Lips *et al*. (2001).

2.4.2.2.4. Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replican para evaluar representativamente los anfibios y reptiles en cada hábitat. Se siguen las

recomendaciones incluidas en la sección 2.0. Dependiendo de la ubicación del proyecto, podría ser necesario realizar transectos diurnos y/o nocturnos.

2.4.2.2.5. Estacionalidad

Si bien depende de las características climáticas del área de estudio, en la mayoría de las regiones del Perú se recomienda que los anfibios y reptiles sean evaluados en conjunto con la vegetación; es decir, iniciar los muestreos en los momentos de mayor y menor precipitación –o humedad– de cada temporada, dado que el efecto de la lluvia en el desarrollo de la vegetación no es inmediato y se espera a que se manifieste, pues la oferta alimenticia se incrementa/reduce en forma correspondiente.

2.4.2.2.6. Datos de registro y colecta

Los siguientes datos de registro y colecta son adicionales a los indicados en la Sección 2.0:

Datos generales para los anfibios y reptiles:

- Hora de evaluación.
- Número de individuos registrados.
- Medidas morfométricas (para individuos capturados).
- Sexo y edad (cuando sea aplicable).
- Actividad de la especie: activo (en desplazamiento, forrajeando, etcétera), inactivos (durmiendo, termorregulando, etcétera).
- Tipo de registro (visual, auditivo o captura).
- Temperatura.
- Humedad.
- Radiación solar.
- Variables de microhábitat: a) dónde fue capturado el individuo –hojarasca, hoja, rama, sobre el tronco, suelo descubierto, quebrada, entre otros–, b) altura del suelo, c) profundidad de la hojarasca.

2.4.2.2.7. Métodos de muestreo en campo

La evaluación incluye métodos cualitativos y cuantitativos.

Los métodos cualitativos comprenden habitualmente los registros oportunos u oportunistas, los cuales se realizan en cualquier momento y ayudan a complementar cualitativamente el estudio. También se pueden realizar entrevistas para recoger información sobre usos o nombres locales.

En cuanto a los métodos cuantitativos, en la tabla 2.4-2 se presenta un resumen de métodos recomendados en campo. Estos métodos se deben aplicar para realizar análisis cuantitativos (abundancia relativa, diversidad beta, entre otros).

Tabla 2.4-14: Métodos recomendados para la evaluación cuantitativa de los anfibios y reptiles

Método	Tipo de registro	Tipo de hábito de especies	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Búsqueda por encuentro visual (VES)	Visual, auditivo y captura	Especímenes acuáticos, arborícolas, terrestres	Costa, sierra y selva	Riqueza, abundancia relativa, asociación de hábitats, nivel de actividad	Crump y Scott, 2001; Icochea *et al*., 1998; Rueda *et al*., 2006
Transectos de banda fija	Visual, auditivo y captura	Especímenes acuáticos, arborícolas, terrestres	Costa, sierra (bosques) y selva	Riqueza, abundancia relativa, densidad, asociación de hábitats, nivel de actividad	Jaeger, 1994; Icochea *et al*., 1998
Parcelas o cuadrantes de hojarascas	Visual y captura	Especímenes terrestres	Sierra y selva	Riqueza, abundancia relativa, densidad, asociación de hábitats y nivel de actividad	Jaeger, 1994; Icochea *et al*., 1998.

Además, en el caso de anfibios y reptiles, se recomienda complementar la evaluación con la medición de variables abióticas, con la finalidad de entender las variaciones temporales de las poblaciones. Por tratarse de animales ectotermos, la temperatura es un factor muy importante en su comportamiento y su respectivo patrón de actividad. Esto determina su presencia o ausencia en determinados momentos del día e influye directamente en su registro. Por lo tanto, se sugiere utilizar un termómetro de alta sensibilidad para evaluar cada hábitat muestreado. Además, en el caso de los anfibios, dado que en algún momento de su ciclo de vida –o toda su vida– atraviesan por una fase acuática, se recomienda medir los siguientes parámetros en los cuerpos de agua donde se muestreen los individuos: pH, conductividad eléctrica (CE), sólidos totales disueltos (TDS) y temperatura.

2.4.2.2.8. Control de calidad del muestreo

Elegir uno de los métodos descritos en la sección 2.0 y aplicarlo para los registros de anfibios y reptiles. Como mínimo se realiza una curva de acumulación general, y en la medida que sea posible, una para cada unidad de vegetación.

De acuerdo a la *Guía de inventario de fauna silvestre* (MINAM, 2015) se tiene que alcanzar como mínimo un 50% de la riqueza de especies en el área de estudio.

2.4.2.2.9. Colecta de muestras y determinación taxonómica

En caso sea necesaria la colecta de especímenes para su posterior identificación en gabinete, primero son fotografiados vivos y luego eutanizados siguiendo métodos que generen el menor sufrimiento de los individuos. En el caso de anfibios, por ejemplo, se puede utilizar benzocaína (7%) en el cuerpo; y para el caso de los reptiles, la aplicación de benzocaína, se puede complementar con pentobarbital sódico (Halatal®). Posteriormente, los individuos son fijados en formol al 10% (durante 24 horas) y preservados en etanol al 70% en recipientes de plástico. En el caso de los renacuajos, después de ser fijados, son preservados también en formol al 10%. Todos los individuos colectados son depositados en colecciones científicas de instituciones nacionales reconocidas.

La determinación taxonómica de las especies de anfibios y reptiles, así como la de los renacuajos, se tiene que realizar utilizando claves de identificación y descripciones disponibles

en la literatura especializada como Aguilar *et al*. (2010), Aguilar *et al*. (2012), Aguilar y Pacheco (2005), Aparicio *et al*. (2010), Carrillo e Icochea (1995), Duellman y Fritts (1972), Frost (2016), Gosner (1960), Rodríguez *et al*. (1993), Uetz y Hošek (2017), Valenzuela *et al*. (2010) y Vellard (1960). También se pueden realizar consultas en colecciones científicas. Para la nomenclatura de reptiles, se recomienda revisar la base de datos disponibles, como The Reptile Database, y para anfibios, la lista de especies de anfibios del mundo (Amphibian Species of the World).

2.4.2.3. Evaluación y análisis de resultados

En la tabla 2.4-3 se presenta un resumen de posibles variables para el análisis de los datos de anfibios y reptiles que se pueden determinar a partir de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas realizadas en campo por unidad de vegetación y considerando la estacionalidad, complementarios a los indicados en la sección 2.0. Se recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo al contexto del proyecto y los hábitats presentes en el área de estudio.

Tabla 2.4-15: Variables de análisis específicas para la línea base de anfibios y reptiles

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Composición	Estructura o composición de la comunidad de anfibios y reptiles, proporción de especies en las familias presentes en las unidades de vegetación	La conformación de la comunidad de anfibios y reptiles respecto a la proporción de especies por familias presentes por hábitat y variaciones de especies dentro de las familias.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999	EI: Cambios en la composición de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto. PMB: Comparación de la composición durante el monitoreo.
Abundancia	Abundancia relativa (%)	Número de individuos de cada especie en relación con la cantidad total de las especies en una unidad.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; De la Galvez-Murillo y Pacheco, 2009	EI: Variación de la abundancia relativa de las especies representativas en las unidades de vegetación del área de estudio. PMB: Comparación de valores de abundancia durante el monitoreo.
Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	La probabilidad de encontrar uno o más individuos de una especie en la unidad de muestreo; la relación de la frecuencia absoluta de una especie entre el total de ocurrencias de todas	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999	PMB: Comparación de frecuencia de registro durante el monitoreo.

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
		las especies.		
Densidad	Densidad relativa (%)	El número de individuos que ocupan un área; la relación de la densidad de una especie entre el total de la densidad de todas las especies.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999	PMB: Comparación de la densidad relativa durante el monitoreo.

EI: Evaluación de impactos ambientales, PMB: Programa de Monitoreo Ambiental Biodiversidad.

2.4.3. Representación espacial

La línea base de anfibios y reptiles incluye lo indicado en la sección 2.0.

BOX 3. RECOMENDACIÓN PARA ANFIBIOS Y REPTILES

Tabla 2.4-16: Esfuerzo sugerido de muestreo y método de colecta para anfibios y reptiles

Región natural	Horario	Búsquedas por Encuentros Visuales (VES)			Transectos de Banda Fija (TBF)			Parcelas de hojarasca (PdH)		
		Cantidad por estación	Distancia entre los VES	Duración	Cantidad por estación	Distancia entre los TBF	Área	Cantidad por estación	Distancia entre las PdH	Área
Costa[a]	Diurno	5	50 m	30 min.	5	50 m	100 m^2 (50 m x 2 m) 200 m^2 (100 m x 2 m)			
	Nocturno									
Sierra[ab]	Diurno							5	50 m	15 m^2 (3 m x 5 m)
Selva[cde]	Diurno									
	Nocturno									

a. Aplicar solo la metodología de TBF en caso de presencia de cobertura arbórea densa a semidensa, como por ejemplo, en costa en los Bosques secos ecuatoriales y Bosque tropical del pacífico, y en cuanto a la región sierra en bosques relictos.
b. Considerar solo evaluaciones nocturnas en caso de ubicarse el área de estudio comprenda cuerpos de agua.
c. Aplicar TBF de 100 m^2 en áreas donde el sotobosque presente vegetación densa.
d. Aplicar TBF de 200 m^2 en áreas con sotobosque semidenso.
e. Direccionar los VES a áreas abiertas, como quebradas, cochas, áreas de bosque amazónico, entre otro tipo de áreas con rala, escasa o nula vegetación.

2.4.4. Referencias bibliográficas

- Aguilar, C. y Pacheco, V. (2005). Contribución de la morfología bucofaríngea larval a la filogenia de *Batrachophrynus y Telmatobius*. En Lavilla, E y De la Riva, I (Eds.), *Estudios sobre las ranas andinas de los géneros Telmatobius y Batrachophrynus (Anura: Leptodactylidae)*. Monografías de Herpetología 7, 219–238.
- Aguilar, C., Ramírez, C., Rivera, D., Siu-Ting, K., Suarez, J. y Torres, C. (2010). Peruvian Andean Amphibians in not protected areas: its threats and conservation status. *Revista Peruana de Biología 17* (1), 5-28.
- Aguilar, C., Catenazzi, A., Venegas, P. y Siu-Ting, K. (2012). Morphological variation of *Telmatobius atahualpai* (Anura: Telmatobiidae) with comments on its phylogenetic relationships and synapomorphies for the genus. *Phyllomedusa* 11, 37-49.
- Aguilar, C., Wood, P., Cusi, J. C., Guzmán, A., Huari, F., Lundberg, M., Mortensen, E., Ramírez, C., Robles, D., Suárez, J., Ticona, A., Vargas, V., Venegas, P. J. y Sites, J. (2013). Integrative taxonomy and preliminary assessment of species limits in the *Liolaemus walkeri* complex (Squamata, Liolaemidae) with descriptions of three new species from Peru. *ZooKeys* 364, 47-91.
- Aparicio, J., Ocampo, B. y Oliver, M. (2010). *Liolaemus grupo montanus Etheridge*, 1995 (Iguania: Liolaemidae). *Cuadernos de Herpetología*, 24 (2). 133-135.
- Baiker, J. (2011). *Guía ecoturística: Mancomunidad Saywite-Choquequirao-Ampay (Apurímac, Perú). Con especial referencia a la identificación de fauna, flora, hongos y líquenes en el departamento de Apurímac y sitios adyacentes en el departamento de Cusco*. Serie Investigación y Sistematización 15. Lima: Programa Regional Ecobona-Intercooperation.
- Bartlett, R. D. y Bartlett, P. P. (2003). *Reptiles and amphibians of the Amazon*. Florida: University of Florida Press.
- Beraun, Y. (2020). *Anfibios del Perú*. Versión 1.2. Ministerio del Ambiente de Perú - MINAM. Conjunto de datos de listas de chequeo. https://www.gbif.org/dataset/d2bc2a7f-2a1a-4721-89db-4887d770e0dc
- Cadle, J. E. y Patton, J. L. (1988). *Distribution of some amphibians, reptiles and mammals of the eastern Andean slope of southern Peru* (pp. 225-244). En W. R. Heyer y P. E. Vanzolini (Eds.), *Proceedings of a workshop on Neotropical distribution patterns*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciencias.
- Carrillo, N. e Icochea, J. (1995). Lista taxonómica preliminar de los reptiles vivientes del Perú. Publicaciones del Museo de Historia Natural Universidad Nacional Mayor de San Marcos (A) 49:1-27.
- Crump, M. L. y Scott, J. Jr. (2001). Relevamientos por encuentros visuales (pp. 80-87). En: W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek y M. S. Foster (Eds.). *Medición y monitoreo de la diversidad biológica. Métodos estandarizados para anfibios*. Smithsonian Institution Press y Editorial Universitaria de la Patagonia. Comodoro Rivadavia.
- De la Gálvez Murillo, E. y Pacheco, L. F. (2009). Abundancia y estructura poblacional de *Liolaemus signifer* (Liolaemidae-Lacertilia-Reptilia) en zonas con y sin extracción comercial en el Altiplano de Bolivia. *Tropical Conservation Science* 2(1), 106-115. Revisado el 15 de noviembre de 2024. URL: https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/194008290900200110
- Duellman, W. y Fritts, T. (1972). A taxonomic review of the southern Andean marsupial frogs (Hylidae: Gastrotheca). Occasional Papers of the Museum of Natural History Museum the University of Kansas, Lawrence, Kansas 9: 1-37.

- Frost, D. (2024). *Amphibian Species of the World:* an Online Reference. *Version 6.2*. Revisado el 15 de noviembre de 2024: https://amphibiansoftheworld.amnh.org/. Nueva York, EE. UU.: American Museum of Natural History.
- Gosner, K. (1960). A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica* 16, 183-190.
- Icochea, J., Quispitupac, E. y Portilla, A. (1998). Amphibians and reptiles: Biodiversity assessment in the Lower Urubamba Region. En A. Alonso y F. Dallmeier (Eds.). *Biodiversity assessment of the Lower Urubamba Region, Peru: Cashiriari 3-Well S and the Camisea and Urubamba Rivers*. SI/MAB Series 2. Washington, D. C.: Smithsonian Institution / MAB Biodiversity Program.
- Jaeger, R. e Inger, R. (1994). Quadrat Sampling. En W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek y M. S. Foster (Eds.), *Measuring and monitoring biological diversity. Standard Methods for Amphibians* (pp: 97-102). Washington, D. C.: Smithsonian Institution Press.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological methodology* (segunda edición). Melo Park: Benjamin Cummings.
- Lehr, E. (2006). Taxonomic status of some species of Peruvian *Phrynopus* (Anura: Leptodactylidae), with the description of a new species from the Andes of southern Peru. *Herpetologica* 62, 331–347.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton: Princeton University Press.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford, UK: Blackwell.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Vol. 1. Zaragoza: M&T-Manuales y Tesis SEA.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2018). *Listado de reptiles del Perú*. Dirección de Conservación Sostenible de Ecosistemas y Especies. Lima, Perú. https://cloud.gbif.org/lac/resource?r=rept_pe
- Rodríguez, L. O., Córdova, J. H. e Icochea, J. (1993). Lista preliminar de los anfibios del Perú. Serie A, Zoología. *Publ. Mus. Hist. Nat*. UNMSM 5, 1-22.
- Rueda, J., Castro, F. y Cortez, C. (2006). Técnicas para el inventario y muestreo de anfibios: una compilación. En A. Angulo, J. Rueda-Almohacid, J. Rodríguez-Mahecha y E. La Marca (Eds.). *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina* (Serie Manuales de Campo 2). Bogotá: Panamericana, Formas e Impresos. 135-172.
- Uetz, P. (2016). Versión 2022.12. *The Reptile Database*. Revisado el 10 noviembre 2024. URL: https://reptile-database.reptarium.cz/
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). (2025). *Guía para la identificación de tortugas terrestres y de agua dulce del Perú*. Lima, Perú.
- Valenzuela-Dellarossa, G., Herman-Núñez, C. y Ortiz, J. C. (2010). Reptilia, Serpentes, Colubridae, Tachymenis Wiegmann, 1836: Latitudinal and altitudinal distribution extension in Chile. *Check List 6* (1), 5-6.
- Vargas, V. (2015). *Guía de Identificación de anfibios y reptiles*. Perú LNG. URL: https://perulng.com/wp-content/uploads/2024/02/Guia_identificacion_anfibios-yreptiles-1.pdf
- Vellard, J. (1960). Estudios sobre batracios andinos. VII. El género Pleurodema en los Andes peruanos. *Memorias del Museo de Historia Natural Javier Prado* 10, 1-14.

2.4.5. Documentos de consulta

- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015). *Guía de inventario de fauna silvestre*. Resolución Ministerial N° 057-2015-MINAM.

- Torres-Gastello, C. y Córdova, J. (2004). Herpetología. Técnicas de muestreo empleadas para el monitoreo de la herpetofauna en el Programa de monitoreo de la Biodiversidad en Camisea. En *Metodologías para el monitoreo de la Biodiversidad en la Amazonía* (pp. 61-72). Lima, Perú: Programa de Monitoreo de la Biodiversidad en Camisea.
- Manzanilla, J. y Péfaur, J. (2000). Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de anfibios y reptiles. *Revista Ecológica Latino América 7*, 17-30.
- Lips, K.; Reaser, J.; Young, B. y Ibáñez, R. (2001). *Amphibian monitoring in Latin America: A protocol manual*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. Arizona.

2.5. INSECTOS Y OTROS ARTRÓPODOS

2.5.1. Alcance

Como parte de la línea base de fauna terrestre, se puede requerir la caracterización de los artrópodos o de los insectos –un grupo de artrópodos– que habitan en los distintos ecosistemas presentes en el área de estudio. Se tiene en cuenta los siguientes conceptos:

- **Artrópodos:** animales invertebrados que se caracterizan por presentar un esqueleto externo o exoesqueleto, por tener el cuerpo segmentado y apéndices articulados. El filo *Arthropoda* incluye a cinco subfilos: *Hexapoda* (que incluye la Clase *Insecta*), *Chelicerata* (que incluye la clase *Arachnida*), *Crustacea* (que incluye varios grupos, como las langostas, los cangrejos y los langostinos), *Miriapoda* (que incluye a los ciempiés y milpiés), y *Trilobites* (todos extintos). En el caso de los estudios ambientales, los subfilos más estudiados son *Hexapoda* (*Insecta*), *Chelicerata* (*Arachnida*) y *Crustacea*, dependiendo de los ecosistemas del área de estudio. El último subfilo se evalúa principalmente en ecosistemas marinos.
- **Insectos:** se refiere a la clase de artrópodos que se caracteriza por presentar tres pares de patas, un par de antenas y cuatro alas –aunque pueden estar ausentes o modificadas–, y el cuerpo tiene tres segmentos –cabeza, tórax y abdomen–. Son la clase de animales con más especies de todos los seres vivos –>1 millón de especies descritas y con estimaciones de hasta 30 millones no descritas–.
- **Arácnidos:** se refiere a la clase de artrópodos quelicerados que se caracteriza por presentar cuatro pares de patas y dos pares de apéndices alrededor de la boca; carecen de antenas y alas, y tienen el cuerpo dividido en dos segmentos (cefalotórax y abdomen). Incluye a las arañas, las garrapatas, los ácaros y los escorpiones.
- **Morfoespecie o Unidades taxonómicas reconocibles (RTU):** grupo de organismos de cualquier taxón con características morfológicas comunes, determinado a partir del análisis visual de las muestras y utilizando cuando no se tiene mayor conocimiento de los organismos. En el caso de los insectos y artrópodos en general, dada su gran diversidad y el limitado conocimiento de la mayoría de especies, su identificación taxonómica es difícil y muchas veces imposible. En este escenario se utiliza el término *morfoespecie* o RTU para diferenciar potenciales especies por sus características morfológicas y poder estimar su riqueza en un determinado lugar.
- **Hábitats:** unidades de vegetación y cuerpos de agua que son utilizados por los artrópodos. Si bien la mayoría de estos animales tiene una capacidad de desplazamiento limitada, su distribución suele estar asociada a determinados microhábitats[16] que les ofrecen las condiciones adecuadas para su desarrollo. Por lo tanto, para fines de la línea base, es importante precisar los microhábitats utilizados por las distintas especies o familias de especies, pero indicar el hábitat principal al cual corresponde –unidad de vegetación o cuerpo de agua–. Este último será la principal variable de análisis, independiente de los microhábitats que lo conformen.

Se recomienda la evaluación de insectos y otros artrópodos en caso se prevea la presencia de alguna especie relacionada con un servicio ambiental o ecosistémico –por ejemplo, aprovisionamiento de productos como miel, cera, seda u otros de valor comercial–, alguna especie relacionada a cultivos –plagas (parásitos) o benéficas (parasitoides) de importancia económica, como, por ejemplo, la mosca minadora, que es plaga de la papa– o alguna especie que sea vector de enfermedades (por ejemplo, el mosquito de la fiebre amarilla), especies de

[16] Microhábitat: hábitat especializado que contiene una flora y una fauna distintiva dentro de un hábitat.

insectos polinizadores de diversos grupos que proveen el servicio ecosistémico de regulación, además de asegurar la conservación de las especies silvestres y la seguridad alimentaria.

2.5.2. Metodología

2.5.2.1. Revisión de información secundaria

Como primer paso, antes de los trabajos de campo, se consulta la información disponible sobre la entomofauna y de las especies polinizadoras de las plantas del área de estudio. Además de lo mencionado en la sección 2.0, se consulta la información disponible sobre los insectos y otros artrópodos de la región textos como Couturier (1992), Fernández (2003), Fernández y Sharkey (2006), Palacio y Whal (2006), Batista-da-Silva *et al*. (2011), entre otros.

2.5.2.2. Trabajo de campo

2.5.2.2.1. Planificación del trabajo de campo

Se seguirá lo indicado en la sección 2.0.

Adicionalmente, dada la gran diversidad taxonómica y las distintas funciones que realizan los insectos en los ecosistemas, se seleccionan los grupos o familias de mayor relevancia para el área de estudio, ya sea por su rol como polinizadores, depredadores, recicladores, fitófagos, parasitoides (benéficos) u otros. Las metodologías de muestreo finalmente empleadas en campo estan enfocadas en los grupos elegidos.

Los grupos seleccionados pueden ser a nivel de orden, como por ejemplo los escarabajos (orden *Coleoptera*) o las abejas, avispas y hormigas (orden *Hymenoptera*); esto porque existe abundante información a nivel de orden, y es conocido que cumplen varios roles ecológicos (polinización, reciclaje de nutrientes, entre otros), son sensibles a los cambios en el ambiente y han sido empleados en programas de monitoreo (Foottit y Adler eds., 2009). En otros casos, pueden seleccionarse grupos más específicos a nivel de familia, como los parasitoides de la familia Ichneumonidae –que son benéficos, pues controlan naturalmente las plagas– o los mosquitos de la familia *Culicidae* –que son vectores de enfermedades–. En la tabla 2.5-1 se presenta una propuesta (basada en Silva *et al*., 2011) de grupos recomendados de acuerdo con las regiones a evaluar. Esta propuesta no es restringida, y tiene que validarse teniendo en cuenta las particularidades de cada ambiente y cada proyecto.

Tabla 2.5-17: Grupos taxonómicos recomendados para estudios de línea base de insectos/artrópodos por región

Grupo recomendado	Selva baja	Selva alta (bosques de niebla)	Sierra (puna)	Sierra (bosque seco)	Costa (lomas)	Costa (desiertos)
Fitófagos						
Cicadellidae	X	X	X*	X	X	
Arctiidae	X	X	X*	X	X	
Rhopalocera	X	X	X	X	X	X

Grupo recomendado	Selva baja	Selva alta (bosques de niebla)	Sierra (puna)	Sierra (bosque seco)	Costa (lomas)	Costa (desiertos)
Curculionidae	X	X	X	X	X	X
Chrysomelidae	X	X	X	X	X	
Depredadores						
Carabidae	X	X	X	X	X	X
Odonata	X	X	X	X	X	
Araneae	X	X	X	X	X	X
Scorpiones				X	X	X
Opiliones	X	X	X			
Parasitoides						
Ichneumonidae	X	X	X	X	X	X
Omnívoros/recicladores						
Scarabaeidae	X	X	X	X	X	
Formicidae	X	X	X	X	X	X
Tenebrionidae			X	X	X	X
Staphylinidae	X	X	X	X	X	X

* El muestreo de estos dos grupos solo se considera en bosques andinos, mas no en áreas abiertas andinas.
** También podrían considerarse el registro de especies polinizadoras como *Apidae*, *Halictidae*, *Megachilidae*, *Andrenidae*, *Colletidae.*

Fuente: adaptado de Silva *et al*., 2011

2.5.2.2.2. Ubicación de estaciones de muestreo

Para la ubicación final de las estaciones de muestreo se tiene en cuenta, además de lo indicado en la sección 2.0, los lugares más apropiados para la caracterización de las comunidades de insectos u otros artrópodos, según los objetivos plantados. Esto puede diferir de otros grupos biológicos; por ejemplo, el muestreo de mosquitos de la familia *Culicidae* se realiza con énfasis en lugares cercanos a cuerpos de agua, incluyendo pequeñas pozas u ojos de agua, donde puedan desarrollar su fase larvaria. Por otro lado, los insectos de la familia *Ichneumonidae* se evalúan cerca de cultivos, donde se encuentran con mayor frecuencia sus hospederos (plagas). En el caso de los polinizadores se tendría que evaluar en la época de floración de las plantas.

2.5.2.2.3. Unidades de muestreo

La unidad de muestreo (UM) depende de las variables o parámetros que se quiera evaluar. En la tabla 2.5-2 se presenta ejemplos para el caso de los insectos y otros artrópodos. El número de unidades muestrales por estación de muestreo depende de las características y dimensiones del área de estudio, así como de la metodología seleccionada.

Por ejemplo, en el caso de proyectos lineales en selva, para realizar una buena evaluación se podrían necesitar hasta 10 UM por estación de muestreo; en contraste, en proyectos puntuales en la costa o la sierra, es común que una estación de muestreo corresponda a cuatro a cinco UM. Esto tiene que ser definido por el biólogo responsable de la línea base de anfibios y reptiles, y en el informe se explica y justifica el número finalmente elegido.

Tabla 2.5-18: Ejemplos de unidades de muestreo sugeridas para diferentes variables de insectos y otros artrópodos

Variable objeto	Unidad de muestreo (UM) sugerida	UM / Estación de muestreo	
Riqueza, abundancia, diversidad	Trampas cebadas	3 a 10 trampas	48 a 72 horas
	Trampas de campana	3 trampas	24 horas
	Trampas *pitfall* o de caída	10 a 16 trampas	24 a 48 horas
	Trampas Malaise	1 trampa	24 a 48 horas
	Trampas pantraps o Moericke	5 a 8 trampas	24 a 48 horas
Presencia, abundancia	Trampas de luz	1 trampa	2 a 6 horas

Para la selección de las unidades de muestreo, se sugiere consultar bibliografía especializada tal como Agosti y Alonso (2003), Basset *et al*. (1997), Biological Survey of Canada (1994), Cardoso *et al*. (2009), Silva *et al*. (2011) y Upton (1991).

2.5.2.2.4. Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replican para evaluar representativamente los insectos y otros artrópodos en cada hábitat. Se siguen las recomendaciones incluidas en la sección 2.0. Dependiendo de la ubicación del proyecto y de los grupos de artrópodos a evaluar resulta necesario aplicar esfuerzos específicos.

Por ejemplo, para determinados grupos –como las hormigas del suelo– se han desarrollado protocolos –como el protocolo Ants of the Leaf Litter Protocol (ALL)–, el cual propone utilizar 20 trampas *pitfall* en un transecto de 200 metros y un esfuerzo temporal mínimo de 48 horas (Fisher *et al*., 2000; Alonso y Agosti, 2000; Agosti y Alonso, 2003). No obstante, estudios enfocados en la diversidad de todos los artrópodos de suelo han utilizado diferentes niveles de esfuerzo de muestreo (Bess *et al*., 2002; Ramírez *et al*., 2002; Castañeda *et al.*, 2007), por lo cual será necesario tanto seguir las recomendaciones de la bibliografía disponible para ecosistemas similares a los del área de estudio como tener en cuenta el tamaño y complejidad de las unidades de vegetación.

Para el muestreo de insectos, se recomienda lo siguiente:

- Que las trampas de todas las estaciones de muestreo tengan el mismo número de horas y reciban el mismo tiempo atmosférico; es decir, los mismos días de sol y de lluvia.

- Que la distancia entre el mismo tipo de trampas tenga como mínimo de 10 m;
- Que se emplee al menos dos o tres distintos tipos de muestreo –por ejemplo, trampas de caída, intercepción de vuelo y/o muestreo activo– por unidad de vegetación.

2.5.2.2.5. Estacionalidad

Si bien dependerá de las características climáticas del área de estudio, en la mayoría de las regiones del Perú se recomienda que los artrópodos sean evaluados en conjunto con la vegetación. Es decir, se inician los muestreos en los momentos de mayor y menor precipitación –o humedad– de cada temporada, dado que el efecto de la lluvia en el desarrollo de la vegetación no es inmediato y se tiene que esperar a que se manifieste, pues la oferta alimenticia se incrementa o reduce de manera correspondiente.

2.5.2.2.6. Datos de registro y colecta

Los siguientes datos de registro y colecta son adicionales a los indicados en la sección 2.0:

Datos generales para los insectos y otros artrópodos:

- Estrato de colecta (suelo, herbáceo o arbóreo)
- Tipo y número de trampa o metodología
- Fotos testigo del piso, sotobosque y dosel del hábitat característico
- Fotos representativas de las trampas y metodologías empleadas
- Especies con uso potencial, información a través de pobladores locales

2.5.2.2.7. Métodos de muestreo en campo

La evaluación considera métodos cualitativos y cuantitativos.

Los métodos cualitativos incluyen, por ejemplo, la colecta directa u oportunista con el uso de redes entomológicas, y el uso de extractores Winkler o Moczarsky-Winkler. Este último también puede utilizarse para determinar la abundancia localizada de ciertos grupos de especies.

En cuanto a los métodos cuantitativos, en la tabla 2.5-3 se presenta un resumen de métodos recomendados en campo. Estos métodos se aplican para realizar análisis cuantitativos: abundancia relativa, diversidad beta, entre otros.

Tabla 2.5-19: Métodos recomendados para la evaluación cuantitativa de los insectos y otros artrópodos

Método	Estrato de registro	Ubicación geográfica	Aplicación por grupo recomendado*	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Muestreo pasivo					
Trampas pasivas cebadas					
Trampas cebadas (C)	Suelo, herbáceo	Costa, sierra y selva	*Araneae, Carabidae, Formicidae, Rhopalocera, Scarabaeidae, Staphylinidae.*	Riqueza, abundancia, estrato, preferencia trófica	Villarreal *et al.,* 2004
Trampas cebadas elevadas (A)	Arbóreo	Sierra (bosques) y selva	*Araneae, Chrysomelidae, Cicadellidae, Curculionidae, Formicidae, Scarabaeidae, Staphylinidae.*	Riqueza, abundancia, estrato, preferencia trófica	Basset *et al*., 1997
Trampas de campana o Van Someren Rydon (H)	Suelo, herbáceo y arbóreo	Sierra y selva	*Rhopalocera, Scarabaeidae, Staphylinidae.*	Riqueza, abundancia, estrato	Basset *et al.*, 1997; Villareal *et al.*, 2004
Trampas pasivas no cebadas					
Trampas de caída pitfall (F)	Suelo	Costa, sierra y selva	*Araneae, Carabidae, Formicidae, Staphylinidae, Tenebrionidae.*	Riqueza, abundancia, estrato	Agosti y Alonso, 2003; Agosti *et al*., 2000; Alonso y Agosti 2000; Villarreal *et al*., 2004
Trampas de intercepción de vuelo (I)	Suelo, herbáceo	Costa, sierra y selva	*Carabidae, Chrysomelidae, Cicadellidae, Curculionidae, Formicidae, Ichneumonidae, Rhopalocera, Scarabaeidae, Staphylinidae.*	Riqueza, abundancia, estrato	Villarreal *et al.,* 2004; Biological Survey of Canada, 1994
Trampas Malaise (M)	Suelo, herbáceo	Costa, sierra y selva	*Araneae, Carabidae, Chrysomelidae, Cicadellidae, Curculionidae, Ichneumonidae.*	Riqueza, abundancia, estrato	Biological Survey of Canada, 1994; Townes, 1972
Trampas canopy Malaise o Malaise aéreas (X↑ - X↓)	Arbóreo	Sierra (bosques) y selva	*Araneae, Carabidae, Chrysomelidae, Cicadellidae, Curculionidae, Formicidae, Ichneumonidae, Scarabaeidae.*	Riqueza, abundancia, estrato	Basset *et al.*, (1997); Biological Survey of Canada, 1994
Trampas Pantraps amarillas / Moericke	Suelo, herbáceo	Costa, sierra y selva	*Chrysomelidae, Cicadellidae, Ichneumonidae, Staphylinidae.*	Riqueza, abundancia, estrato	Biological Survey of Canada, 1994
Extractores Winkler o Moczarsky-Winkler (W)	Suelo	Sierra (bosques) y selva	*Carabidae, Formicidae, Opiliones, Staphylinidae.*	Riqueza, abundancia, estrato	Agosti y Alonso, 2003; Agosti *et al*., 2000; Alonso y Agosti 2000; Villarreal *et al*., 2004

Método	Estrato de registro	Ubicación geográfica	Aplicación por grupo recomendado*	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Muestreo pasivo					
Trampa de luz (L)	Suelo, herbáceo y arbóreo	Costa, sierra y selva	*Araneae, Carabidae, Cicadellidae, Ichneumonidae, Scarabaeidae.*	Riqueza, abundancia	Villarreal *et al.,* 2004

2.5.2.2.8. Control de calidad del muestreo

Elegir uno de los métodos descritos en la sección 2.0 y aplicarlo para los registros de insectos y otros artrópodos. Como mínimo se realiza una curva de acumulación general, y en la medida que sea posible, una para cada unidad de vegetación.

Adicionalmente, dada la complejidad para la identificación de especies, la empresa responsable del estudio considera y asegurar en el presupuesto la contratación de especialistas para la identificación de las muestras, así como de personal entrenado y material para el montaje y preservación de por lo menos vouchers o el 20% de las muestras obtenidas.

2.5.2.2.9. Colecta de muestras y determinación taxonómica

Debido al tamaño que presentan los artrópodos, los caracteres taxonómicos que permiten su identificación son difíciles de estudiar en campo, por lo cual, la mayoría de las veces, es necesario colectar los individuos capturados. Las muestras, una vez tratadas y clasificadas, son depositadas en instituciones científicas nacionales depositarias de material biológico registrada ante el SERFOR.

Es importante que la determinación taxonómica de los especímenes obtenidos se realice al nivel más inferior de la jerarquía taxonómica como sea posible, idealmente en el de especies. Si han de usarse unidades taxonómicas reconocibles (RTU), morfoespecies o sistemas similares, estos son considerados como resultados preliminares con fines de determinar una riqueza estimada de la entomofauna del área de estudio; asimismo, las asignaciones son registradas con especímenes *voucher* debidamente ingresados en una colección entomológica de investigación.

Para uniformizar la taxonomía en grandes grupos, se sugiere basarse en la publicación de Triplehorn y Johnson 2005.

2.5.2.3. Evaluación y análisis de resultados

En la tabla 2.5-4 se presenta un resumen de posibles variables para el análisis de los datos de insectos y otros artrópodos que se pueden determinar a partir de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas realizadas en el campo por unidad de vegetación y considerando la estacionalidad. Estas variables son complementarias a las indicadas en la sección 2.0. Se recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo con el contexto del proyecto y los hábitats presentes en el área de estudio.

Tabla 2.5-20: Variables de análisis específicas para la línea base de insectos y otros artrópodos

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Composición	Estructura o composición de la comunidad, proporción de especies en las familias presentes en las unidades de vegetación	Describe la conformación de la comunidad de artrópodos en relación con la proporción de especies por familias presentes por hábitat, y variaciones de especies dentro de las familias.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999.	EI: Cambios en la composición de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto. PMB: Comparación de la composición durante el monitoreo.
Abundancia	Abundancia relativa (%)	La cantidad o el número de individuos de cada especie en relación con la cantidad total de todas las especies en una unidad.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; De la Gálvez Murillo y Pacheco, 2009.	EI: Variación de la abundancia relativa de las especies representativas en las unidades de vegetación del área de estudio. PMB: Comparación de valores de abundancia durante el monitoreo.
Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	La probabilidad de encontrar uno o más individuos de una especie en la unidad de muestreo. La relación de la frecuencia absoluta de una especie entre el total de ocurrencias de todas las especies.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999.	PMB: Comparación de frecuencia de registro durante el monitoreo.
Especies con usos potenciales	Inventario de especies con usos potenciales	La información de insectos útiles o con potencial uso por parte de los pobladores locales.	Entrevistas a personas locales.	EI: Afectación de especies con usos potenciales. Plan de Manejo Ambiental: Planes de manejo para especies con usos importantes para la población. PMB: Comparación de la presencia de especies con usos potenciales durante el monitoreo.

EI: Evaluación de impactos ambientales, PMB: Programa de Monitoreo Ambiental Biodiversidad.

2.5.3. Representación espacial

La línea base de insectos y otros artrópodos incluyen lo indicado en la sección 2.0.

BOX 4. RECOMENDACIÓN PARA INSECTOS Y OTROS ARTRÓPODOS

Tabla 2.5-21: Esfuerzo sugerido de muestreo y método de colecta para insectos y otros artrópodos

Grupo taxonómico	Metodología	Región Natural[a]				Esfuerzo sugerido por estación de muestreo	Horario
		Costa	Andina	Yunga	Tropical		
Insectos y otros artrópodos[b]	Trampas pitfall cebadas	X	X	X	X	10	24 h
	Trampas pitfall sin cebo	X	X	X	X	10	24 h
	Pantraps (Moreicke)	X	X	X	X	10	24 h
	Trampas de luz	X	X	X	X	1	6 h
	Trampa de campana	X				3	24 h
	Trampa malaise	X				1	24 h
	Captura directa	X	X	X	X	1	1 h

a Regiones y formaciones vegetales (MINAM, 2015): **Región Costa:** Tillandsial y Lomas, Bosque seco ribereño, Bosque seco tipo sabana, Bosque seco de piedemonte, Bosque seco de lomada, Bosque seco de colina baja, Bosque seco de colina alta, Bosque seco de montaña, Manglar y Bosque subhúmedo de montaña. **Región Andina:** Bosque relicto mesoandino, Bosque relicto mesoandino de coníferas, Bosque montano occidental andino, Bosque relicto altoandino, Jalca, Páramo, Pajonal andino y Bofedal, Matorral andino y Cardonal. **Yunga o selva alta:** Bosque de terraza baja basimontano, Bosque de terraza alta basimontano, Bosque inundable de palmeras basimontano, Bosque de palmeras de montaña montano, Bosque de montaña basimontano, Bosque de montaña montano, Bosque de montaña altimontaño, Bosque xérico interandino, Bosque de montaña basimontano con paca, Matorral esclerófilo de montaña montano, Matorral arbustivo altimontano, Sabana xérica interandina. **Tropical o Selva baja:** Bosque inundable de palmeras, Bosque de terraza inundable por agua negra, Bosque de llanura meándrica, Bosque de terraza baja, Bosque de terraza alta, Bosque de terraza baja con castaña, Bosque de colina baja con shiringa, Bosque de terraza alta con castaña, Bosque de colina baja con castaña, Bosque de colina baja, Bosque de colina alta, Vegetación esclerófila de arena blanca, Bosque de colina alta del Divisor, Bosque de montaña, Bosque semideciduo de montaña, Bosque de terraza baja con paca, Bosque de terraza alta con paca, Bosque de colina baja con paca, Bosque de colina alta con paca, Bosque de montaña con paca, Pacal, Herbazal hidrofítico y Sabana hidrofítica de palmeras.

b Para la evaluación de mamíferos menores terrestres, insectos y otros artrópodos en zonas de estudios donde haya la formación vegetal tipo bosque para la región Tropical se realizará evaluación por 48 horas. En el caso de insectos, combinar las trampas de pitfall (cebadas y no cebadas) con las amarillas en un solo transecto.

2.5.4. Referencias bibliográficas

- Agosti, D. y Alonso, L. E. (2003). El Protocolo ALL: un estándar para la colección de hormigas del suelo. En F. Fernández (Ed.). *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 415-418.
- Agosti, D., Majer, J. D., Alonso, L. E. y Schultz, T. R. (2000). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Alonso, L. E. y Agosti, D. (2000). Biodiversity studies, monitoring of ants: an overview. En D. Agosti, J. D. Majer, L. E. Alonso y T. R. Schultz (Eds.). *Ants: Standard methods for*

measuring and monitoring biodiversity. Washington, D. C.: Smithsonian Institution Press. 1-9.

- Batista-da-Silva, J., Moya-Borja, G., Pinto, R. y Maria de Carvalho, M. (2011). Abundance and richness of Calliphoridae (Diptera) of public health importance in the Tinguá Biological Reserve, Nova Iguaçu (RJ), Brazil. *Entomotropica 26* (3), 137-142.
- Bess, E.C., R.R. Parmenter, S. McCoy, y M.C. Molles. 2002. Responses of a riparian forest-floor arthropod community to wildfire in the middle Rio Grande Valley, New Mexico. Environmental Entomology 31: 774-784.
- Basset, Y., Springate, N. D., Aberlenc, H. P. y Delvare, G. (1997). A review of methods for sampling arthropods in tree canopies. En N. E. Stork, J. Adis y R. K. Didham (Eds.), *Canopy Arthropods*. Londres, Inglaterra: Chapman & Hall. 27-52.
- Biological Survey of Canada (1994). *Terrestrial arthropod biodiversity: Planning a study and recommended sampling techniques*. Supplement to the *Bulletin of the Entomological Society of Canada*, 1-33.
- Cardoso, P., Crespo, L. C., Carvalho, R., Rufino, A. C. y Henriques, S. S. (2009). Ad-hoc vs. standardized and optimized arthropod diversity sampling. *Diversity* 1, 36-51.
- Castañeda, L., Arellano, G. y Sanchez, E. (2007). Efecto de una quema controlada en los artrópodos epigeos en la SAIS Túpac Amaru, Junín-Perú. *Ecología Aplicada* 6(1, 2), 47-58.
- Couturier, G. (1992). Conocimiento y manejo de los insectos y plagas de los frutales de la Amazonía. *Folia Amazonica* 4, 29-37.
- De la Gálvez Murillo, E. y Pacheco, L. F. (2009). Abundancia y estructura poblacional de Liolaemus signifer (Liolaemidae-Lacertilia-Reptilia) en zonas con y sin extracción comercial en el Altiplano de Bolivia. Tropical Conservation Science 2(1), 106-115. Revisado el 15 de noviembre de 2024. URL: https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/194008290900200110
- Fernández, F. (2003). *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Fernández, F. y Sharkey, M. J., eds. (2006). *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Bogotá, Colombia: Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia.
- Foottit, R. G. and P. H. Adler (Eds.). 2009. Insect Biodiversity: Science and Society. Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.
- Fisher B., Malsch A., Gadagkar R., Delabie, J., Vasconcelos, H. y Majer, J. (2000). Applying the ALL Protocol: Selected Case Studies. En D. Agosti, J. D. Majer, L. E. Alonso y T. R. Schultz (Eds.). *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Washington,* D. C.: Smithsonian Institution Press. 207-214.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological Methodology* (2.a edición). Menlo Park: Benjamin Cummings.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton: Princeton University Press.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford, UK: Blackwell.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Vol. 1. Zaragoza: M&T-Manuales y Tesis SEA.
- Murillo, E. y Pacheco, L. (2009). Abundancia y estructura poblacional de la lagartija jararank'o Liolaemus signifer (Liolaemidae) en zonas con y sin extracción. Tropical Conservation Science. 2.106-115.
- Palacio, E. y Whal, D. (2006). Familia Ichneumonidae. En Fernández, F. y Sharkey, M. J., eds., *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical* (pp. 293-330).

Bogotá, Colombia: Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia.

- Ramírez, D., Pérez, D., Sánchez, E. y Arellano, G. (2002). Esfuerzo de muestreo para la evaluación de la diversidad colectada en pit-fall en la Reserva Nacional de Lachay-Perú. Ecología Aplicada *1*(1), 37-42.
- Silva, D., Santisteban, J., Valencia, G., Figueroa, L. y Ochoa, J. A. (2011*). Lineamientos básicos para el diseño y levantamiento de información de línea base en artrópodos. Lachay*, Lima: SERNANP-DGANP, Taller para la Elaboración de Lineamientos de Inventarios de Diversidad Biológica en Áreas Naturales Protegidas.
- Townes, H. (1972). A light-weight Malaise trap. *Entomology News 83* (9), 239-247.
- Triplehorn, C.A. y N.F Johnson. 2005. Borror and DeLong's lntroduction to the Study of lnsects. Thomson Brooks/Cole, USA, 864 pp., Seventh Edition.
- Upton, M. S. (1991). *Methods for collecting, preserving and studying insects and allied forms*. Brisbane, Australia: The Australian Entomological Society.
- Villarreal H., Alvarez, M., Cordoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umana, A. M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad*. Bogota, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.

2.6. HIDROBIOLOGÍA CONTINENTAL

2.6.1. Alcance

En el caso de los proyectos cuya área de estudio incluya total o parcialmente cuerpos de agua o ecosistemas acuáticos continentales, como parte de la línea base, se caracteriza el componente "hidrobiología continental"; es decir, las aguas continentales, tanto lóticas como lénticas, que albergan una serie de organismos agrupados en comunidades. Estos organismos desempeñan roles importantes como productores (fitoplancton, algas filamentosas, macrofitas), consumidores primarios, secundarios, terciarios (zooplancton, zoobentos, necton), descomponedores (bacterias, hongos, y algunos organismos del zoobentos).

Se tendrá en cuenta los siguientes conceptos:

- **Ecosistema acuático léntico:** aquel ecosistema en el cual el flujo de agua es reducido o nula (lagos, lagunas, conchas, embalses, bofedales y humedales).
- **Ecosistema acuático lótico:** aquel ecosistema en el cual el flujo de agua constante (ríos, quebradas y arroyos).
- **Fitoplancton:** microalgas que viven flotando en la columna de agua, y cuya capacidad natatoria no logra nunca superar la inercia de las corrientes. Son organismos autótrofos capaces de realizar la fotosíntesis. Su importancia es fundamental, dado que son considerados los productores primarios, por lo cual eslabones principales de la red trófica acuática.
- **Zooplancton:** se refiere al conjunto de organismos heterótrofos que componen el plancton. Entre ellos se pueden encontrar organismos herbívoros, carnívoros y omnívoros.
- **Perifiton:** algas bentónicas que crecen adheridas a materiales sumergidos en el agua –como arena, madera o roca– e incluso sobre otros organismos, formando lo que se conoce como *algas biodermales*. La comunidad está constituida principalmente por productores primarios –organismos vegetales– y, en menor proporción, organismos de heterótrofos. Su importancia radica en su capacidad bioindicadora de la calidad del agua.
- **Macrófitas:** plantas acuáticas con formaciones regularmente estables. Su importancia en el medio acuático radica en ser la fuente de oxígeno, constituir protección para las orillas contra el efecto erosivo de las corrientes, y servir de refugio y alimento para el macrobentos y/o necton.
- **Macroinvertebrados bentónicos (macrobentos):** organismos de tamaños superiores a 0,5 mm de longitud. Se caracterizan por vivir sobre el fondo de los ambientes acuáticos –lagos, ríos, quebradas–, enterrados en el sustrato, o sobre rocas y troncos sumergidos, adheridos a vegetación flotante o enraizada, así como desplazarse libremente sobre la superficie del agua.
- **Necton:** comprende a peces, generalmente ectotérmicos con respiración branquial. Suelen encontrarse recubiertos por escamas, y dotados de aletas, que favorecen su desplazamiento en el agua. Se ubican en los niveles más altos de la cadena trófica en los ecosistemas acuáticos y en muchos casos presentan una importancia socioeconómica por ser fuente de alimento.
- **Algas filamentosas.**

2.6.2. Metodología

2.6.2.1. Revisión de información secundaria

Como primer paso, antes de los trabajos de campo, se tiene que consultar la información disponible del área de estudio, incluida en estudios ambientales y científicos realizados dentro de la misma área y/o áreas cercanas. Además de lo mencionado en la sección 2.0, se consulta estudios específicos sobre algún recurso o condición ambiental del área, tal como la distribución de especies de peces mencionada en Ortega *et al*. (2012), la cartografía y estudios realizados por instituciones científicas, universidades, etcétera.

2.6.2.2. Trabajo de campo

2.6.2.2.1. Planificación del trabajo de campo

Además de seguir lo indicado en la sección 2.0, se identifica la red hidrográfica, así como la ubicación y descripción de los diferentes ecosistemas acuáticos –lénticos y lóticos– existentes en el área de estudio del proyecto. Con el apoyo de la teledetección y referencias bibliográficas, se describe las características hidrográficas más importantes de los ambientes evaluados, tales como cuenca, cauce, caudal y pendiente.

2.6.2.2.2. Ubicación de estaciones de muestreo

Además de lo indicado en la sección 2.0, se realiza lo siguiente para la ubicación de las estaciones de muestreo en campo:

- Identificar, mediante comunicación con los pobladores locales o registros fotográficos, las posibles fuentes de contaminantes –natural, antropogénico, etcétera– existentes en el ámbito de estudio del proyecto para la caracterización del área de estudio.
- Identificar zonas representativas con la mayor presencia de microhábitats disponibles para el desarrollo de organismo acuáticos.
- Considerar estaciones de muestreo ubicados aguas arriba y aguas abajo de los componentes del proyecto –para identificar, por ejemplo, vertimientos de aguas residuales–.
- Adicionalmente, se toma en cuenta la ubicación de las estaciones de muestreo o monitoreo de calidad de agua, con el fin de poder correlacionar la información biológica.

2.6.2.2.3. Unidad de muestreo

La unidad de muestreo (UM) depende de las variables o parámetros que se quieran evaluar, según el organismo acuático y las características del cuerpo de agua o tramo que se esté evaluando. Este es elegido por su representatividad –de hábitats– y accesibilidad.

2.6.2.2.4. Esfuerzo de muestreo

Para la determinación del esfuerzo de muestreo, se tiene en cuenta características del área de estudio –costa, sierra, selva– y el tipo de ecosistema acuático. Asimismo, lo indicado en la tabla 2.6-1, que incluye procedimientos establecidos por el MINAM (2014).

Tabla 2.6-22: Ejemplos de esfuerzo de muestreo sugerido para las diferentes comunidades hidrobiológicas.

Comunidad	Técnica de análisis	Método	Esfuerzo estimado
Fitoplancton	Cuantitativo y cualitativo	Muestras concentradas (filtrado mediante redes de 20 micras)	4 a 5 réplicas (20 a 40 litros)
Zooplancton	Cuantitativo y cualitativo	Muestras concentradas (filtrado mediante redes de 70 micras)	4 a 5 réplicas (80 a 100 litros)
Perifiton* (algas y microorganismos heterótrofos)	Cuantitativo y cualitativo	Raspado en sustratos disponibles	3 a 4 réplicas de (5 x 5) 25 cm^2
Macrofitas**	Cuantitativo y cualitativo	Colecta en transectos con empleo de un cuadrante (25 cm lado)	Transecto de 10 m de largo
Macrobentos***	Cualitativo	Colecta mediante redes (red D-net)	(10 m a lo largo de cada orilla)
	Cualitativo	Colecta mediante redes (red de mano o pantalla)	(6 m aprox.)
	Cuantitativo	Colecta mediante redes (red Surber)	5 réplicas de 30 x 30 cm
	Cuantitativo	Draga	3 a 5 réplicas de área de la draga en m^2 ****
Necton (peces)	Cuantitativo y cualitativo	Colecta mediante redes (redes de arrastre)	Número de lances

* Ahí donde la disponibilidad del agua de los ecosistemas lénticos sea demasiado reducida como para permitir la colecta de fitoplancton y zooplancton, se colectará, a manera de referencia, una muestra compuesta de perifiton conformada por cuatro réplicas, cada una de 5 x 5 cm (25 cm^2 de área).
** Metodología disponible en Kent y Coker (1992) y Gómez *et al*. (2017).
*** En el caso de ambientes de selva, el número de unidades muestrales puede incrementarse dependiendo de los microhábitats que permitan una caracterización representativa de la comunidad.
**** Para la selección de la zona por evaluar, se considerará la profundidad del cuerpo del agua.

2.6.2.2.5. Estacionalidad

Para la evaluación de los organismos acuáticos, se sugiere realizar los muestreos durante los meses correspondientes a las temporadas de mayor y menor precipitación –o humedad–, que corresponden, respectivamente, a las temporadas de mayor y menor caudal.

2.6.2.2.6. Datos de registro y colecta

Además de los indicados en la sección 2.0, se toman en cuenta los siguientes datos de registro y colecta:

Datos generales

- Nombre de la cuenca/subcuenca.
- Tipo de ecosistema (léntico, lótico).
- Nombre del cuerpo de agua.
- Ubicación política: departamento, provincia, distrito, localidad.

Datos específicos del cuerpo de agua

Ecosistemas lóticos

- Ancho promedio del cauce del cuerpo de agua evaluado.
- Ancho promedio del espejo de agua evaluado.
- Profundidad de muestreo promedio.
- Hábitat muestreado (%): caídas, cascadas, rápidos, corridas, pozas, corridas, etcétera.
- Tipo de sustrato y composición porcentual.
- Color aparente del agua.
- Área de muestreo.
- Altura y pendiente promedio de las orillas.
- Tipo de refugios disponibles (%).
- Porcentaje de cobertura de sombra.
- Parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, turbidez).
- Observaciones (evaluación visual del grado de conservación y de las principales actividades antropogénicas que pudieran afectar al cuerpo de agua).
- Características de las orillas (%): vegetación ribereña, tierra erosionable, rocas, etcétera.
- Identificación de las zonas de aprovechamiento de recursos hidrobiológicos.
- Áreas de reproducción y hábitats de interés ecológico para especies migratorias.

Ecosistemas lénticos

- Perímetro y área del cuerpo de agua.
- Profundidad promedio (más frecuente) y en el centro del cuerpo de agua.
- Estudio batimétrico, dependiente del tipo de proyecto.
- Características de las orillas (%): vegetación ribereña, tierra erosionable, rocas, etcétera.
- Color aparente del agua.
- Transparencia (empleo de disco Secchi).
- Altura y pendiente promedio de las orillas.
- Parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y turbidez), en la zona de superficie y fondo.
- Observaciones (evaluación visual del grado de conservación y de las principales actividades antropogénicas que pudieran afectar al cuerpo de agua).

Datos específicos de las muestras colectadas

Para fitoplancton y zooplancton:

- Volumen filtrado.
- Volumen colectado.
- Profundidad de la muestra colectada.
- Sustancias o reactivos de fijación y preservación.
- Condición aparente del agua.

Para macrófitas:

- Área muestreada.
- Número de transectos.
- Sustancias o reactivos de fijación y preservación.
- Condición del área muestreada (tipo de sustrato y hábitat).

Para macrobentos:

- Área muestreada.
- Condición del área muestreada (tipo de sustrato, hábitat).
- Sustancias o reactivos de fijación y preservación.
- Datos del evaluador.

Para necton:

- Tipo de arte de pesca (redes, anzuelos, etcétera.).
- Esfuerzo de pesca: tiempo, número de lances y tiempo de espera.
- Indicación de especie: nativa, naturalizada, exótica e invasora.
- Especies con uso potencial; información proporcionada por pobladores locales e información obtenida de referencias bibliográficas.

2.6.2.2.7. Métodos de muestreo en campo

La evaluación de los organismos acuáticos se realiza un muestreo aleatorio simple, es decir que cada individuo tenga la misma probabilidad de ser capturado. La aplicación del tipo de muestreo considera aspectos de accesibilidad, seguridad y ubicación respecto a los componentes del proyecto. Antes de la evaluación, se considera lo siguiente:

- Para ecosistemas lénticos, considerar la evaluación cualitativa y cuantitativa de plancton (fitoplancton y zooplancton), macrobentos, perifiton, macrófitas y necton.
- Para ecosistemas lóticos, considerar la evaluación cualitativa y cuantitativa de perifiton, macrobentos, peces y macrófitas. Esto último en caso de que la presencia de la comunidad sea representativa o que se cuente con información referencial para el área de estudio.
- La medición de parámetros fisicoquímicos y plancton será realizada previamente a la evaluación de las otras comunidades, a fin de evitar la remoción del sustrato.
- Las muestras colectadas son identificadas por especialistas de cada comunidad biológica. Los especialistas pertenecerán a laboratorios de instituciones especializadas o laboratorios de instituciones acreditadas.
- Es preciso identificar las especies nativas y/o exóticas para el consumo humano, su importancia económica y los bioindicadores de ecosistemas acuáticos. Además, se indica aquellas especies acuáticas claves para futuros estudios de índole ambiental.
- Cuando el proyecto prevea verter aguas residuales que contengan metales pesados hacia un cuerpo de agua y, además, en el área de estudio se presente consumo humano o aprovechamiento comercial de peces u otras especies hidrobiológicas, se realiza un estudio de caracterización del contenido estomacal y contenido de metales

–principalmente arsénico, cadmio, cromo, cobre, magnesio, plomo y zinc– en el tejido muscular de las principales especies de peces. Asimismo, se realiza una comparación referencial de las concentraciones con los estándares nacionales o, en su defecto, internacionales disponibles para las especies evaluadas, tales como Canadian Food Inspection Agency (2014) y Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (2013).

Las evaluaciones de las comunidades acuáticas se realizan de acuerdo con los procedimientos establecidos en las tablas 2.6-2 y 2.6-3.

2.6.2.2.8. Control de calidad del muestreo/monitoreo

Dependiendo de la taxa evaluada –como plancton, perifiton y macrobentos–, así como de las características del área de estudio, puede realizarse la curva de acumulación de especies, con el objetivo de verificar si el esfuerzo de muestreo empleado ha sido el suficiente para conseguir un inventario fiable de la riqueza del área.

2.6.2.2.9. Colecta de muestras y determinación taxonómica

Las muestras una vez analizadas y clasificadas, son depositadas en colecciones científicas de instituciones nacionales reconocidas, tales como museos de universidades o entidades de investigación.

En caso de que se cuente con data histórica, se realiza una actualización taxonómica de los organismos registrados. Pueden emplearse para ello guías electrónicas para el fitoplancton y perifiton como Algaebase (www.algaebase.org).

Tabla 2.6-23: Métodos de evaluación para las comunidades hidrobiológicas en los ecosistemas acuáticos continentales

Comunidad	Técnica de análisis	Método	Tipo de medición	Ubicación geográfica	Tipo de ecosistema acuático	Principales datos medidos en el campo	Referencias
Plancton (fitoplancton y zooplancton)	Cuantitativo y cualitativo	Muestras concentradas (filtrado mediante redes de 20 micras) y el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (en sus diversas ediciones).	Volumen	Costa, sierra y selva.	Laguna, cocha y humedales	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014
Fitoplancton*	Cuantitativo y cualitativo	Filtrado en superficie de un volumen de agua determinado (100 L aproximadamente).	Volumen	Costa, sierra y selva.	Rio, quebrada, laguna, cocha y humedales	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014

Comunidad	Técnica de análisis	Método	Tipo de medición	Ubicación geográfica	Tipo de ecosistema acuático	Principales datos medidos en el campo	Referencias
		Empleo de red estándar de 20 micras.					
Zooplancton	Cuantitativo y cualitativo	Filtrado en superficie de un volumen de agua determinado (100 L aproximadamente). Empleo de red estándar de 70 micras.	Volumen	Costa, sierra y selva.	Rio y quebrada	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014
	Cuantitativo y cualitativo	Filtrado en toda la columna de agua, desde el fondo del cuerpo de agua hasta la superficie. Empleo de red estándar de 70 micras.	Volumen	Empleo de red estándar de 70 micras	Laguna, cocha y humedales	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014
Perifiton** (algal y microorganismos heterótrofos)	Cuantitativo y cualitativo	Raspado en sustratos disponibles.	Área	Costa, sierra y selva.	Rio, quebrada	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014
Macrofitas	Cualitativo	Colecta en transectos, con empleo de un cuadrante de 0,25 cm de lado.	Cobertura	Costa, sierra y selva.	Rio, quebrada	Cobertura	Kent y Coker, 1992; Gomez *et al.*,2017
Macrobentos	Cualitativo	Colecta mediante redes (red D-net).	Área	Costa, sierra y selva.	Rio, quebrada, laguna, cocha y humedales	Riqueza	MINAM, 2014
	Cualitativo	Colecta mediante redes (red de mano o pantalla).	Área	Costa, sierra y selva.	Rio, quebrada, laguna, cocha y humedales	Riqueza	MINAM, 2014
	Cualitativo	Colecta mediante redes (red Surber).	Área	Costa, sierra y selva.	Rio, quebrada	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014
	Cualitativo	Draga.	Área	Costa, sierra y selva.	Laguna, cocha y humedales	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014
Necton (peces)	Cuantitativo y cualitativo	Colecta mediante red de espera	Área***	Costa, sierra y selva.	Rio, quebrada	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014

Comunidad	Técnica de análisis	Método	Tipo de medición	Ubicación geográfica	Tipo de ecosistema acuático	Principales datos medidos en el campo	Referencias
	Cuantitativo y cualitativo	Colecta mediante red de espera.	Área***	Costa, sierra y selva.	Remanso de los ríos, laguna, lago y embalse	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014
	Cuantitativo y cualitativo	Colecta mediante redes (red Cal-cal).	Área***	Costa, sierra y selva.	Rio, quebrada	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014
	Cuantitativo y cualitativo	Colecta mediante redes (atarraya).	Área***	Costa, sierra y selva.	Rio, quebrada laguna, lago y embalse	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014
	Cuantitativo y cualitativo	Pesca eléctrica.	Área***	Costa, sierra y selva.	Rio y quebrada altoandinos	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014

* Evaluación de fitoplancton en ecosistemas lóticos, evaluados con mayor frecuencia en ambientes de selva baja.
** En los casos en los que la disponibilidad del agua de los ecosistemas lénticos sea reducida para permitir la colecta de fitoplancton y zooplancton, se colectará una muestra compuesta de perifiton conformada por tres réplicas, cada una de 5 x 5 cm (25 cm^2 de área).
*** Para las evaluaciones de campo para peces (longitud mínima del tramo de muestreo), se considera el ancho de río (siguiente tabla: 2.6-3).

Tabla 2.6-24: Longitud mínima recomendada para el tramo del cuerpo de agua evaluado, durante el muestreo de peces

Ancho de río	Longitud mínima de muestreo	Ancho mínimo de muestreo	Abundancia
< 5 m	20 metros	Completa	Absoluta
5 a 15 m	50 metros	Completa	Absoluta
> 15 m	> 50 metros	Margen fluvial	Relativa

Fuente: MINAM, 2014

La determinación de especímenes y la nomenclatura es contrastada con la versión más actual de bases mundiales referenciales, como las descritas en la tabla 2.6-4.

2.6.2.3. Evaluación y análisis de resultados

En la tabla 2.6-5 se presenta un resumen de posibles variables para el análisis de las comunidades acuáticas que se pueden determinar a partir de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas realizadas en campo por cuenca/subcuenca y considerando estacionalidad. Se

recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo al contexto del proyecto y los ecosistemas presentes en el área de estudio.

Tabla 2.6-25: Referencias bibliográficas y bases de datos referenciales para determinar la identificación taxonómica de las comunidades acuáticas

Comunidad acuática	Referencias bibliográficas
Plancton y perifiton	▪ Bellinger y Sigee, 2010 ▪ Bicudo y Somus, 1982 ▪ Bicudo y Menezes, 2006 ▪ Bourrelly, 1981 ▪ Camburn y Charles, 2000 ▪ Dumont y Negrea, 2002 ▪ Dussart y Defaye,1995 ▪ Fott, B., 1972 ▪ Geitler, L., 1932 ▪ Guiry y Guiry, 2017 ▪ Hegewald y Silva, 1988 ▪ Krammer y Lange-Bertalot, 1997 ▪ Krammer y Lange-Bertalot, 2000 ▪ Krammer y Lange-Bertalot, 2004 ▪ Krammer y Lange-Bertalot, 2008 ▪ Komárek y Anagnostidis, 1989 ▪ Komárek y Anagnostidis, 1999 ▪ Komárek y Anagnostidis, 2005 ▪ Metzeltin, Lange-Bertalot y Garcia-Rodrígues, 2005 ▪ Morales y Vis, 2007 ▪ Ortega, Samanez, Castro, Hidalgo y Salcedo, 1998 ▪ Ortega, Chocano, Palma y Samanez, 2010 ▪ Paggi, 1998 ▪ Prescott, 1975 ▪ Ramanathan, 1964 ▪ Reid, 1995 ▪ Reynolds, 2006 ▪ Ruttner-Kolisko, 1974 ▪ Samanez, 1979 ▪ Samanez y López, 2014 ▪ Segers, 1995

Comunidad acuática	Referencias bibliográficas
	▪ Tell y García, 1986
Macrofitas	▪ Garcia, Fernandez y Cirujano, 2009
Macrobentos	▪ Dominguez y Fernandez, 2009 ▪ Heckman, 2001 ▪ Manzo, 2005 ▪ Roldan, 1988 ▪ Roldan, 1996 ▪ Roldan, 2003
Necton	▪ Gery, 1977 ▪ Ferraris, 2007 ▪ Ortega *et al.*, 2012 ▪ Reis, Kullander y Ferraris, 2003

Tabla 2.6-26: Variables de análisis para la línea base de hidrobiología continental

Organismo	Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Hábitat fluvial	Calidad del hábitat	▪ IHF	▪ La calidad del hábitat de los ríos altoandinos en relación con la heterogeneidad de hábitats y la diversidad de componentes biológicos.	Pardo *et al.*, 2002	PMB: Comparación con valores registrados en evaluaciones previas.
Fitoplancton / zooplancton	Abundancia	▪ Densidad ▪ Riqueza ▪ Abundancia relativa (%)	▪ Número estimado de células/organismos por volumen muestreado. ▪ El número de especies. ▪ La composición (%) de los principales grupos taxonómicos.	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Köhl *et al.*, 2006.	PMB: Comparación de valores de densidad, riqueza, diversidad y abundancia relativa durante el monitoreo.
Perifiton	Abundancia	▪ Densidad ▪ Riqueza ▪ Abundancia relativa (%)	▪ Número estimado de células/organismos por área muestreada cm^2). ▪ El número de	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Köhl *et al.*, 2006.	PMB: Comparación de valores de densidad, riqueza, diversidad y abundancia relativa durante el monitoreo.

Organismo	Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
			especies. ▪ La composición (%) de los principales grupos taxonómicos		
Macrobentos	Abundancia	▪ Densidad ▪ Riqueza ▪ Abundancia relativa (%)	▪ Número estimado de individuos / 1 m^2. ▪ El número de especies. ▪ La composición (%) de los principales grupos taxonómicos.	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Köhl *et al*., 2006.	PMB: Comparación de valores de densidad, riqueza, diversidad y abundancia relativa durante el monitoreo.
	Índices bióticos	▪ EPT ▪ ABI ▪ BMWP*	▪ El estado ecológico	Acosta *et al*. 2009; Ríos-Touma *et al*., 2014; Alba-Tercedor, 1996; Carrera y Fierro, 2001.	EI: Cambios en el índice biótico (EPT) en respuesta al desarrollo de un proyecto. PMB: Comparación en los valores de densidad, riqueza, diversidad, abundancia relativa e índices bióticos (EPT, BMWP, ABI) durante el monitoreo.
Peces	Abundancia	▪ Densidad ▪ Riqueza	▪ El número estimado de células/organismos por volumen muestreado. ▪ El número de especies. ▪ La composición (%) de los principales grupos taxonómicos.	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Köhl *et al*., 2006.	PMB: Comparación de valores de riqueza y abundancia durante el monitoreo.
	Abundancia relativa	CPUE	El número de individuos capturados realizando determinado esfuerzo (área de red, tiempo de espera, número de personas).	Gulland, 1964.	EI: Cambios en el CPUE en respuesta al desarrollo de un proyecto. PMB: Comparación de valores de densidad durante el monitoreo.
	Metales en tejido	Concentración de metales	La concentración de metales en los tejidos de los peces (comparada con guías de referencia).	Canadian Food Inspection Agency CFIA), 2014 Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria ANVISA), 2013.	PMB: Comparación de valores de densidad durante el monitoreo.

Organismo	Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
	Especies nativas, naturalizadas, exóticas, invasoras	Abundancia total Inventario georreferenciado	La información georreferenciada de especies	Ortega *et al*., 2012	PMB: Comparación de presencia y abundancia durante el monitoreo.
Integridad biótica	IBI**	▪ Riqueza o diversidad de especies. Los criterios que se consideran son: número de especies characiformes, siluriformes, gymnotiformes. ▪ Composición trófica de las especies. Los tres criterios que se consideran son: omnivoros, detritivoros y carnivoros. ▪ Abundancia y condición de los peces. Los tres criterios que se consideran son: número de individuos, individuos saludables, individuos no lesionados.	El grado en el que el hábitat mantiene una comunidad equilibrada, integrada y adaptada. El estado de conservación del ambiente acuático.	Ortega *et al.*, 2007, 2010.	PMB: Caracterización durante las evaluaciones.

Abreviaciones:
ABI: Andean Biotic Index
BMWP: Biological Monitoring Working Party
CPUE: Captura por unidad de esfuerzo
EPT: Porcentaje de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera
IBI: Index of Biological Integrity
IHF: Índice de Hábitat Fluvial
EI: Evaluación de impactos ambientales
PMB: Programa de Monitoreo Ambiental Biodiversidad

* Este índice presenta adaptaciones en los valores de sensibilidad de familias de macrobentos para las regiones de Colombia: BMWP/Col (Roldán, 2003) y Chile: ChBMWP (Figueroa, 2004), en relación con la ubicación del proyecto se selecciona la referencia adecuada.

** Aplicable en ambientes de selva.

2.6.3. Representación espacial

Los mapas hidrobiológicos incluirán lo siguiente:

- Red hidrográfica.

- Delimitación distrital, provincial y regional.
- Principales componentes del proyecto, incluyendo referencialmente los puntos de captación y vertimiento de agua.
- Estaciones de muestreo de organismos acuáticos continentales.
- Representación de las áreas donde se registran usos del recurso hídrico poblacional primarios, recreativos, acuícolas, pesqueros, agrícolas, ganaderos e industriales.

BOX 5. RECOMENDACIÓN PARA AGUAS CONTINENTALES

Tabla 2.6-27: Esfuerzo sugerido de muestreo y método de colecta para nutrias, tortugas dulceacuícolas, caimanes y aves semiacuáticas

Región natural	Horario	Búsquedas por Encuentros Visuales (VES)		
		Cantidad por estación	Distancia entre los VES	Duración
Selva	Diurno	5	50 m	30 min.
	Nocturno*			

* Aplicar recorridos nocturnos, adicional a los diurnos, para la evaluación de caimanes.

2.6.4. Referencias bibliográficas

- Acosta, R., Ríos-Touma, B., Rieradevall, M. y Prat, N. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos Andinos (CERA) y su aplicación en dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica* 28 (1), 35-64.
- Alba-Tercedor, J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *IV Simposio del Agua en Andalucía, Almeria II*. Society for Industrial and Applied Mathematics. 203-213.
- Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA) (2013). *Resolución directoral colegiada N.° 42. Reglamentos técnicos MERCOSUR sobre los límites máximos de contaminantes inorgánicos en alimentos*. URL: www.anvisa.org.br.
- Bellinger, E. y Sigee, D. (2010). *Freshwater Algae: identification, enumeration and use as bioindicator*. Chichester, UK: Wiley-Blackwell.
- Bicudo, C. y Somus, L. (1982). Desmidioflórula Paulista II: Género Micrasterias C. Agardh ex Ralfs. *Biblioteca Phycologica* 57, 1-230, figs. 1-136.
- Bicudo, C. E. y Menezes, N. (2006). *Géneros de algas de aguas continentales do Brasil. Chave para identificação e descrições*. São Paulo, Brasil: RIMA.
- Bourrelly, P. (1981). *Les algues d'eau douce. Les algues jaunes et brune II*. París, Francia: Boubée.
- Camburn, D. y Charles, F., eds. (2000). *Diatoms of Low Alkalinity Lakes in the Northeastern United States*. Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 18. 1-152. Philadelphia. New York.
- Carrera, C. y Fierro, K. (2001). *Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Quito, Ecuador: Ecoeficiencia.

- Canadian Food Inspection Agency (CFIA) (2014). *Canadian guidelines for chemical contaminants and toxins in fish and fish products. Fish, Seafood and Production Division*. URL: www.inspection.gc.ca.
- Domínguez, E. y Fernández, H. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*. Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.
- Dumont N. (2002). *Introduction to the class Branchiopoda*. Leiden: Backhuys.
- Dussart B. H. y Defaye, D. (1995). Copepoda. *Introduction to the Copepoda, vol 7*. The Hague: SPB Academic Publishing, 1-276.
- Ferraris, C. J. (2007). Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes: Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types. *Zootaxa* 1418, 1- 300.
- Figueroa, R. (2004). *Calidad ambiental de la cuenca hidrógrafica del rio Chillan. VIII Región. Chile.* [Tesis Doctoral. Universidad de Malaga].
- Fott, B. (1972). Taxonomische Übertragungen und Namensänderungen unter den Algen. V. Tetrasporales. *Preslia* 44, 193-207.
- García, P., Fernández, R., Cirujano, S. (2009). *Habitantes del agua. Macrófitos*. Andalucía, España: Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente.
- Geitler, L. (1932). Cyanophyceae. En R. Kolkwitz (Ed.), *Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz* (pp. 1-1196). Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft.
- Géry, J. (1977). *Characoids of the world*. Neptune City: T. F. H. Publications.
- Gómez, A., Valderrama, L., Rivera, C. (2017). Comunidades de macrófitas en ríos altoandinos: composición y relación con factores ambientales. *Acta Biol. Colomb*. *22* (1), 45-58.
- Granados, D., Hernández, M. A., López, G. F. (2006). Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y de Ambiente 12*(1), 55-69.
- Guiry, M. D. y Guiry, G. M. (2024). *AlgaeBase.* National University of Galway. Revisado el 15 de noviembre de 2024. URL: https//www.algaebase.org
- Gulland, J. A. (1964). *Fish. Tech. Paper Manual of methods for fish stock assessment*. *Part I: Fish poputation analysis*. FAO. rev. 1. 40.
- Heckman, C. (2001). *Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Collembola. Illustrated Keys to Known Families, Genera, and Species in South America*. S. l.: Springer.
- Hegewald, E. y Silva, P. C. (1988). Annotated catalogue of Scenedesmus and nomenclaturally related genera, including original descriptions and figures. *Bibliotheca Phycol*. 80, Berlín.
- Köhl, M., Magnussen, S. S. y Marchetti, M. (2006). *Sampling methods, remote sensing and GIS multiresource forest inventory*. Springer Science & Business Media. New York.
- Kent, M. y Coker, P. (1992) Vegetation Description and Analysis: *A Practical Approach*. Universidad de Michigan, Wiley Blackwell. USA Hoboken.
- Komárek, J. y Anagnostidis, K. (1989). Modern approach to the classification system of cyanophytes 4-Nostocales. *Arch. Hydrobiol. Suppl*. *82* (3), 247-345.
- Komárek, J. y Anagnostidis, K. (1999). Cyanoprokaryota 1. Teil/1st Part: Chroococcales. En B. Büdel *et al*. (Eds.), *SüBwasserflora von Mitteleuropa. Volume 19/1*. Jena. Federation of European Microbiological cocieties FEMS. 377-385
- Komárek J. y Anagnostidis, K. (2005). Cyanoprokaryota 2. Teil/2nd Part: Oscillatoriales. En B. Büdel *et al*. (Eds.), *SüBwasserflora von Mitteleuropa. Volume 19/2*. Springer. Jena.
- Krammer, K. (1997). *Die Cymbelloiden Diatomeen. Eine monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 2, Encyonema part., Encyonopsis and Cymbellopsis. J. Crammer*. Berlin: Stuttgart.

- Krammer, K. (2000). The genus Pinnularia. En H. Lange-Bertalot (Ed.), *Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Volume 1*. ARG Gantner Verlag K. G.
- Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. (2000). Bacillariophyceae. En *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2: Teil 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*.
- Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. (2004). Bacillariophyceae. En *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2: Teil 4. Achnanthaceae, Navicula s. Str., Gomphonema*.
- Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. (2008). Bacillariophyceae. En *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2: Teil 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological methodology*. Segunda edición. Menlo Park: Benjamin Cummings.
- Manzo, V. (2005). Key to the South America genera of Elmidae (Insecta: Coleoptera) with distributional data. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 40, 201-208.
- Merrit R., K. Cummins y M. Berg (2008). *An Introduction to the aquatic insects of North America* (4.a edición). Dubuque, IO: Kendall Hunt Publishing Company.
- Metzeltin, D., Lange-Bertalot, H. y Garcia-Rodrígues, F. (2005). *Diatoms of Uruguay. Iconografia* Diatomologica. Stuttgart. H. Lange-Bertalot.
- Montaño, C., Cárdenas, N. y Herrera, Y. (2013). Caracterización de la comunidad macrófitas acuáticas en lagunas del páramo de la Rusia (Boyacá-Colombia). *Revista Ciencia en Desarrollo 4* (2), 73-82.
- Morales, E. A. y Vis, M. (2007). Epilithic diatoms (Bacillariophyceae) from cloud forest and alpine streams in Bolivia, South America. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 126*, 123-155.
- Ortega, H., Samanez, I., Castro, E., Hidalgo, M. y Salcedo, N. (1998). Protocolos sugeridos para la evaluación y monitoreo de sistemas acuáticos del Bajo Urubamba, Perú. *Biodiversity Assessment & Monitoring*, Smithsonian Institution/MAB Series 2, 278-280.
- Ortega, H., Hidalgo, M., Salcedo, N., Castro, E. y Riofrío C. (2001). Diversity and conservation of fish of the Lower Urubamba Region, Peru. En A. Alonso, F. Dallmeier y P. Campbell (Eds.), *Urubamba: Biodiversity of a Peruvian Rainforest* (pp. 143-150). SI/MAB Series #7. Washington, D. C.: Smithsonian Institution.
- Ortega, H., Rengifo, B., Samanez, I. y Palma, C. (2007). Diversidad y el estado de conservación de cuerpos de agua amazónicos en el nororiente del Perú. *Revista Peruana de Biología 13*(3), 185-194.
- Ortega, H., Chocano, L., Palma, C. y Samanez, I. (2010). Biota acuática en la Amazonía peruana: diversidad y usos como indicadores ambientales en el Bajo Urubamba (Cusco-Ucayali). *Revista Peruana de Biología 17*(1), 29-35.
- Ortega, H., Hidalgo, M., Giannina, T., Correa, E., Cortijo, A. M., Meza V. y Espino J. (2012). *Lista anotada de los peces de aguas continentales del Perú: estado actual del conocimiento, distribución, usos y aspectos de conservación*. Ministerio del Ambiente y Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Paggi, J. C. (1998). Cladocera (Anomopoda y Ctenopoda). En S. Coscarón y J. J. Morrone (Eds.), *Biodiversidad de artrópodos argentinos*. La Plata: Ediciones Sur. 507 – 518.
- Pardo, I., Álvarez, M., Casas, J., Moreno, J. L., Vivas, S., Bonada, N., Alba-Tercedor, J., Jaimez-Cuellar, P., Moya, G., Prat, N., Robles, S., Suarez, M. L., Toro, M. y Vidal-Abarca, M. R. (2002). El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica* 21(2), 115-133.
- Prescott, G. W. (1975). *Algae of the Western Great Lakes Area* (edición revisada). Iowa: Brown Company.
- Ramanathan, K. R. (1964). *Ulotrichales. Indian Council of Agricultural Research*. Monographs on Algae. New Delhi.

- Reid, J. (1995). Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Boletim Zoologia Universidade São Paulo* 9, 17-143.
- Reis, R. E., Kullander, S. O. y Ferraris, C. J. (2003). *Checklist of the freshwater fishes of South and Central America*. Portro Alegre: EDIPUCRS.
- Reynolds, C. (2006). *Ecology of phytoplankton (Ecology, Biodiversity and Conservation)*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Ríos-Touma, B., Acosta, C. y Prat, N. (2014). The Andean Biotic Index (ABI): revised tolerance to pollution values for macroinvertebrates families and index performance evaluation. *Revista de Biología Tropical 62*, 249-273.
- Roldán, G. (1988). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*. Bogotá, Colombia: Impreades Presencia. 216 p.
- Roldán, G. (1996). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Roldán. G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: uso del método BMWP. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Ruttner-Kolisko, A. (1974). Plankton Rotifers. Biology and Taxonomy. *En Die Binnengewässer*. Schweizerbarth. Stuttgart, Alemania.
- Samanez, I. (1979). Algas continentales del Perú II: Pucallpa y alrededores. *Boletín de Botánica Museo de Historia Natural*, Serie B (10), 1-54.
- Samanez, I. y López, D. (2014). Geographical distribution of Boeckella and Neobockella (Calanoida: Centropagidae) in Perú. *Revista Peruana de Biología 21* (3), 223-228.
- Samanez, I., Rimarachín, V., Palma, C., Arana, J., Ortega, H., Correa, V., y Hidalgo, M. (2014). *Métodos de Colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Ministerio del Ambiente y Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Schwoerbel, J. (1970). *Methods of Hydrobiology* (Freshwater biology). Londres: Pergamon Press.
- Segers, H. (1995). Rotífera. Volume 2: The Lecanidae (Monogonta). En H. J. F. Dumont (Ed.). *Guides to the identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*. The Hague: SPB Academic Publishing.
- Tell, G. y García, V. (1986). *Euglenophyta pigmentadas de la Argentina*. Buenos Aires, Argentina: J. Cramer.

2.7. ECOSISTEMA MARINO

2.7.1. Alcance

En el caso de los proyectos cuya área de estudio incluya parcial o totalmente el ecosistema marino, como parte de la línea base se caracteriza el componente "organismos acuáticos", es decir, las comunidades acuáticas representadas por los productores primarios (fitoplancton, pastos marinos y macroalgas) y secundarios (zooplancton y macroinvertebrados bentónicos), así como las comunidades de vertebrados (peces, tortugas y mamíferos marinos). Se tiene en cuenta los siguientes conceptos:

- **Pastos marinos:** son plantas (angiospermas) acuáticas confinadas a ambientes marinos o estuarios someros por debajo de la superficie del agua. Presentan flores, hojas, rizoma –un tronco bajo la tierra, por lo general orientado de manera horizontal– y un sistema de raíces.
- **Macroalgas:** se refiere al grupo de plantas talofitas, unicelulares o pluricelulares, que viven en la columna de agua, adheridas por un rizoide a un sustrato duro. Como pigmento principal presentan a la clorofila, en ocasiones acompañada por otros pigmentos de colores variados que la enmascaran. El talo de las algas pluricelulares tiene forma de filamento, de cinta o de lámina y puede ser ramificado.
- **Fitoplancton:** microalgas que viven flotando en la columna de agua, y cuya capacidad natatoria no logra superar nunca la inercia de las mareas, las olas o las corrientes. Son organismos autótrofos capaces de realizar fotosíntesis. Su importancia es fundamental, dado que son considerados los productores primarios más importantes del océano.
- **Zooplancton:** conjunto de organismos heterótrofos que componen el plancton. Entre ellos se pueden encontrar organismos herbívoros, carnívoros y omnívoros.
- **Macroinvertebrados bentónicos (macrobentos):** animales invertebrados que viven sobre, enterrados en o por debajo de la superficie del agua, en un sustrato duro o blando. Como representantes se tiene a los crustáceos, los moluscos y los anélidos.
- **Peces:** animales vertebrados acuáticos, generalmente ectotérmicos –regulan su temperatura a partir del medioambiente– y con respiración branquial. Suelen encontrarse recubiertos por escamas y dotados de aletas, que favorecen su desplazamiento en el agua.
- **Tortugas marinas:** animales que forman parte de los quelonioideos (clasificación científica: familia Chelonioidea); son de sangre fría y habitan en todos los océanos. Son exclusivamente marinas, sola salen a tierra para anidar.
- **Mamíferos marinos:** vertebrados que poseen mamas y se han adaptado a la vida en el mar o dependen de este para su alimentación.

2.7.2. Metodología

2.7.2.1. Revisión de información secundaria

Como primer paso, antes de los trabajos de campo se consulta la información previa disponible del área de estudio, tales como estudios ambientales y científicos realizados dentro de la misma área o en áreas cercanas. Además de lo mencionado en la sección 2.0, se consulta estudios específicos sobre algún recurso o condición ambiental del área y la cartografía –cartas náuticas, mapas, estudios batimétricos– obtenidos de instituciones científicas, universidades, entre otros.

2.7.2.2. Trabajo de campo

2.7.2.2.1. Planificación del trabajo de campo

Se sigue lo indicado en la sección 2.0. Los especialistas analizan las imágenes satelitales disponibles, las fotografías aéreas, la cartografía y los mapas batimétricos de la zona, para definir de manera preliminar la ubicación y distribución de las potenciales estaciones de muestreo.

2.7.2.2.2. Ubicación de estaciones de muestreo

La definición de dónde se ubicarán finalmente las estaciones de muestreo se realiza en campo. Es preciso tomar en consideración diversos aspectos limitantes, como la profundidad (evaluación estratigráfica), la distancia a la costa, la influencia de la descarga ribereña, el tipo de sustrato, la temporada del año y el diseño del estudio. Adicionalmente, se tiene en cuenta la ubicación de las estaciones de muestreo de calidad de agua, con el fin de poder correlacionar la información biológica con la abiótica.

La ubicación de las estaciones de muestreo varía para cada subcomponente, de acuerdo con el nivel trófico que ocupan: vegetación marina (pastos y macroalgas), plancton (microorganismos de la columna de agua), bentos, mamíferos marinos, reptiles marinos y peces, presenta criterios de distribución horizontal y vertical (distribución batimétrica[17]), el nivel ecorregional y el desplazamiento de las corrientes oceánicas, tomando como base el área de estudio.

2.7.2.2.3. Unidades de muestreo

La unidad de muestreo (UM) depende de las variables o parámetros que se quieran evaluar. El número de estaciones de muestreo depende de las características del área, la cercanía a la costa, la profundidad, el tipo de sustrato, las dimensiones del área, el tipo de proyecto y el tipo de estudio. En el informe se explica y justifica el número finalmente elegido.

2.7.2.2.4. Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo depende del organismo acuático para evaluar, para lo cual se aplica una metodología estandarizada planteada mediante referencias bibliográficas o instrumentos ambientales aprobados en zonas similares al área de estudio. Se sigue las recomendaciones incluidas en la sección 2.0.

2.7.2.2.5. Estacionalidad

Si bien dependerá de las características climáticas del área de estudio y del tipo de proyecto, se recomienda que los organismos acuáticos sean evaluados en dos temporadas al año. Esto se debe al efecto del aporte de sedimentos arrastrados por los ríos, que varían en función de la temporada húmeda o seca, así como del efecto de la gradiente de temperatura del agua de mar –específicamente, de la temperatura superficial del mar– durante los meses más cálidos y fríos.

[17] Profundidad

2.7.2.2.6. Datos de registro y colecta

Los siguientes datos de registro y colecta se suman a los indicados en la sección 2.0, según corresponda:

Para todos los grupos:

- Hora de evaluación (inicial y final) y del registro.
- Anotaciones adicionales: por ejemplos, registro de embarcaciones cercanas, tipo de pesca, condición aparente del agua (presencia de marea roja), entre otros.

Para macroalgas/pastos marinos:

- Tipo de ambiente evaluado (intermareal, submareal).
- Área de muestreo.
- Tipo y composición del sustrato.
- Profundidad del muestreo.
- Cobertura en porcentaje.
- Biomasa de especies por metro cuadrado.
- Composición de la comunidad de macroalgas / pastos marinos.

Para el fitoplancton:

- Tipo de muestra (superficie, fondo).
- Sustancias o reactivos de fijación y preservación.
- Volumen filtrado.
- Volumen colectado.
- Densidad de fitoplancton.
- Composición de la comunidad fitoplanctónica.
- Descripción de posibles especies indicadoras de condiciones ambientales.

Para el zooplancton:

- Sustancias o reactivos de fijación y preservación.
- Tipo de muestreo (en columna, en la superficie arrastrada).
- Volumen de agua filtrada.
- Volumen de muestra colectada.
- Densidad de organismos de zooplancton.
- Composición de la comunidad zooplanctónica.
- Composición del ictioplancton.
- Descripción de posibles especies indicadoras de condiciones ambientales.

Para el macrobentos:

- Sustancias o reactivos de fijación y preservación.
- Tipo de ambiente evaluado.
- Área de muestreo.
- Profundidad del muestreo.
- Tipo y composición del sustrato.
- Densidad de organismos por metro cuadrado.
- Composición de la comunidad de macrobentos.
- Descripción de posibles especies indicadoras de condiciones ambientales.

Para los peces:

- Tipo de arte de pesca (redes, anzuelos, etcétera).
- Esfuerzo de pesca (tiempo, área de la red, número de pescadores, número de cala).

- Sustancias o reactivos de fijación y preservación.
- Número de individuos registrados.
- Registro de longitud total (LT), longitud estándar (LS) y peso.
- Talla mínima de captura según lo establecido en la lista actualizada por PRODUCE (2019) y literatura especializada.

Para los mamíferos marinos:

- Número de milla náutica.
- Número de individuos registrados.
- Composición etaria (adultos y crías).
- Rutas migratorias en función a la estacionalidad.
- Estatus de protección según listado internacional (UICN).
- En el caso específico de especies gregarias como los lobos marinos, se considera adicionalmente: estructura poblacional (crías, añeros, juveniles, hembras, machos adultos y machos subadultos) y época reproductiva (dependiendo de la especie).

Para las tortugas marinas:

- Número de milla náutica.
- Número de individuos registrados.

2.7.2.2.7. Métodos de muestreo en campo

La evaluación incluye métodos cualitativos y cuantitativos.

Los métodos cualitativos –a manera de ejemplo, para el caso del fitoplancton– consisten en realizar arrastres verticales a lo largo de la columna de agua. Dichos resultados son expresados numéricamente según la escala de abundancia relativa propuesta por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE): (0) ausencia, (1) presencia, (2) poco abundante, (3) abundante y (4) muy abundante.

En cuanto a los métodos cuantitativos, en la tabla 2.7-1 se presenta un resumen de métodos recomendados en campo.

Tabla 2.7-28: Métodos recomendados para la evaluación cuantitativa según organismo acuático[18]

Organismo acuático	Método de acuerdo con unidad de muestreo	Tipo de sustrato	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos)	Metodología de transectos lineales, empleo de cuadrante metálico de 25 cm de lado.	Sustrato duro	Cobertura, riqueza, biomasa	Sánchez *et al*., 1989; IMARPE, 2017.
	Metodología de transectos lineales. Buceo semiautónomo y empleo de cuadrado metálico de 0,25 / 1 m^2 de área	Sustrato duro / sustrato blando (pastos marinos)	Cobertura, riqueza, biomasa	Vasquez y Vega, 2001; Martinez *et al*., 2005; Espinoza *et al.,* 2009; Lopez *et al.*, 2014

[18] Para estudios específicos como evaluaciones de bosques de *Kelps* o medusas, se considera bibliografía especialidad, con una metodología debidamente justificada acorde a las condiciones del área de estudio.

Organismo acuático	Método de acuerdo con unidad de muestreo	Tipo de sustrato	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Fitoplancton	Colecta con botella Niskin (volumen de agua: 500 ml).	Columna de agua	Volumen colectado, apariencia del agua	Sánchez *et al.*, 1988; APHA, AWWA, WEF, 2011; IMARPE, 2010a; Reguera *et al.*, 2011
Zooplancton e ictioplancton	Red tipo bongo con arrastre oblicuo / lances con una red colectora tipo mini-Hensen de 300 micras de ojo de malla	Columna de agua	Volumen colectado, apariencia del agua	Ayon *et al.*, 2008; IMARPE, 2008.
Bentos	Metodología de transectos lineales. Colecta con tubo cilíndrico Core de 18,5 cm de diámetro.	Sustrato blando / intermareal	Cobertura, área de muestreo	Penchaszadeh, 1971; Tarazona *et al.*, 1986.
	Metodología de transectos lineales. Empleo de un cuadrante metálico de 25 cm de lado.	Sustrato duro / intermareal	Cobertura, área de muestreo	Paredes, 1974; Paredes y Tarazona, 1980
	Metodología de transectos lineales. Buceo semiautónomo, empleo del cuadrado metálico de 25 cm de lado. En ambientes profundos, empleo de una draga Van-Veen.	Sustrato duro-blando / submareal	Cobertura, area de muestreo	Pringle, 1984; Ojeda y Dearborn, 1989; Tarazona y Castillo, 1999
Peces	Pesca embarcada (uso de diferentes tipos de redes).	NA	Riqueza, abundancia, longitud, peso	IMARPE, 2011
	Muestreo de pesca de orilla**	NA	Esfuerzo de muestreo (tiempo, tipo de red) riqueza, abundancia, longitud, peso	Smallwood *et al.,* 2011; IMARPE, 2011
	Censo de peces: metodología de transectos y registros de peces por tiempo definido	NA	Riqueza, abundancia, Captura por Unidad de Esfuerzo	Garcia *et al*., 2014
Mamíferos marinos	Metodología de transectos lineales (en mar) (avistamientos).	NA	Riqueza, abundancia relativa, diversidad	Buckland *et al.*, 2001 Buckland *et al*., 2004 Hedley y Buckland, 2004; Hedley *et al.*, 1999; Wennemer *et al*., 1998; Kinzey *et al.*, 1999
	Metodología de conteo directo (para animales gregarios como especies de lobos marinos).	NA	Abundancia por categoría (estructura poblacional)	Arias-Schreiber y Rivas, 1998; IMARPE, 2000
Tortugas marinas	Metodología de transectos lineales (avistamientos).	NA	Riqueza, abundancia relativa, diversidad	Wennemer *et al.,* 1998; Kinzey *et al.*, 1999

NA = No aplica

* Para estudios específicos como evaluaciones de bosques de Kelps o medusas, se considera bibliografía especializada, con una metodología debidamente justificada acorde con las condiciones del área de estudio.

** Encuestas a los pescadores en las que se registrará el número de peces colectados (especie, longitud y peso), esfuerzo empleado (tiempo, número de cala, número de pescadores), tipo de arte de pesca (redes, anzuelos, etcétera) y características de las artes de pesca (área de las redes, número y tamaño de anzuelos, etcétera).

2.7.2.2.8. Control de calidad del muestreo/monitoreo

Dependiendo del taxa, las características del área de estudio –zona intermareal, zona submareal–, disponibilidad de información histórica y la similitud en la metodología de muestreo, en la medida de lo posible, se realiza la curva de acumulación de especies, con el objetivo de cuantificar si el esfuerzo de muestro empleado ha sido suficiente para conseguir un inventario fiable de la riqueza del área. Se elije uno de los métodos descritos en la sección 2.0 y aplicarlo para los registros.

En caso de contar con data histórica, previamente se realiza una actualización taxonómica de los organismos registrados. Pueden emplearse guías electrónicas; por ejemplo, para el fitoplancton Algaebase (www.algaebase.org); y para macrobentos, la guía electrónica Worms (www.marinespecies.org).

2.7.2.2.9. Colecta de muestras y determinación taxonómica

Las muestras hidrobiológicas colectadas son identificadas por especialistas de cada comunidad disciplinaria, pertenecientes a laboratorios de instituciones especializadas o por instituciones acreditadas por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

La determinación de especímenes y la nomenclatura son contrastada con la versión más actual de bases mundiales referenciales, tales como las que se lista en la tabla 2.7 2.

Tabla 2.7-29: Referencias para la determinación taxonómica de las especies de organismos acuáticos

Organismo acuático	Referencias para determinación taxonómica
Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos)	▪ Acleto, 1973. ▪ Bustamante y Ramirez, 2009. ▪ Guiry y Guiry, 2017. ▪ Hoffman y Santelices, 1997. ▪ Huisman J. M. y Saunders G. W., 2007.
Fitoplacton	▪ Determinacion Cuantitativa de Fitoplancton: SMEWW-APHAAWWA-WEF. Part 10200. C.1, F.2, c.1, 23rd Ed. 2017. Plankton. Concentration. Techniques. Phytoplankton Counting Techniques. ▪ Balech y Ferrando,1964. ▪ Gutierrez *et al*. 2005. ▪ Hasle y Syvertsen, 1997. ▪ Heimdal B., 1997. ▪ IMARPE, 2010.

Organismo acuático	Referencias para determinación taxonómica
	▪ Ochoa y Gomez, 1997. ▪ Sanchez, Delgado y Chang, 1996. ▪ Steidinger y Tangen, 1997. ▪ UNESCO, 1981.
Zooplacton e Ictioplancton	▪ Bigelow, 1911. ▪ Castillo, 2004. ▪ Santander, Carrasco y Luyo, 1981. ▪ Santander, Luyo, Carrasco, Veliz y Sandoval, 1981.
Bentos	▪ Aldea y Valdovinos, 2005. ▪ Alamo y Valdivieso, 1997. ▪ Chirichigno, 1970. ▪ Espoz, Linderg, Castilla y Simison, 2004. ▪ Fauchald, 1977. ▪ Guzman, Saa y Ortlieb 1998. ▪ Imparpe, 2015. ▪ Marincovich, 1973. ▪ Mendez y Aguilar, 1977. ▪ Mendez, 1981. ▪ Mendez, 1982. ▪ Mendez, 1985. ▪ Moscoso, 2013. ▪ Paredes y Cardoso, 2007. ▪ Tarazona, 1974. ▪ Uribe, Rubio, Carbajal y Berru, 2013.
Peces	▪ Chirichigno y Cornejo, 2001. ▪ Chirichigno y Velez, 1998.
Mamíferos marinos	▪ Comision Permanente del Pacifico Sur, 2012. ▪ Jefferson, Leatherwood y Webber, 1993. ▪ Leatherwood, Reeves, Perrin y Evans, 1998. ▪ Reeves, Stewart, Clapham y Powell, 2002.
Tortugas marinas	▪ Pritchard y Mortimer 2000. Páginas web: ▪ Sea Turtle Conservancy (STC) (www.conserveturtles.org/). ▪ NOAA Fisheries Office of Protected Resources (www.nmfs.noaa.gov/pr/species/turtles). ▪ Wider Caribbean Sea Turtle Conservation Network (www.widecast.org).

2.7.2.3. Evaluación y análisis de resultados

En la tabla 2.7-3 se presenta un resumen de posibles variables para el análisis de las comunidades acuáticas que se pueden determinar a partir de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas realizadas en el campo, complementarias a las indicadas en la sección 2.0. Se recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo con el contexto del proyecto y los hábitats presentes en el área de estudio.

Tabla 2.7-30: Variables de análisis específicas para la línea base de ecosistemas marinos

Organismo	Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Vegetación marina (macroalgas, pastos marinos	Calidad del hábitat	Cobertura relativa (%)	La relación entre la cobertura de una especie y el área de muestreo.	Ramírez y Osorio, 2000.	PMB: Comparación de valores de cobertura durante el monitoreo.
	Biomasa	▪ Densidad ▪ Riqueza ▪ Biomasa relativa ▪ Distribución de especies	▪ La estimación del peso (gramos) por 1 m^2. ▪ El número de especies. ▪ La composición (%) de los principales grupos taxonómicos.	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Köhl *et al*., 2006.	EI: Cambios en la riqueza de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto. PMB: Comparación de valores de cobertura durante el monitoreo.
Fitoplancton, zooplancton, ictioplancton	Abundancia	▪ Densidad ▪ Riqueza ▪ Abundancia relativa	▪ La estimación del número de células/ organismos por volumen muestreado. ▪ El número de especies. ▪ La composición (%) de los principales grupos taxonómicos.	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Köhl *et al*., 2006.	EI: Cambios en la riqueza y abundancia de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto. PMB: Comparación de valores de densidad, riqueza y abundancia durante el monitoreo. Caracterización de especies indicadoras de floraciones algales.
Bentos	Abundancia	▪ Densidad ▪ Riqueza ▪ Abundancia relativa ▪ Distribución de especies	▪ La estimación del número de individuos / 1 m^2. ▪ El número de especies. ▪ La composición (%) de los principales grupos taxonómicos.	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Köhl *et al*., 2006.	EI: Cambios en la riqueza y abundancia de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto. PMB: Comparación de valores de densidad, riqueza y

Organismo	Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
					abundancia durante el monitoreo.
Biomasa	Biomasa	▪ Densidad ▪ Riqueza ▪ Abundancia relativa	▪ La estimación Kg / 1 m^2. ▪ El número de especies. ▪ La composición (%) de los principales grupos taxonómicos.	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Köhl *et al*., 2006.	PMB: Comparación de valores de densidad, riqueza y abundancia durante el monitoreo.
Peces	Abundancia	▪ Densidad ▪ Riqueza ▪ Abundancia relativa ▪ Distribución de especies	▪ Estimación del número de células/ organismos por volumen muestreado. ▪ El número de especies. ▪ La composición (%) de los principales grupos taxonómicos.	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Köhl *et al*., 2006.	EI: Cambios en la riqueza y abundancia de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto. PMB: Comparación de valores de riqueza y abundancia durante el monitoreo. Rango de tallas mínimas en función de lo recomendado por PRODUCE.
	Abundancia relativa	Captura por unidad de esfuerzo (CPUE).	El indicador del número de individuos capturados mediante determinado esfuerzo empleado (área de red, tiempo de espera, número de personas).	Gulland, 1964.	PMB: Comparación de valores de densidad durante el monitoreo.
Mamíferos marinos/ tortugas marinas	Abundancia	Abundancia relativa (%)	La cantidad o el número de individuos de cada especie en relación con la cantidad total de las especies en una unidad.	Buckland *et al.*, 2001.	EI: Variación de la abundancia relativa de las especies representativas en el área de estudio. PMB: Comparación de valores de abundancia durante el monitoreo.
	Especies migratorias	Especies que realizan grandes desplazamientos entre diferentes hábitats en busca de	El registro de especies migratorias presentes en el Perú de acuerdo con la CMS.	CMS	EI: Evaluación de impactos en especies migratorias. PMB: Comparación

Organismo	Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
		condiciones adecuadas para su alimentación y reproducción, en ciclos regulares.			de presencia de especies migratorias durante el monitoreo.

CMS: Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres, EI: Evaluación de impactos ambientales, PMB: Programa de Monitoreo Ambiental Biodiversidad.

2.7.3. Representación espacial

La línea base de organismos acuáticos marinos incluye lo indicado en la sección 2.0.

Asimismo, se incluye el procesamiento digital y análisis de imágenes satelitales con herramientas como programas de geomática, revisión de cartas náutica de la Dirección de Hidrografía y Navegación; además de ello, dependiendo del tipo de proyecto, se incluye la batimetría.

2.7.4. Referencias bibliográficas

- Acleto, C. (1973). Las algas marinas del Perú. *Bol. Soc. Per. Bot.* 6 (1-2), 1-164.
- Álamo, V. y Valdivieso, V. (1997). *Lista sistemática de moluscos marinos del Perú* (2.a edición, revisada y actualizada). Callao, Perú: Instituto del Mar del Perú.
- Aldea, C. y Valdovinos C. (2005). Moluscos del intermareal rocoso del centro-sur de Chile (36°-38° S): Taxonomía y clave de identificación. *Gayana 69* (2), 364-396.
- APHA, AWWA, WEF (2011). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. *Part 10200 Planckton*. American Public Health Association, Edición: 22nd Edition.
- Arias-Schreiber, M y Rivas, C. (1998). Distribución, tamaño y estructura de las poblaciones de lobos marinos *Arctocephalus australis* y *Otaria byronia* en el litoral peruano, en noviembre 1996 y marzo 1997. Informe de Programa. Lima, Perú: Instituto del Mar del Perú 73, p. 17-32.
- Ayón, P., Criales-Hernández, M., Schwamborn, R., Jürgen-Hirche, H. (2008). Zooplanckton research of Peru: A review. *Progress in Oceanography 79*, 238-255.
- Balech, E. y Ferrando, H. (1964). *Fitoplancton marino*. Buenos Aires, Argentina: Universal.
- Bigelow, H. B., (1911). The Siphonophorae reports on the scientific results of the expedition to the eastern tropical Pacific by the US Fish Commission Steamer Albatross. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College 38* (2), 173-401.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L. y Thomas, L. (2001). *Introduction to distance sampling: Estimating abundance of biological populations*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Orchers, D. L. y Thomas, L. (2004). *Advanced distance sampling: Estimating abundance of biological populations*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.

- Bustamante, D. y Ramírez, M. (2009). El género Polyisiphonia sensu lato, en la costa norte y centrosur del Chile (18-41°S) (Rhodophyta, Rhodomelaceae). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 58*, 31-50.
- Castillo, R. F. (2004). *Composición específica, distribución y abundancia de ostrácodos epipelágicos en el mar peruano durante los años 1998 y 2001*. Tesis de Licenciatura. Lima: Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Chirichigno, Norma (1970). *Lista de crustáceos del Perú (Decápoda y Stomatopoda) con datos de su distribución geográfica*. Informe 35. Callao, Perú: Instituto del Mar del Perú.
- Chirichigno, N. y Vélez, J. (1998). *Clave para identificar los peces marinos del Perú* (2.a edición). Callao, Perú: Instituto del Mar del Perú.
- Chirichigno, N. y Cornejo, M. (2001). *Catálogo comentado de los peces marinos del Perú*. Lima, Perú: Instituto del Mar del Perú.
- CPPS (2012). Atlas sobre distribución, rutas migratorias, hábitats críticos y amenazas para grandes ballenas en el Pacífico Oriental. Proyecto Planificación Espacial a Larga Escala para Rutas Migratorias y Hábitats Críticos de Mamíferos Marinos en el Pacífico Oriental. España: PNUMA / CPPS. Guayaquil, Ecuador.
- Dawson, E., Acleto, C. y Foldvik, N. (1964). The seaweeds of Perú. *Nova Hedwigia* 13, 1-111.
- Espinoza, J., Islebe, G. A. y Hernández, H. A. (2009). Vegetación acuática sumergida. Diario *El sistema ecológico de la bahía de Chetumal / Corozal: costa occidental del mar* (pp. 148-158). Chetumal, Quintana Roo.
- Espoz, C., Linderg, D., Castilla, J. y Simison, W. (2004). Los patelogastrópodos intermareales de Chile y Perú. *Revista Chilena de Historia Natural 77*, 257-283.
- Fauchald, K. (1977). The Polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera (Science series, 28). Natural History Museum of Los Angeles Country. Los Ángeles.
- García, V., Reyes, H., Balart, E., Ríos, E., Lluch, E. y Serviere, E. (2014). Comparison of ecological diversity and species composition of macroalgae, benthic macroinvertebrates, and fish assemblages between two tropical rocky reefs. *Revista de Biología Marina y Oceanografía 49*(3), 477-491.
- Guiry, M. y Guiry, G. (2024). AlgaeBase. National University of Galway. Revisado el 15 de noviembre de 2024. URL: https//www.algaebase.org
- Gulland, J. A. (1974). Catch per unit effort as a measure of abundance. Rapports et Proces-verbaux des Réunions. Conseil International pour l'Éxploration de la Mer, 155, 8-14.
- Gutiérrez, D., Aronés, K., Chang, F., Quipuzcoa, L. y Villanueva, P. (2005). *Impacto de la variación oceanográfica estacional e interanual sobre los ensambles de microfitoplancton, mesozooplancton, ictioplancton y macrozoobentos de dos áreas costeras del norte del Perú entre 1994 y 2002. Bol*. Instituto del Mar del Perú 22 (1-2).
- Guzmán, N., Saá, S., Ortlieb, L. (1998). *Estudios oceanológicos*. Vol. 17. Facultad de Recursos del Mar. Universidad de Antofagasta de Chile.
- Hasle, G. y Syvertsen, E. (1997). Marine diatoms. En C. Tomas (Ed.), *Identifying Marine Phytoplankton* (pp. 5-385). San Diego, California: Academic Press.
- Hedley, S. y Buckland, S. T. (2004). Spatial models for line transect sampling. *J. Agric. Bio. Env. Stat. 9*, 181-199.
- Hedley, S., Buckland, S. T. y Borchers, D. L. (1999). Spatial modeling from line transect data. *J. Cetacean Res. Manage.* 1(3), 255-264.
- Heimdal, B. (1997). Modern Coccolithophorids. En C. Tomas (Ed.), *Identifying marine phytoplankton* (pp. 731-831). San Diego, California: Academic Press.

- Hoffman, A y Santelices, B. (1997). *Flora marina de Chile central*. Santiago, Chile: Ediciones de la Universidad Católica de Chile.
- Huisman, J. M. y Saunders, G. W. (2007). Phylogeny and classification of the algae. En P. M. McCarthy y E. Orchard (Eds.), *Algae of Australia: Introduction* (pp. 66-103). Melbourne, Australia: CSIRO Publishing.
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE). (2000). Memorias 2000. Informe final presentado al Ministerio de Pesquería. Lima.
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE). (2008). Crucero 0811-12 de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos. Informe ejecutivo. Lima.
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE). (2010a). *Manual de procedimientos para el muestreo y ensayo semicuantitativo y cuantitativo del fitoplancton potencialmente tóxico*. Lima, Perú: IMARPE.
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE). (2010b). Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos. Informes comerciales y áreas de pesca artesanal en la región Lima entre Punta Litera-Playa Grande (Barranca y Huara de la región Lima). Lima, Perú: IMARPE.
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE). (2011). *Manual de muestreo de la pesquería pelágica* (Informe Progresivo 157). Lima, Perú: IMARPE.
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE). (2015a). *Guía de campo ilustrada para reconocimiento de especies de moluscos bivalvos con valor comercial*. Lima: IMARPE.
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE). (2015b). Evaluación poblacional de *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh., 1820) en las bahías de Pisco y Paracas, otoño 2010. Informe Instituto del Mar del Perú 42(4), 504-509.
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE). (2017). Bancos naturales de invertebrados marinos comerciales en el litoral de la región Lambayeque, Perú. *Informe Instituto del Mar del Perú* 44 (1), P. 83-92.
- Jefferson, T., Leatherwood, S. y Webber, M. (1993). *Marine mammals of the world*. Roma, Italia: United Nations Environment Program, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Kinzey, D., Olson, P. y Gerrodette, T. (1999). *Marine mammal data collection procedures on research ship line-transect surveys by the Southwest*. Fisheries Science Center, NOAA. La Jolla, CA.
- Köhl, M., Magnussen, S. S. y Marchetti, M. (2006). *Sampling methods, remote sensing and GIS multiresource forest inventory*. Springer Science & Business Media. New York.
- Krebs, C. J. (1999). Ecological methodology (Vol. 620). Benjamin/Cummings Menlo Park, California.
- Leatherwood, S, Reeves, R. Perrin, W. y Evans, W. (1998). *Ballenas, delfines y marsopas del Pacífico nororiental y de las aguas árticas adyacentes. Una guía para su identificación* (Informe Especial 6). La Jolla, California: Comisión Interamericana del Atún Tropical.
- López, J., Riosmena, R., Rodríguez, J. e Hinojosa, G. (2014). La planta acuática *Ruppia marítima* en el noroeste de México: aumento de su presencia y efectos en la cadena trófica. En A. M. Low-Pfeng, P. A. Quijón y E. M. Peters-Recagno. *Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México*. Vol. 1 (pp. 471-491). SEMARNAT, INECC, UPEI. Mexico D.F. Coyoacán, Tlalpan and Prince Edward Island, Canada
- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement (Vol. 168). Princeton, New Jersey: Princeton University Press Princeton, New Jersey.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford, UK: Blackwell. New Jersey.
- Marincovich, L. (1973). Intertidal mollusks of Iquique, Chile. *Bulletin of the Natural History Museum of Los Angeles County 16*, 1-49.

- Martínez, E., Correa, J., Faugeron, S., Mansilla, A., Ávila, M. y Camus, P. (2005). Levantamiento demográfico y genético del alga roja *Gigartina skottsbergii Setchell et Gardner* (Rhrodophyta, Gigartinales) a lo largo de su rango de distribución en el Pacifico Sur. *Cienc. Tecnol. Mar. 28*(1), 63-74.
- Méndez, M. (1981). Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustácea: Decápoda) del mar y ríos de la costa del Perú. *Boletín del Instituto del Mar del Perú-Callao*. Vol. 5:1-170.
- Méndez, M. (1982). Crustáceos comerciales y otras especies comunes en el litoral peruano*. Boletín de Lima 20* pags.
- Méndez, M. (1985). Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustácea: Decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú. *Boletín del Instituto del Mar del Perú*. Boletín 5. P. 1-170.
- Méndez, M. y Aguilar, P. (1977). Notas sobre crustáceos del mar del Perú y la familia Porcellanidae (Decapoda, Reptantia, Anomura). *Anales Científicos*, 85-108.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Cyted, Orcyt-Unesco, Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA) Zaragoza. 1, 84.
- Moscoso, Víctor (2013). Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. *Boletín del Instituto del Mar del Perú 27* (1-2). 2017 p.
- Ochoa, N. y Gómez, O. (1997). Dinoflagelados del mar peruano como indicadores de masas de agua durante los años 1982 a 1985. *Boletín del Instituto del Mar del Perú*. 16 (2), 1-60.
- Ojeda, P. y Dearborn, J. (1989). Community structure of macroinvertebrates inhabiting the rocky subtidal zone in the Gulf of Maine: seasonal sand bathymetric distribution. *Mar. Ecol. Prog. Ser. 57*, 147-161.
- Paredes, C. (1974). El modelo de zonación en la orilla rocosa del departamento de Lima. *Revista Peruana de Biología 1* (2), 168-191.
- Paredes, C. y Cardoso, F. (2007). La familia Calyptraeidae en el Perú (Gastropoda: Caenogastropoda). *Revista Peruana de Biología. 13*(3), 177-184.
- Paredes, C. y Tarazona, J. (1980). Las comunidades de Mitilidos del mediolitoral rocoso del departamento de Lima. *Revista Peruana de Biología. 2*(1), 59-72.
- Penchaszadeh, P. (1971). Observaciones cuantitativas preliminares en playas arenosas de la costa central del Perú con especial referencia a las poblaciones de "muy muy" (Emerita analoga, Crustacea: Anomura, Hippidae). *Instituto de Biología Marina Mar del Plata. Contr. 177*, 1-16.
- Pringle, J. D. (1984). Efficiency estimates for various quadrat sizes used in benthic sampling. *Can. J. Fish. Aquat. Sci*. 41, 1485-1489.
- Pritchard, P. C. H. y Mortimer, J. A. (2000). Taxonomía, morfología externa e identificación de las especies. En K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois y M. A. Donnelly (Eds.), *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas* (pp. 21-38). Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE. Pennsylvania.
- Ministerio de la Producción (PRODUCE). (2019). Tallas mínimas de pescados. Revisado el 17 de noviembre del 2024. URL: https://pescayconsumoresponsable.produce.gob.pe/tallas-minimas.html
- Ramírez, M., Osorio, C. (2000). Patrones de distribución de macroalgas y macroinvertebrados intermareales de la isla Robinson Crusoe, archipiélago de Juan Fernández, Chile. *Invest. Mar. Valparaiso* 28, 1-13.
- Reeves, R., Stewart, B., Clapham, P. y Powell, J. (2002). *Guide to Marine mammals of the World.* Nueva York: National Audubon Society.

- Reguera, B., Alonso, R., Moreira, A. y Méndez, S. (2011). *Guía para el diseño y puesta en marcha de un plan de seguimiento de microalgas productoras de toxinas* (Manuales y Guías de la COI, 59). París / Viena: COI de UNESCO y OIEA.
- Sánchez, S., Tarazona, J., Flores, R., Maldonado, R. y Carbajal, G. (1988). Características del fitoplancton de invierno en la bahía Independencia, Perú. *Memorias del 2.do Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, tomo I* (volumen extraordinario, pp. 59-66). Lima, Perú: Instituto del Mar del Perú.
- Sánchez, I., Fajarado, M. y Oliveiro, C. (1989). Estudio florístico estacional de las algas en bahía Magdalena, B.C.S. México. *Investigaciones Marinas* CICIMAR 4 (1), 35-48.
- Sánchez, S.; Delgado, E.; Chang, F. (1995). Características del fitoplancton superficial en Paita, Chimbote, Callao, Pisco e Ilo (MOPAS 9510). Informe Progresivo Nº 33, 1996. P. 53-70.
- Santander, H., Carrasco, S. y Luyo, G. (1981). El zooplancton del área norte del Perú. Boletin Instituto del Mar del Perú, volumen extraordinario, 245-253.
- Santander, H., Luyo, G., Carrasco, S., Veliz, M. y Sandoval, O. (1981). Catálogo de zooplancton en el mar peruano, primera parte: área Pisco-San Juan. *Boletín Instituto del Mar del Perú 6,* 1-75.
- Secretaría de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS). (2024). *Apéndices I y II de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS)*. Consultado el 21 de marzo de 2025, en https://www.cms.int/sites/default/files/uploads/revised-appendices_cop14_s.pdf
- Smallwood, C. B., Pollock, K. H., Wise, B. S., Hall, N. G. y Gaughan, D. J. (2011). *Quantifying recreational fishing catch and effort: a pilot study of shore-based fishers in the Perth Metropolitan area*. Fisheries Research Report 216. Final NRM Report - Project 09040. Western Australia: Department of Fisheries.
- Steidinger, K. y Tangen, K. (1997). Dinoflagellates. En C. Tomas (Ed.). *Identifying Marine Phytoplankton* (pp. 387-584). San Diego, California: Academic Press.
- Tarazona, Juan (1974). Lista de poliquetos sedentarios hallados en el Perú. *Rev. Per. Biol. 1* (2), 164167.
- Tarazona, J., Arntz, W., Canahuire, E., Ayala, Z. y Robles A. (1985). Modificaciones producidas durante El Niño en la interfauna bentónica de áreas someras del ecosistema de afloramiento peruano. Conferencia del simposio El Fenómeno El Niño y su Impacto en la Fauna Marina. Noveno Congreso Latinoamericano de Zoología. *Boletín Inst. Mar Perú*. Vol. Extraordinario, 55-64.
- Tarazona, J., Paredes, C. e Igreda, M. (1986). Estructura del macrobentos en las playas arenosas de la zona de Lima, Perú. *Revista de Ciencias de la UNMSM 74* (1), 103-116.
- Tarazona J. y Castillo, E. (1999). El macrozoobentos de fondo blando frente a la bahía de Catarindo durante el fenómeno El Niño 1997-98. *Re. Peru. Biol*., volumen extraordinario, 39-46.
- UNESCO (1981). Programa de Plancton del Pacífico Oriental. *Informe de la UNESCO sobre Ciencias del Mar 11*, 25-26.
- Uribe, R., Rubio, J., Carbajal, P. y Berrú, P. (2013). Invertebrados marinos bentónicos del litoral de la región de Áncash, Perú. *Boletín del Instituto del Mar del Perú 28* (1-2). P. 136-293.
- Vásquez, J. y Vega, A. (2001). Chondracanthus chamissoi (Rhodophyta, Gigantinales) in northern Chile: ecological aspects for management of wild population. *Journal of Applied Phycology 13*, 267277.
- Wennemer, J., Gagnon, C., Boyé, D. y Gong, G. (1998). Summary of marine mammal and turtle observations during the 1997 nearfield water quality surveys. Boston: Massachusetts Water Resources Authority. Report ENQUAD.

2.8. ANÁLISIS DE BIODIVERSIDAD

2.8.1. Alcance

Como parte de la línea base biológica, se puede requerir un análisis de la biodiversidad presente en el área de estudio, lo cual –para algunos autores– también está relacionado a la sensibilidad de los ecosistemas. Este tipo de análisis involucra la flora y fauna presente en los distintos ecosistemas terrestres y acuáticos que conforman el área de estudio. Pone énfasis en el número y abundancia de especies de interés para la conservación –protegidas, endémicas, migratorias–, especies clave o con uso locales, valores de riqueza y/o diversidad, y frecuencia o rareza de los hábitats.

Para el análisis de la biodiversidad o sensibilidad no existe un solo método de estimación. Depende de los biólogos responsables de la línea base determinar las variables más relevantes que se incluyen finalmente en este análisis. Dos conceptos importantes para tener en cuenta son los siguientes:

- **Biodiversidad:** variedad de especies vegetales y animales que viven en un espacio determinado (Halffter, 1994). Para fines de la presente sección, se refiere a todas las especies que se pueden encontrar en un mismo hábitat (unidades de vegetación o cuerpos de agua), considerando el conjunto de hábitats presentes en el área de estudio.
- **Sensibilidad:** grado de susceptibilidad del ambiente que será afectado por una perturbación o conjunto de perturbaciones externas (Rebolledo, 2009). Para fines de la presente sección, se refiere a los elementos vulnerables (por ejemplo, especies amenazadas o grado de fragmentación) que se encuentran presentes o caracterizan a determinado hábitat (unidades de vegetación o cuerpos de agua).

La combinación de estas variables permite realizar un análisis integral que produzca información útil para evaluar los impactos del proyecto en los elementos más vulnerables. Asimismo, hace posible una mejor identificación y desarrollo de estrategias de manejo cuya principal meta sea preservar la integridad del ecosistema.

En esta sección no es necesario realizar trabajo de campo, pues todos los datos se extraerán de las secciones previas (2.1-2.7). Sin embargo, se requerirá la participación de diversos especialistas de distintas áreas (por ejemplo, vegetación, recursos forestales, aves, mamíferos, anfibios y reptiles, insectos).

2.8.2. Metodología

Como se indicó, los métodos para analizar la biodiversidad son varios, pero la mayoría coinciden en utilizar un sistema para ponderar o valorizar determinados indicadores o atributos, que reflejen la biodiversidad y sensibilidad de los distintos hábitats (unidades de vegetación o cuerpos de agua) presentes en el área de estudio. Es necesario enfatizar que no siempre los atributos serán los mismos para cada grupo taxonómico. Eso depende de la facilidad con la que se puede obtener la información pertinente dentro de cada taxón.

El análisis general puede considerar como criterios relacionados (1) ***la importancia biológica del ecosistema,*** en la que se analizan atributos –nivel de endemismo, capacidad del ecosistema para albergar especies con grados de amenaza, diversidad, entre otros– para cada hábitat sobre la base de registros cuantitativos y semicuantitativos (Secciones 2.1-2.7); (2) ***nivel de vulnerabilidad del ecosistema***, tal como análisis del paisaje –relación

perímetro/superficie, número y distancia entre parches, entre otros– y sensibilidad a la perturbación –grado de intervención, análisis de su resiliencia, conectividad ecológica, entre otros–. Todos estos criterios se enmarcan en la capacidad de recuperación del ecosistema; es decir, en la capacidad del sistema de responder convenientemente para mantenerse en un estado similar a las condiciones iniciales después del estrés provocado o la perturbación temporal proveniente de fuentes externas. Se define como la velocidad o rapidez con la cual el sistema se recupera de la perturbación.

En la tabla 2.8-1 se presenta una lista de atributos potenciales que podrían ser analizados como parte de la línea base de biodiversidad, así como las secciones de dónde se puede extraer la información.

Tabla 2.8-31: Criterios o atributos para el análisis de la biodiversidad

Tipo de criterio	Criterios / atributos evaluados para cada hábitat	Secciones de la línea base biológica										
		Flora y vegetación	Epífitas	Pastizales	Recursos forestales	Aves	Mamíferos	Anfibios y reptiles	Insectos	Hidrobiología continental	Ecosistema marino	Conectividad ecológica
Importancia biológica del ecosistema	Riqueza de especies	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Número de especies con amenaza nacional e internacional (UICN)	X	X		X	X	X	X			X	
	Número de especies amenazadas por caza / comercio (CITES)	X	X		X	X	X	X			X	
	Número de especies endémicas	X				X	X	X		X	X	
	Número de especies con distribución restringida					X	X	X		X		
	Número de especies claves	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Abundancia de especies	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Uso por las comunidades locales			X	X	X	X	X		X		
	Especialización de hábitats					X						
	Valor del bosque (S/ /m^3)				X							
	Volumen del bosque (m^3/ha)				X							

Tipo de criterio	Criterios / atributos evaluados para cada hábitat	Secciones de la línea base biológica										
		Flora y vegetación	Epífitas	Pastizales	Recursos forestales	Aves	Mamíferos	Anfibios y reptiles	Insectos	Hidrobiología continental	Ecosistema marino	Conectividad ecológica
	Categoría del bosque				X							
Vulnerabilidad del ecosistema (paisaje)	Rareza del hábitat (% que ocupa del área de estudio)	X								X		X
	Relación perímetro/ superficie (P/S)	X								X		X
	Tamaño medio de parche	X								X		X
	Distancia entre parches	X								X		X

Fuente: Adaptado de Sánchez, 2009.

Una vez determinados los valores de los criterios o atributos para cada hábitat del área de estudio, se les asignan niveles de ponderación que permitan calificarlos en escalas. En la tabla 2.8-2 se presentan ejemplos de ponderación para algunos atributos de biodiversidad. Esta ponderación depende del criterio de los especialistas involucrados y puede adaptarse a la realidad del área de estudio, pero lo que busca es asignar valores para diferenciar los hábitats más diversos y que incluyan los elementos más sensibles, como por ejemplo especies con mayores categorías de amenazas o los mayores valores de riqueza o los hábitats más fragmentados y/o raros.

Tabla 2.8-32: Ejemplos de ponderación para los criterios o atributos para el análisis de la biodiversidad

Atributos de biodiversidad	Ponderación
Riqueza de especies (N.° total de especies por hábitat / N.° total de especies del hábitat más rico)	1 = 0,00 a 0,25
	2 = 0,26 a 0,50
	3 = 0,51 a 0,75
	4 = 0,76 a 1,00
Número de especies con amenaza nacional e internacional (UICN)*	1 = Casi amenazada (NT)
	2 = Vulnerable (VU)
	4 = En peligro (EN)
	8 = En peligro critico (CR)
Número de especies con	1 = Apéndice II

Atributos de biodiversidad	Ponderación
amenaza por caza / comercio (CITES)*	4 = Apéndice I
Número de especies endémicas*	0 = no endémicas
	1 = endémicas del Perú
	2 = endémicas de la región
	4 = endémicas locales
Rareza del hábitat	1= comprende > 60% del área de estudio
	2 = comprende de 40% a 59% del área de estudio
	3 = comprende de 25% a 39% del área de estudio
	4 = comprende de 10% a 24% del área de estudio
	5 = comprende < 10% del área de estudio
N.° de parches (N.° de parches por hábitat / N.° total de parches del área de estudio)	1 = 0,00 a 0,25
	2 = 0,26 a 0,50
	3 = 0,51 a 0,75
	4 = 0,76 a 1,00

* Ponderación final: sumatoria del número de especies categorizadas por la ponderación de su respectiva categoría.

Para hallar el valor final de cada atributo, se multiplica el número del atributo obtenido de la línea base por la ponderación –por ejemplo, el número de especies categorizadas por la ponderación de su respectiva categoría– y sumarlas para obtener un valor final. Para facilitar la primera parte, se puede llenar una tabla resumen como se presenta en la tabla 2.8-3, que muestra un escenario hipotético a manera de ejemplo.

Tabla 2.8-33: Ejemplos de valores obtenidos de la línea base para los criterios o atributos para el análisis de la biodiversidad

Hábitat	Secciones de la Línea Base Biológica		N.° de especies amenazadas				N.° de especies endémicas		Rareza del hábitat	
	Flora	Fauna	NT	VU	EN	CR	PERÚ	REGIÓN	% Área de estudio	N° de parches
Hábitat 1	85	35	3	0	2	0	2	0	35	15
Hábitat 2	60	20	2	2	0	1	0	1	65	5
Hábitat 3	45	12	57	1	0	1	0	1	0	10

Elaboración propia.

Luego, todos los criterios se ponderan para obtener una ponderación final, al relacionar los valores indicados en las tablas 2.8-2 y 2.8-3. En la tabla 2.8-4 se muestra un ejemplo de los valores obtenidos para el mismo ejemplo que la tabla anterior.

En este sentido, el análisis de sensibilidad biológica busca integrar las diferentes calificaciones asignadas a los atributos considerados en los procesos descritos (criterio biológico por especie, juicio de experto y ecología del paisaje) para indicar el grado de susceptibilidad del medio.

Tabla 2.8-34: Ejemplos de valores obtenidos de la línea base para los criterios o atributos para el análisis de la biodiversidad

Hábitat	Ponderación por riqueza de especies	Ponderación por número de especies amenazadas					Ponderación por número de especies endémicas			Ponderación por rareza del hábitat		Ponderación final de biodiversidad
		NT	VU	EN	CR	TOTAL	PERÚ	REGIÓN	TOTAL	% Área de estudio	N° de parches	
Hábitat 1	4	3	0	8	0	11	3	0	3	1	1	20
Hábitat 2	3	2	4	0	8	14	0	4	4	3	3	27
Hábitat 3	2	1	0	4	0	5	1	0	0	4	1	12

Elaboración propia.

Finalmente, esta ponderación ordena sobre la base de la mayor calificación, para identificar y definir los límites de cuatro niveles de biodiversidad o sensibilidad: muy alta, alta, media y baja. En la tabla 2.8-5 se muestra un ejemplo de los niveles obtenidos para el mismo ejemplo que las tablas anteriores.

Tabla 2.8-35: Ejemplos de niveles de biodiversidad o sensibilidad obtenidos a partir de la ponderación final de los atributos analizados

Nivel de biodiversidad (sensibilidad)	Escala de acuerdo con el proyecto (ejemplo)	Hábitat evaluado (ejemplo)
Baja	0 a 8	-
Media	8 a 15	Hábitat 3
Alta	16 a 22	Hábitat 1
Muy alta	23 a 30	Hábitat 2

Elaboración propia.

2.8.3. Representación espacial

Con los resultados se puede realizar un mapa de escalas de biodiversidad o sensibilidad. Este mapa es de particular importancia para la evaluación de impactos, así como para la planificación de las medidas de mitigación y compensación, en caso sean necesarias.

En caso de proyectos medianos y grandes, se recomienda que el análisis no sólo se realice en el nivel de hábitats, sino que también se incorporen las localidades o zonas del área de estudio. De esta manera, no se generalizan los hallazgos para las unidades de vegetación de mayores dimensiones, y el mapa representa de manera más exacta la distribución de la biodiversidad y sus elementos más sensibles.

2.8.4. Referencias bibliográficas

- Halffet, G. (1994). ¿Qué es la biodiversidad? *Boletín de la Institución Catalana de Historia Natural 62,*5-14.
- Rebolledo, R. (2009). Modelo de sensibilidad ambiental basado en la valoración de relaciones espaciales. En: Aranda, S., y Fornos, F. (eds.). *Teledetección: agua y desarrollo sostenible. XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección. Cataluña* (pp. 229-232). Universidad de Zaragoza, Calatayud.
- Sánchez, E. (2009). *Línea base biológica del EIA del Proyecto de Prospección Sísmica 2D en el lote 123-124 de la empresa Conoco Philips. Loreto-Walsh Perú*.

2.8.5. Documentos de consulta

- Aquino, R., Tuesta, C., & Rengifo, E. (2012). Diversidad de mamíferos y sus preferencias por los tipos de hábitats en la cuenca del río Alto Itaya, Amazonía peruana. *Revista Peruana de Biología*, 19(1), 5–15. https://doi.org/10.15381/rpb.v19i1.12345
- Gaston, K. J., & Kunin, W. E. (1997). Patterns of rarity in South American ecosystems: A synthesis. *Biodiversity and Conservation*, 6(3), 483–499. https://doi.org/10.1023/A:101838291
- Pulido, V., Salinas, L., Del Pino, J., & Arana, C. (2020). Preferencia de hábitats y estacionalidad de las especies de aves de los Pantanos de Villa en Lima, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 27(3), 349–360. https://doi.org/10.15381/rpb.v27i3.18681
- Rabinowitz, D. (1981). Seven forms of rarity. En H. Synge (Ed.), *The biological aspects of rare plant conservation* (pp. 205–217). Wiley.
- Rey Benayas, J. M., & Scheiner, S. M. (1999). Rarity and habitat occupancy in tropical forests of South America. *Journal of Tropical Ecology*, 15(4), 555–564. https://doi.org/10.1017/S0266467499000987
- Vela Díaz, A., & Fahrig, L. (2020). Habitat specialization and rarity in the Amazon rainforest: Implications for conservation. *Ecological Applications*, 30(5), e02145. https://doi.org/10.1002/eap.2145

2.9. ECOSISTEMAS FRÁGILES

2.9.1. Alcance

Adicional a la evaluación de flora y vegetación, y ante la presencia de ecosistemas frágiles se recomienda la aplicación de las metodologías planteadas y los esfuerzos de muestreo siguiente: lomas y tillandsiales, bosques secos, bofedales, bosques relictos, bosques de neblina y páramos.

Los esfuerzos de muestreo sugeridos para la evaluación de flora y vegetación en ecosistemas frágiles en el área de estudio son relevantes sobre todo cuando se prevé que la ejecución del proyecto de inversión puede conllevar a la implementación de medias de restauración o compensación ambiental.

Asimismo, los mapas temáticos referidos a los ecosistemas frágiles mencionados podrían contar con una representación espacial con escalas de trabajo de 1:25 000, 1:10 000 o 1:5000, según permita una adecuada visualización con relación a los componentes del proyecto.

2.9.2. Lomas y tillandsiales

En cada estación de muestreo se establece puntos de intercepción de 100 puntos o Línea de intercepción de 50 m o 100 m, y parcelas cuadradas de 100 m^2 de corresponder, de acuerdo con lo señalado en la siguiente tabla.

Tabla 2.9-36: Esfuerzo sugerido para la evaluación de lomas y tillandsiales

Unidad de vegetación	Metodología	Esfuerzo por estación de muestreo	Parámetros/ indicadores
Lomas	Puntos de intercepción de 100 puntos o Línea de intercepción de 50 m o 100 m	3	Cobertura, abundancia y riqueza
Tillandsiales	Parcelas cuadradas de 100 m^2 (10 m x 10 m)	3	Estadio fenológico y cantidad de rametos y genetos Cobertura vegetal* y abundancia*

* Para evaluar la cobertura vegetal en cada parcela, se aplica el método de intersección de línea (2 transectos de 10 m, uno perpendicular y otro en dirección de la pendiente, utilizando los ejes X e Y de cada parcela) midiendo en centímetros la cantidad de suelo cubierto a lo largo del transecto.

2.9.3. Bosques secos

En cada estación de muestreo que corresponda a la unidad de vegetación de Bosque estacionalmente seco de llanura, Bosque estacionalmente seco de colina o Bosque estacionalmente seco de montaña se establece el esfuerzo indicado en la tabla 2.9-1.

Tabla 2.9-37: Esfuerzo sugerido para la evaluación de boques secos

Parámetros/ indicadores	BE seco de llanura	BE seco de colina	BE seco de montaña
	Metodología: Parcela de 100 m x 100 m		
Riqueza de especies	1	1	1
Composición por grupo funcional			
Cobertura de copa			
Altura de árboles dominantes			
Área basal			
Plantas invasoras o exóticas			
Plantas con especies parásitas y/o enfermas			
Presencia de tocones			

Fuente: MINAM, 2019a.

2.9.4. Bofedales

En caso se trate de un complejo de bofedales, que no permite distinguir donde empieza o termina cada uno de ellos, se sugiere establecer un punto en cada bofedal que muestre condiciones de humedad y vegetación diferentes (MINAM, 2019a).

Tabla 2.9-38: Esfuerzo sugerido para la evaluación del bofedal, de acuerdo a su área (ha)

Parámetros/ indicadores*	Metodología	≤ 0.25 ha	> 0.25 a ≤ 1 ha	> 1 a ≤5 ha	> 5 ha a ≤10 ha	> 10 ha a ≤20 ha	> 20 ha a ≤50 ha	>50 ha
Especies nativas	Líneas de intercepción (100 puntos)	1	2	3	4	5	6	0,15 x número de ha
Riqueza de especies	Líneas de intercepción (100 puntos)	1	2	3	4	5	6	0,15 x número de ha
Cobertura vegetal viva	Cuadrante 1 m x 1 m	3	6	9	12	15	16	0,4 x número de ha
Biomasa aérea	Cuadrante 0,25 m x 0,25 m	3	6	9	12	15	16	0,4 x número de ha

*Indicadores referidos a la "Condición de la biota".

Fuente: MINAM, 2019b.

Asimismo, dada las condiciones particulares del medio, se considera el registro de información de las condiciones del suelo: la profundidad de la turba, materia orgánica, densidad aparente y signos de erosión, el cual implica la colecta de materia orgánica en el suelo (turba).

Tabla 2.9-39: Esfuerzo sugerido para la evaluación del suelo del bofedal, de acuerdo a su área (ha)

Parámetros/ indicadores*	Metodología	≤ 0.25 ha	> 0.25 a ≤ 1 ha	> 1 a ≤5 ha	> 5 ha a ≤10 ha	> 10 ha a ≤20 ha	> 20 ha a ≤50 ha
Profundidad de la turba con barreno		1	2	3	4	5	6
Nivel de la napa freática en época seca		1	2	3	4	5	6
Materia orgánica en el horizonte superficial	Hoyos de 10 cm para colecta de turba	1	2	3	4	5	6
Densidad aparente en el horizonte superficial	Hoyos de 4 a 5 cm de profundidad	1	2	3	4	5	6

2.9.5. Bosque relictos

En cada estación de muestreo que corresponda a la unidad de vegetación de Bosque relicto montano de la vertiente occidental, Bosque relicto altoandino o Bosque relicto mesoandino se establece el esfuerzo indicado para cada metodología (parcela de 125 m x 20 m, parcela de 20 m x 20 m y subparcela de 2 m x 2 m) en la tabla 2.9-3.

Tabla 2.9-40: Esfuerzo sugerido para la evaluación de los bosques relictos, por estación de muestreo

Parámetros/ indicadores	Bosque relicto montano de la vertiente occidental	Bosque relicto altoandino y Bosque relicto mesoandino	
	Metodología		
	Parcela de 125 m x 20 m (DAP ≥ 10 cm)	Parcela de 20 m x 20 m	Subparcela de 2 m x 2 m
Riqueza de especies	1	1	
Cobertura de copa			
Área basal			
Tocón			
Cobertura de piso			1

Fuente: MINAM, 2022.

2.9.6. Bosque de neblinas

En cada estación de muestreo que corresponda a la unidad de vegetación Bosque basimontano o Bosque montano se establece el esfuerzo indicado para cada metodología (parcela de 50 m x 100 m) en la Tabla 4.

Tabla 2.9-41: Esfuerzo sugerido para la evaluación de los bosques basimontano y bosque montano, por estación de muestreo

Parámetros/ indicadores	Bosque basimontano	Bosque montano
	Metodología: parcela de 50 m x 100 m	
Riqueza de especies	1	
Composición por grupo funcional		
Cobertura de copa		
Altura de árboles dominantes		
Área basal		
Especies pioneras		
Tocón		

Fuente: MINAM, 2019c.

2.9.7. Páramos (Jalca)

Para cada estación de muestreo que corresponda a la unidad de vegetación de Páramo se establecen puntos de intercepción y transectos de intercepción, transectos, y cuadrantes de 1 m x 1 m.

Tabla 2.9-42: Esfuerzo sugerido para la evaluación de páramo

Parámetros/ indicadores	Metodología	Esfuerzo por estación de muestreo
Riqueza de especies	Puntos de intercepción (100 lecturas) para herbáceas. Transectos de 50 m x 2 m para plantas leñosas.	3
Composición florística		
Cobertura aérea	Cuadrante 1 m x 1 m	30
Altura de plantas dominantes (m)		

Parámetros/ indicadores	Metodología	Esfuerzo por estación de muestreo
Biomasa aérea		
Suelo desnudo superficial		

Fuente: MINAM, 2019d.

2.9.8. Referencias bibliográficas

- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015a). *Mapa nacional de cobertura vegetal*. Memoria descriptiva.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015b). *Guía de inventario de fauna silvestre*. Resolución Ministerial N° 057-2015-MINAM.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015c). Guía *de inventario de la flora y vegetación*. Resolución Ministerial N° 059-2015-MINAM.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2019a). *Guía de evaluación del estado del Ecosistema de bosque seco: Bosque estacionalmente seco de llanura, bosque estacionalmente seco de colina y montaña*. Lima: MINAM.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2019b). *Guía de evaluación del estado del Ecosistema de bofedal*. Lima: MINAM.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2019c). *Guía de evaluación del estado del Ecosistema de yunga: Bosque basimontano y montano*. Lima: MINAM.
- Ministerio del *Ambiente* (MINAM). (2019d). *Guía de evaluación del estado del Ecosistema páramo*. Lima: MINAM.
- Ministerio *del* Ambiente (MINAM). (2022). *Guía de evaluación del estado de los ecosistemas de bosque relicto: bosque relicto montano de vertiente occidental, bosque relicto altoandino y bosque relicto mesoandino*. Lima: MINAM.

Anexo 3

2 Línea Base Social

3.0 Lineamientos generales

3.0.1 Alcance

Como parte de la línea base se debe caracterizar los factores sociales, económicos y culturales identificados como relevantes en la fase inicial de diagnóstico, evaluación preliminar o *scoping*. La selección de los componentes a caracterizar y el nivel de detalle que se considere para cada uno deberán estar en función a su pertinencia para la evaluación de impactos de un determinado proyecto. Es decir, se recomienda analizar las variables de la línea base de manera particular para cada proyecto, respondiendo al contexto y dinámica social en que se planifica su desarrollo.

No debe perderse de vista la importancia de la línea base para la identificación preliminar de los impactos y su monitoreo a futuro. Es por eso que la línea base debe ser cuidadosamente diseñada para dar cuenta, de manera eficiente, los indicadores relevantes que permitirán identificar, evaluar y monitorear los impactos de un determinado proyecto. Si la línea base no cuenta con estas características es probable que contenga información no relevante y que demande recursos adicionales para su actualización.

3.0.02 Metodología

3.0.2.1 Revisión de información secundaria

El primer paso es la búsqueda y consulta de la información secundaria disponible que permita entender el contexto del área y de la población en la cual se aplicará el estudio.

Es muy importante partir de los datos oficiales con los que cuenta el Estado peruano en los diferentes sectores. Algunas de las fuentes que deben revisarse e incluirse en el análisis de los datos de la línea base son:

- Censos de población y vivienda del INEI.
- Proyecciones estadísticas de población del INEI.
- Datos de estadística educativa del Programa ESCALE, MINEDU.
- Mapas de establecimientos de salud, MINSA.
- Transferencias a los Gobiernos Nacional, Locales y Regional (canon), MEF0
- Base de datos de pueblos indígenas y originarios, MINCU.
- Registro de Reservas Indígenas y el Registro de Pueblos Indígenas en Situación de Aislamiento y Contacto Inicial (PIACI), MINCU.
- Herramientas que contienen información técnica sobre los PIACI, las áreas en las que habitan y se desplazan los PIACI, entre otros aspectos, MINCU.

La búsqueda de datos en estas fuentes debe hacerse partiendo del nivel regional hasta llegar al nivel distrital, que está disponible para la mayor parte de indicadores.

Como fuente de información que contribuya a definir aspectos metodológicos del recojo de información en campo y la elaboración de la línea base social, se puede revisar las Herramientas de Gestión Social para la Certificación Ambiental (SENACE, 2016).

Otro tipo de fuente secundaria que puede ser revisada es la que procede de estudios previos, ya sea de instituciones privadas que han realizado intervenciones en el área del proyecto, o de otros titulares que han incluido a esa población como su área de influencia y que por eso han desarrollado una línea base. En estos casos es muy importante:

- Revisar el sustento metodológico de dichos estudios: universo de estudio, unidad muestral, herramientas empleadas para el recojo de información.
- Evaluar la representatividad en la aplicación de las herramientas de recojo de información.
- Evaluar la calidad del estudio en función al cumplimiento de los objetivos trazados, propuesta de análisis, conclusiones, fuentes empleadas.
- Revisar el año de recojo de información y el año de publicación del estudio.

3.0.2.2 Trabajo de Campo (información primaria)

El trabajo de campo es el conjunto de acciones encaminadas a obtener en forma directa datos de las fuentes primarias de información, tales como: autoridades, representantes, líderes, población en general, entre otros.

Para proyectos de Categoría I es posible recabar la información necesaria a través de un diseño de investigación cualitativa. Esta información debe contextualizarse con las fuentes secundarias oficiales antes indicadas.

Para proyectos de Categoría II y III debe diseñarse una investigación basada en métodos cuantitativos y cualitativos.

El recojo de información primaria es fundamental para el estudio y caracterización de la población directamente afectada por el proyecto.

Se debe tener en cuenta que no se permite el ingreso de agentes externos a las Reservas Indígenas, a fin de preservar la salud de las poblaciones en aislamiento o contacto inicial, excepto a entes estatales en los casos previstos en el artículo 6 de la Ley N° 28736, Ley para la protección de pueblos indígenas u originarios en situación de aislamiento y en situación de contacto inicial y artículo 38 de su Reglamento.

3.0.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

La planificación del trabajo de campo consiste en definir la unidad muestral y diseñar las herramientas de recojo de información.

- Definición de la unidad muestral:

  La unidad muestral dependerá del tipo de estudio. Ha de considerase que una muestra es la parte o fracción representativa de un conjunto, ya sea de una población, universo o colectivo, que ha sido obtenida con el fin de investigar ciertas características del mismo.

  - Para el caso de los estudios con un diseño cualitativo, la unidad muestral será una persona o cada grupo de interés identificado dentro de dicha localidad.
  - Para el caso de los estudios con un diseño cuantitativo, la unidad muestral será el hogar.

  Es importante tener en cuenta las diferencias de ambos tipos de diseño de investigación, cuantitativo y cualitativo, al momento de definir una muestra. En los estudios cuantitativos el objetivo principal es realizar inferencias estadísticas las cuales permitan generalizar para toda

una población los resultados extraídos de una muestra. Por eso el muestreo en este caso debe ser de tipo probabilístico, siendo la condición básica que todas las unidades que conforman el universo tengan la misma probabilidad de formar parte de dicha muestra. Es así que un hogar es seleccionado en la medida en que forma parte de un universo (localidad). Cabe indicar que para el caso de la elaboración de líneas de base, el diseño aplicable es de tipo descriptivo pues lo que se requiere es caracterizar determinadas variables de una población determinada en un momento concreto.

Para asegurar la representatividad de una muestra en un estudio cuantitativo hay ciertos parámetros como el nivel de confianza (siendo aceptable usar un 90 o 95%) y el margen de error (siendo aceptable entre un 5 y 10%). La APA recomienda el uso de la fórmula de poblaciones finitas como un instrumento válido para el hallazgo de una muestra representativa. Esta fórmula se presenta a continuación:

$$n = \frac{Z^2\, p\,(1\text{-}p)\, N}{e^2\,(N\text{-}1) + Z^2\, p\,(1\text{-}p)}$$

Donde:

n = Muestra

Z = Nivel de confianza (usar 90 o 95)

N = Población o universo

P = Proporción esperada (convencionalmente este valor se ha establecido en 0.5)

e = Margen de error (entre 5 y 10)

En el caso de los estudios cualitativos, se trabaja con muestreos no probabilísticos donde no todos los sujetos tienen la misma probabilidad de formar parte de la muestra. El tipo de muestreo que puede aplicar a un estudio de línea base es el muestreo por conveniencia, en el cual los entrevistados son elegidos según los objetivos de la investigación: elegir a informantes que tengan conocimiento específico respecto a un tema determinado, elegir informantes hombres y mujeres, elegir líderes o representantes de determinadas organizaciones.

- Diseño de las herramientas

Las herramientas deben diseñarse considerando el recojo de información de las variables e indicadores seleccionados en la fase de diagnóstico, evaluación preliminar o *scoping*.

Para el diseño de la herramienta cuantitativa (encuestas), se debe considerar:

- La formulación clara de la preguntas, en los términos y palabras que puedan ser comprendidos por el informante;
- Las respuestas cerradas deben ser compatibles con la realidad local;
- Las percepciones deben recogerse a través de preguntas abiertas;
- La aplicación de cada cuestionario no debe durar más de 45 minutos;
- Complementar, de ser necesario, la información de aspectos productivos con croquis de las parcelas.

Para el diseño de la herramienta cualitativa (entrevistas) se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Identificar los temas que deben ser profundizados a fin de plantear preguntas clave;
- Priorizar las preguntas abiertas;
- Considerar una guía específica según el tipo de informante y el género;
- Diseñar los instrumentos para ser aplicadas en no más de 40 minutos por informante.

Para aquellos casos donde sea necesario realizar trabajo de campo en reservas indígenas o territoriales, se deberán utilizar los protocolos, requisitos, herramientas y/o demás normas pertinentes a los Pueblos Indígenas en Aislamiento Voluntario o Contacto Inicial (PIACI) que establezca el Ministerio de Cultura.

3.0.2.2.2 Proceso de recojo de información

Para la fase de recojo de información es muy importante que la población participante del estudio sea oportunamente informada de cuál es el objetivo del trabajo, las fechas, horarios y tiempo que tomará la aplicación de encuestas o entrevistas. Estos datos deben formalizarse con una carta de presentación del equipo que trabajará en la línea de base.

Junto con la carta de presentación es fundamental realizar una visita previa a fin de comunicar directamente los objetivos y los pasos a seguir para la elaboración de la línea base. En esta visita previa, además de entrar en contacto con las autoridades del lugar, debe visitarse a los representantes de organizaciones de base, responsables del sector educación y salud en la localidad, jefes de comisaría, entre otros que se consideren importantes.

El ingreso a campo debe hacerse siempre con la autorización de la autoridad local y con el consentimiento de la población participante.

En el proceso de recojo de información mismo debe considerarse las siguientes pautas:

- Organizar los equipos de campo de tal manera que no se interrumpa ni se interfiera con la dinámica local;
- Trabajar con personal local, que cumpla la función de guía;
- Aplicar las herramientas de recojo de información en la lengua local;
- Se debe explicar los objetivos del recojo de información a cada informante y cuantas veces sea requerido por los participantes;
- Realizar el registro fotográfico o audiovisual solo con el consentimiento expreso de la población.

Al finalizar el trabajo de campo debe informarse a la autoridad local o sus representantes sobre el cumplimiento de los objetivos. En caso se deba realizar una segunda visita se debe pedir recomendaciones a las autoridades y representantes locales para el desarrollo de esa segunda fase.

3.0.2.2.3 Representación espacial

Se debe tener en cuenta la georreferenciación de los siguientes componentes:

- Localidades, anexos y caseríos;
- Estancias próximas al área de uso del proyecto (en el caso de zonas de pastoreo);
- Fuentes de agua de uso doméstico, consumo de animales y riego que estén próximas al área de uso del proyecto;
- Infraestructura hídrica próxima al área del proyecto;
- Viviendas que serán reasentadas (de ser el caso);
- Áreas productivas que están próximas al área de uso del proyecto;
- Espacios o lugares reconocidos por la población como de interés cultural (rutas de peregrinación, lugares de pago a la tierra, cruces, etc.).

3.0.3 Referencias bibliográficas

- Normas APA Fórmula para calcular la muestra de una población. Obtenida el 18 de octubre de 2017. http://normasapa.net/formula-muestra-poblacion/
- SENACE (2016). Herramientas de gestión social para la certificación ambiental. Lima - Perú
- Resolución Viceministerial N° 004-2013-VMI-MC, que crea el Registro de Pueblos Indígenas en Situación de Aislamiento y en Situación de Contacto Inicial y el Registro de Reservas Indígenas.
- Directiva N° 001-2013/VMI/MC, "Normas, pautas y procedimientos para el Registro de Pueblos Indígenas en Situación de Aislamiento y en Situación de Contacto Inicial y el Registro de Reservas Indígenas", aprobada por Resolución Viceministerial N° 008-2013-VMI-MC.
- Ley N° 28736, Ley para la protección de pueblos indígenas u originarios en situación de aislamiento y en situación de contacto inicial.
- Directiva N° 004-2014-VMI-MC "Normas, pautas y procedimiento que regulan las autorizaciones excepcionales de ingreso a las Reservas Indígenas", aprobada por Resolución Viceministerial N° 012-2014-VMI-MC.

  Enlaces:
- http://www.cultura.gob.pe/es/interculturalidad/dpiaci/registro/reservasindigenas
- http://www.cultura.gob.pe/es/interculturalidad/dpiaci/registro/piaci

3.1. Demografía

3.1.1. Alcances

La demografía trata de las características sociales de la población y de su desarrollo a través del tiempo. La sección Demografía de la línea base social es el punto de partida para poder describir a la población de un área de estudio. Tal es así que las principales variables poblacionales (número de personas, sexo y edad) serán usadas para analizar otras variables como por ejemplo actividades económicas, nivel educativo, acceso a servicios de salud, etc.

Es importante tener en cuenta que la demografía no se limita a la medición de determinados indicadores sino que incluye necesariamente la interpretación y el análisis de los datos. Por ejemplo: una variable demográfica importante es la migración, que constituye uno de los procesos más sensibles a los cambios originados por un proyecto de inversión. En este caso será importante conocer el número y porcentaje de personas que han salido de su lugar de origen hacia otro (emigración) y de quienes han regresado al lugar de origen luego de haber emigrado anteriormente (inmigración), pero tan importante como contar con este dato será conocer las razones por las cuales ocurrió ese desplazamiento, saber además si es temporal o permanente, si solo migran varones o también mujeres, etc.

3.1.2. Metodología

Para obtener información demográfica para la línea base se debe realizar un estudio cuantitativo (Ver Sección 3.0). Se sugiere considerar como unidad de muestreo el hogar.

3.1.2.1. Revisión de información secundaria

Se sugiere revisar las siguientes fuentes de información:

- Censos Nacionales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). En donde se puede encontrar información a nivel de centros poblados, distritos, provincias y región. Asimismo, se encuentran disponibles los censos del año 1981, 1991 y 2007 que son útiles para hacer un análisis de las tendencias poblacionales.
- Proyecciones estadísticas del INEI. En donde se puede encontrar las proyecciones oficiales de población hasta el año 2025. En este link se puede revisar información relevante de diferentes aspectos demográficos https://www.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/publicaciones-digitales/
- Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO) elaborada por el INEI. Donde se encuentra información demográfica, de ingresos y gastos de las familias, la salud y educación de sus miembros, las características de la vivienda y el acceso a programas sociales, entre otras variables. El tamaño de muestra es cercano a los veinte mil hogares a nivel nacional, y permite actualizar información a nivel regional.
- Líneas base de estudios presentados a la autoridad evaluadora por otros titulares. En el siguiente link https://www.senace.gob.pe/atencion-al-ciudadano/consulta-ciudadana-de-proyectos/ se encuentran últimos estudios presentados al Senace y que cuentan en muchos casos con información demográfica que puede servir de referencia, especialmente en el caso de localidades pequeñas, cuyos datos no figuran en fuentes oficiales públicas.

La selección de las fuentes de información deberá considerar los siguientes criterios:

- Priorizar información oficial (INEI) sobre otras fuentes.

- Revisar la metodología considerada en los estudios y buscar la ficha técnica que debe contener el universo, la unidad de muestreo, el nivel de confianza y el margen de error, entre otros que sean relevantes para entender la dimensión y la rigurosidad del estudio revisado.

3.1.2.2. Trabajo de campo

Para el trabajo de campo de recojo de información demográfica se debe tener en cuenta las siguientes pautas:

- Verificar el universo a través de dos fuentes principales. Para el caso de la aplicación de una encuesta la verificación debe hacerse a partir de dos fuentes:

    a) El centro de salud local: que cuenta por lo general con el estimado de población que habita en las localidades más pequeñas (caseríos y anexos).
    b) Las autoridades locales: indagar si en el lugar hay algún encargado de registro civil y de lo contrario buscar a las autoridades local (alcalde de centro poblado menor, teniente gobernador, presidente de la comunidad campesina) a fin de validar el dato del universo de población. Como fuente de validación las autoridades comunales cuentan con un padrón comunal.

- Aplicar la encuesta en el idioma de los participantes del estudio. Para el caso de levantamiento de información demográfica, los datos deben ser proporcionados por el jefe de hogar, hombre o mujer, o por un cohabitante del hogar que sepa los datos de los demás miembros.

- Complementar la información de la encuesta, con entrevistas que profundicen sobre los movimientos migratorios de la población (emigración e inmigración). Para tal efecto, es valioso entrevistar a hombres y mujeres, así como a población de diferentes edades.

- En los casos en los que no se pueda recopilar información a nivel de cada localidad, agrupar el área de influencia para generar un solo universo que permita caracterizar a la población. De ser pertinente, en estos casos se puede clasificar o estratificar el universo en sectores que podrían corresponder a:

    a) Distancia al proyecto: agrupar a las localidades que se encuentren más próximas, a mediana distancia y a mayor distancia del proyecto;
    b) Altitud: que es un criterio útil para describir a la población y sus características en función al piso ecológico en el que se encuentran lo cual determina sus condiciones de vivienda, actividades económicas, acceso a servicios, etc.

- Evaluar la pertinencia de aplicar otros instrumentos de recojo de información cuando no sea posible aplicar encuestas. Si bien la aplicación de la encuesta es lo más recomendable, en el caso de localidades pequeñas o cuando no sea posible la aplicación de este instrumento, puede hacerse uso de una ficha de comunidad que permita recoger la información demográfica. Este recojo de información debe hacerse con las autoridades del lugar y, en lo posible, triangular la información aplicando la ficha a más de tres personas.

    a) Georreferenciar cada una de las localidades en las cuales se aplique la encuesta o la ficha de comunidad (usar coordenadas UTM WGS84).
    b) Adjuntar al informe de línea base los formatos utilizados en campo para el recojo de información.

3.1.3. Variables de estudio

- Población total (considerar el total para cada localidad del área de estudio);
- Población por área rural y urbana;
- Población por grupos de edad (considerar grupos quinquenales o cada cinco años de edad);
- Población por sexo;
- Número de hogares (considerar el total de hogares por cada localidad del área de estudio);
- Número promedio de personas por hogar (considerar a los residentes permanentes);
- Migración: inmigración y emigración (considerar los movimientos poblacionales entre regiones. Evaluar si hay algún lugar de nivel no regional, como distrito o localidad, al que la población se traslade con frecuencia para incluir el dato a ese nivel).

Para la evaluación de impactos sociales al analizar las variables precitadas debe considerarse:

- Cambios en los flujos de migración (por ejemplo: personas que llegarán con el proyecto, personas que retornan a su lugar de origen cuando se empieza un proyecto, lugares que podrían quedar despoblados);
- Cambios en la estructura demográfica (por ejemplo: en cuánto se incrementará la población de hombres por ingreso de personal foráneo, cuántos jóvenes migrarán una vez que los hogares cuenten con mayores ingresos);
- Cambios en el área de residencia (por ejemplo: qué lugares podrían empezar un proceso de urbanización, cuánta población dejará el área rural);
- Cambios en la composición del hogar (por ejemplo: identificar si puede incrementarse el número de mujeres jefas de hogar, prever si habrá alta emigración de la población joven).

Cuando el proyecto requiera de un proceso de reasentamiento se debe considerar la caracterización y análisis de las variables anteriores en las comunidades de acogida (aquellas que recibirán población).

3.1.4. Estacionalidad

Si bien el recojo de información demográfica no requiere estacionalidad, se debe considerar incluir en las entrevistas preguntas que permitan conocer si los movimientos poblacionales están relacionados a una época del año (ya sea por condiciones climáticas, actividades económicas, festividades; ferias, entre otros.).

3.2. Vivienda y servicios

3.2.1. Alcances

Las características de las viviendas y los servicios públicos son aspectos importantes para comprender el nivel de desarrollo de una localidad y la calidad de vida de su población.

El análisis de las características de las viviendas debe incorporar un enfoque intercultural que permita dar cuenta de las diversas formas en que una población se adapta al medio y construye sus propios modos de bienestar.

3.2.2. Metodología

Para obtener información de las condiciones de vivienda y acceso a servicios públicos se debe realizar un estudio cuantitativo (Ver Subsección 0). Se sugiere considerar como unidad de muestreo el hogar.

3.2.2.1. Revisión *de información secundaria*

Se sugiere revisar las siguientes fuentes de información:

- Censos Nacionales del INEI. Esta información es útil para ver la variación del estado de viviendas y el acceso a servicios. Considerar que el último censo oficial es del año 2007 y que las condiciones han variado significativamente a nivel nacional.
- Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO) elaborada por el INEI. Donde se encuentra información demográfica, de ingresos y gastos de las familias, la salud y educación de sus miembros, las características de la vivienda y el acceso a programas sociales, entre otras variables. El tamaño de muestra es cercano a los veinte mil hogares a nivel nacional, y permite actualizar información a nivel regional.

3.2.2.2. Trabajo de campo

Para recabar información sobre vivienda y servicios públicos se sugiere las siguientes pautas:

- Diferenciar el acceso a agua potable del agua entubada (sin tratamiento de potabilización);
- Considerar la (s) fuentes de agua que abastecen la infraestructura pública (de agua y alcantarillado);
- Considerar el número de horas que funcionan los servicios públicos;
- Considerar los modos en que la población se organiza para el abastecimiento de servicios básicos;
- Incluir la percepción sobre la calidad del agua de consumo humano;
- Incluir en entrevistas los modos en que la población construye sus viviendas (indagar si es de manera familiar, colectiva, si elaboran de manera rústica los materiales o si los compran, entre otros);
- Las opciones de respuestas en las fichas de encuestas deben ser acordes a la realidad de la localidad que se estudia. Para tal efecto, identificar previamente los tipos de materiales comunes en el área de estudio, nombres de las fuentes de energía y dejar abierta la opción de "otros" que deberá ser detallada por los informantes (especialmente en lugares de los cuales no se tenga referencia previa);
- En lugares donde exista transporte fluvial debe considerarse las rutas y zonas de embarque y desembarque de productos y personas;
- Georreferenciar los conglomerados de viviendas dentro del área de estudio (usar coordenadas UTM WGS84).

3.2.3. Variables de estudio

Para el trabajo de campo de recojo de información se debe tener en cuenta las siguientes pautas:

- Tipo de tenencia de la vivienda;
- Tipo de propiedad de la vivienda;
- Tenencia de títulos de propiedad;
- Materiales de la vivienda (techos, pared y pisos);
- Número de habitaciones por vivienda;
- Tipo abastecimientos de agua;
- Tipo de servicios higiénicos;
- Tipo de alumbrado;
- Fuentes de energía para uso doméstico;
- Modo de manejo de residuos sólidos;
- Disponibilidad de teléfono, internet, cable, al interior de la vivienda;
- Principales vías de comunicación (carreteras, caminos, ríos, etc.);
- Medios de comunicación más utilizado;
- Costo de los servicios de transporte.

3.3. Cultura

3.3.1. Alcances

El concepto de cultura es bastante amplio y refiere a un proceso abierto, en constante dinámica y cambio. La inclusión de este aspecto dentro de la línea base tiene la finalidad de contribuir a caracterizar a un grupo de personas (que en este caso conforman un área de estudio) teniendo en cuenta sus ideas, valores, creencias y tradiciones, a partir de los cuales van construyendo lazos sociales, formas de ver la naturaleza, sentidos de identidad y modos de interacción entre ellos y con los demás.

3.3.2. Metodología

Para realizar la caracterización cultural de una población se sugiere trabajar con herramientas cuantitativas y cualitativas.

Las herramientas cuantitativas (encuestas) permitirán recoger variables descriptivas importantes, tales como:

- Lengua materna
- Lengua de uso cotidiano
- Actividades domésticas según género
- Actividades económicas según género
- Actividades recreativas y culturales según género
- Religión
- Pertenencia a pueblos indígenas

Las herramientas cualitativas, como son las entrevistas en profundidad, la observación participante y la etnografía, permitirán por otro lado recoger los discursos y la narrativa que la población expresa con respecto a sus ideas, valores, creencias y tradiciones. La aplicación de estas herramientas cualitativas es prioritaria para la caracterización cultural de la población del área de estudio.

3.3.2.1. Revisión de información secundaria

Se sugiere revisar las siguientes fuentes de información:

- Base de datos de pueblos indígenas u originarios del Ministerio de Cultura. En http://bdpi.cultura.gob.pe/lista-de-pueblos-indigenas;
- Censo de Comunidades Indígenas de la Amazonía, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística e Información (INEI) el año 2007;
- Directorio de Comunidades Campesinas del Perú, SICCAM - Sistema de Información sobre Comunidades Campesinas del Perú, IBC-CEPES 2016;
- Directorio de Comunidades Nativas del Perú, SICNA - Sistema de Información sobre Comunidades Nativas de la Amazonía Peruana, IBC 2016;
- Atlas Sociolingüístico de Pueblos Indígenas de América Latina, estudio publicado el año 2009 por el Programa de Formación en Educación Intercultural Bilingüe para los Países Andinos (PROEIB Andes) y el Fondo Internacional de las Naciones Unidas para Emergencias de la Infancia (UNICEF). http://www.proeibandes.org/atlas/.
- Registro de PIACI y Registro de Reservas Indígenas. MINCU

3.3.2.2. Trabajo de campo

Para recabar información sobre los aspectos culturales se sugiere las siguientes pautas:

- Seleccionar a los informantes buscando su representatividad en función a:
    - Grupos de edad (jóvenes, adultos y adultos mayores);
    - Género, buscar igual número de informantes hombres y mujeres;
    - Lengua, incorporar informantes que representen las diferentes lenguas que se hablan en una localidad;
    - Poder, incorporar como informantes a autoridades y representantes en la misma medida que población común (que no detenta ningún cargo o función pública);
- En la observación participante, considerar los espacios públicos de interacción de la población, tanto de hombres como de mujeres, y, en la medida de lo posible, incluir espacios de niños. Algunos espacios donde se puede hacer observación participante son: actividades oficiales, izamiento de bandera, desfiles, ferias y mercados, corridas de toros, fiestas patronales, recreos en las instituciones educativas, lavaderos de ropa, entre otros;
- Georeferenciar los espacios con interés cultural: plazas, ferias, lugares de peregrinación, lugares de pago a la tierra, restos arqueológicos, entre otros.
- Colocar fecha exacta de las festividades o hechos de relevancia en la localidad estudiada. Indagar si son de carácter anual, o si se realizan con una frecuencia diferente;
- Incluir en el recojo de información aspectos relacionados a la interacción con los recursos naturales (tierra, agua, aire, minerales, bosques, bofedales, entre otros). Indagar sobre las prácticas asociadas al uso y conservación de estos recursos naturales, cómo se enseñan estas prácticas a los jóvenes, quienes las realizan, quienes o qué instancia las regula;
- Registrar los nombres comunes que se utiliza para los animales y plantas más característicos del lugar, incluyendo sus usos. Considerar se manera particular el uso de plantas medicinales y registrar los lugares de recolección;
- Ubicar y georeferenciar los cuerpos de agua en donde se practica la pesca (de subsistencia y de recreación). Registrar el modo de pesca (equipos y materiales utilizados).
- Identificar, y en lo posible georeferenciar, los lugares de caza (animales cazados, usos del animal cazado).

3.3.3. Variables de estudio

- Lengua materna y uso de la lengua materna;
- Tipo de parentesco;
- Religión;
- Uso de recursos naturales con fines culturales: uso de plantas o animales con fines medicinales, artesanales, rituales;
- Roles masculino y femenino por sexo y edad;
- Participación de las mujeres en la toma de decisiones al interior de la unidad doméstica; participación de las mujeres en el ámbito público;
- Percepción de la violencia de género: respuestas sociales a la violencia de género.
- Expresiones culturales de los grupos de interés;
- Derechos colectivos: formas de propiedad de la tierra, formas de organización para el uso de recursos;
- Restos arqueológicos o de interés cultural.

Para la evaluación de impactos sociales al analizar las variables precitadas debe considerarse:

- Cambios en el uso del idioma local;
- Cambios en los roles de género debido a la presencia de personas foráneas;
- Interferencia de actividades del proyecto con fechas del calendario festivo o con actividades culturales;
- Cambios en la forma de propiedad de la tierra;
- Cambios en el involucramiento de las mujeres en el espacio público;

- Interferencia de actividades del proyecto con modos tradicionales de organización social;
- Interferencia de actividades del proyecto con uso de espacios públicos (considerar que un espacio público se define en función al uso y no a la infraestructura presente);
- Interferencia de actividades del proyecto con áreas en las cuales hay restos arqueológicos o bienes culturales tangibles;
- Patrimonio inmaterial cultural: área de uso ritual-cultural-turístico, número de visitantes, tiempo de visita y horario de atención;
- Posibilidad de incremento de la violencia de género.
- Cambios en la disponibilidad de recursos con fines culturales.

3.3.4. Estacionalidad

Si bien el recojo de información en el tema cultural no requiere estacionalidad, se debe considerar incluir en las entrevistas preguntas que permitan conocer los aspectos culturales en cada época del año. Se debe partir de entender cómo la población del área de estudio organiza el tiempo y en función a ello establece un calendario para desarrollar sus actividades culturales.

3.4. Educación

3.4.1. Alcances

La caracterización de las condiciones educativas de las localidades que se ubican en el entorno de un proyecto, permitirá conocer las capacidades y competencias de mano de obra local, así como los recursos educativos a los que tiene acceso la población.

3.4.2. Metodología

La información para caracterizar la situación educativa se puede obtener a través de la aplicación de técnicas cuantitativas y/o cualitativas:

- Técnicas cuantitativas
  En el cuestionario se considerará la incorporación de preguntas relacionadas al nivel educativo de los miembros del hogar, su asistencia regular a un centro de estudios al momento de ser encuestado, su habilidad para leer y escribir, las carreras profesionales o técnicas cursadas por aquellos con nivel educativo superior, así como otras variables educativas que podrían requerirse en función a las características específicas del proyecto.

- Técnicas cualitativas
  La aplicación de instrumentos cualitativos debe contemplar preguntas relacionadas a la infraestructura educativa existente en las localidades del entorno del proyecto, las principales causas de deserción o atraso escolar, percepciones en relación a la calidad educativa, acceso a una educación intercultural bilingüe, entre otras.

Adicionalmente se recomienda la revisión de estadística de las instituciones educativas a las que acude la población local con mayor regularidad, la que se encuentra actualizada en el portal web del Ministerio de Educación.

3.4.2.1. Revisión de información secundaria

Se sugiere revisar las siguientes fuentes de información:

- Estadística de la Calidad Educativa (ESCALE) del MINEDU http://escale.minedu.gob.pe/inicio: Provee información por institución educativa de las siguientes variables: número de alumnos por sexo y año de estudio, número de secciones, número de docentes, georreferenciación de la institución educativa, entre otras.

- Documento *Indicadores de la educación, especificaciones técnicas* de la UNESCO http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/education-indicators-technical-guidelines-en_0.pdf: Contiene la definición, método de cálculo e interpretación de las principales variables para describir y analizar la situación educativa de una población.

3.4.2.2. Trabajo de campo

Para recabar información sobre educación se sugiere las siguientes pautas:

- La información cuantitativa debe recogerse para todos los miembros del hogar a partir de los 3 años de edad;

- Identificar las instituciones educativas a las que acude la población con mayor regularidad. Además, establecer los medios y tiempos de traslado hacia estas instituciones, a fin de evaluar la accesibilidad geográfica.

- En los instrumentos de recojo de información cualitativa se sugiere incluir preguntas abiertas para conocer la percepción de la población en relación a los recursos educativos locales (infraestructura y equipamiento de las instituciones educativas, suficiencia en el número y la calidad de la enseñanza de los docentes, acceso a la educación intercultural bilingüe en los casos que corresponda, posibilidades de acceso a la educación superior en la zona, entre otros).

- Durante la aplicación de herramientas cualitativas para la elaboración de la línea base social se recomienda incluir a representantes de las instituciones educativas (directores, profesores, presidentes de APAFA, entre otros).

3.4.3. Variables de estudio

El recojo de información para la caracterización de la situación educativa considerará las siguientes variables:

- Nivel educativo de la población de 15 años a más;
- Tasa de analfabetismo (población total y por sexo);
- Tasa de alumnos por docente;
- Tasa de asistencia escolar;
- Tasa de deserción escolar;
- Principales causas de deserción escolar
- Tasa de atraso escolar;
- Principales causas de atraso escolar;
- Tasa de la población en edad escolar no matriculada;
- Accesibilidad de la población a la educación básica regular (inicial, primaria y secundaria);
- Accesibilidad de la población a la educación intercultural bilingüe;
- Accesibilidad de la población a la educación superior;
- Porcentaje de la población con educación superior;
- Principales carreras profesionales y técnicas de la población local.

3.5. Salud

3.5.1. Alcances

Para la caracterización de las condiciones de salud de una población se ha de considerar aspectos relacionados con:

- Las principales afecciones a la salud de la población (causas de morbilidad y mortalidad);
- La oferta de servicios de salud;
- La capacidad resolutiva de los servicios de salud locales (disponibilidad de recursos humanos y logísticos con los que cuentan dichos establecimientos para atender a sus usuarios);
- La identificación de prácticas tradicionales para abordar los problemas de salud.

3.5.2. Metodología

Para obtener información de las condiciones de salud local se debe considerar la revisión de las estadísticas de los establecimientos de salud a los que acude la población con mayor regularidad.

A fin de facilitar el recojo de información en estas instituciones es conveniente elaborar fichas para consignar los datos que son de interés para el estudio (causas de morbilidad, número de muertes maternas, número de camas hospitalarias, número de médicos, entre otros).

Además, la aplicación de instrumentos cualitativos pueden apoyar el recojo de información en relación a las prácticas tradicionales más comunes para abordar los problemas de salud a nivel local, así como las percepciones de la población en relación a la capacidad resolutiva de los establecimientos de salud.

3.5.2.1. Revisión de información secundaria

Se sugiere revisar las siguientes fuentes de información:

- Estadísticas del portal web del MINSA http://www.minsa.gob.pe/index.asp?op=6#Estadística: Provee información hasta el nivel distrital de: proyecciones de población, nacimientos, defunciones, estadística anual de atendidos y atenciones en establecimientos de salud y recursos humanos.

- Portal web de la SUSALUD http://app20.susalud.gob.pe:8080/registro-renipress-webapp/listadoEstablecimientosRegistrados.htm?action=mostrarBuscar#no-back-button: Provee información logística, georreferenciación y galería fotográfica de los establecimientos de salud a nivel nacional.

- Portal web del Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades http://www.dge.gob.pe/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=307&Itemid=155: Se encuentra la versión digital de los Boletines Epidemiológicos a nivel regional, los que contienen estadística actualizada en función a las semanas epidemiológicas (SE) a nivel regional. Además, este portal web presenta los boletines virtuales con información anual de los indicadores básicos en salud a nivel regional.

- Norma Técnica Categorías de los Establecimientos del Sector Salud (NT N° 0021 –MINSA DGSP V.01): Este documento establece la tipificación de los establecimientos de salud de acuerdo a los niveles de atención hacia los cuales se orienta. Además, presenta la definición de términos básicos que orientarán el análisis de la capacidad resolutiva de los servicios de salud local.

- Portal web de la OMS: Cuenta con recomendaciones en relación a indicadores logísticos para establecer la capacidad resolutiva de los establecimientos de salud. Por ejemplo, la OMS ha establecido que una población debe contar con una tasa promedio de 23 médicos, enfermeras y obstetra por cada 10,000 habitantes, a fin de garantizar los servicios esenciales de salud materna e infantil (http://www.who.int/hrh/workforce_mdgs/es/)

3.5.2.2. Trabajo de campo

Para recabar información sobre salud se sugiere las siguientes pautas:

- Identificar los establecimientos de salud a los que acude la población con mayor regularidad y la micro-red a la que estos pertenece. Algunos establecimientos carecen de sistema informático, por lo que su estadística es procesada en la micro-red de salud a la que corresponden.

- Durante la aplicación de herramientas cualitativas para la elaboración de la línea base social se recomienda incluir al representante de salud a nivel local (profesional o técnico a cargo del establecimiento de salud, promotores de salud, personal a cargo de los botiquines comunales, entre otros).

- En los instrumentos de recojo de información cuantitativa y/o cualitativa se sugiere incluir preguntas abiertas en relación a las prácticas tradicionales más comunes para abordar los problemas de salud y percepciones acerca la capacidad resolutiva de los establecimientos de salud a los que acuden (infraestructura, equipamiento, recursos humanos, entre otros).

3.5.3. Variables de estudio

El recojo de información para la caracterización de la situación de salud tendrá en cuenta las siguientes variables:

- Principales causas de morbilidad;
- Principales causas de mortalidad;
- Tasa de mortalidad materna;
- Tasa de mortalidad infantil;
- Tasa de médicos por habitantes19;
- Tasa de promotores de salud por habitantes;
- Tasa de camas hospitalarias por habitantes;
- Tiempo promedio para el traslado hacia el establecimiento de salud local;
- Tiempo promedio para el traslado hacia los establecimientos de salud de referencia (centros materno-infantiles, hospitales generales u hospitales especializados);
- Prácticas tradicionales más comunes para atender problemas de salud.

[19] Ante la posibilidad de ausencia de médicos en algunos establecimientos de salud en las zonas rurales del Perú también es posible incluir la variable: tasa de personal del equipo básico de salud (médicos, enfermeros/as y obstetras) por habitantes.

3.6. Economía

3.6.1. Alcance

La presente subsección aborda un tema de particular interés y que contiene variables importantes para la evaluación de impactos sociales, pues, están relacionadas directamente a las actividades que realiza la población para su subsistencia y desarrollo. Además, estas actividades tienen una relación directa con los recursos naturales aprovechables por la población, lo cual les confieres especial relevancia al momento de evaluar cómo los impactos ambientales pueden repercutir en los modos de vida y en el bienestar de los grupos humanos.

3.6.2. Metodología

Para obtener información económica sobre las dinámicas económicas y que ésta contribuya a la elaboración de la línea base, se deberá realizar un estudio cuantitativo (Ver Subsección 0) el cual debe complementarse con información cualitativa.

Se sugiere considerar como unidad de muestreo el hogar.

3.6.2.1. Revisión de Información Secundaria

Se sugiere revisar las siguientes fuentes de información:

- Censos Nacionales del INEI. En donde se puede encontrar indicadores macroeconómicos a nivel de centros poblados, distritos, provincias y región. Asimismo, se encuentran disponibles los censos del año 1981, 1991 y 2007 que son útiles para hacer un análisis de las tendencias, por ejemplo: variación de la PEA, cambios en las actividades principales, etc.
- Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO) elaborada por el INEI. Donde se encuentra información de ingresos y gastos de las familias. El tamaño de muestra es cercano a los veinte mil hogares a nivel nacional, y permite actualizar información a nivel regional.
- Consulta de Transferencias a los Gobiernos Nacional, Locales y Regional (Ministerio de Economía y Finanzas). Es un portal web donde se muestra información sobre la normatividad, composición, criterios de asignación y montos de los principales conceptos por los cuales el Gobierno Nacional realiza transferencias a los organismos del Gobierno Nacional y a los Gobiernos Regionales y Locales (http://apps5.mineco.gob.pe/transferencias/gl/default.aspx)

3.6.2.2. Trabajo de Campo

Para el trabajo de campo se debe tener en cuenta las siguientes pautas:

- Considerar la actividad económica de todos los miembros del hogar, diferenciando la actividad del jefe (a) del hogar de la de los demás miembros.
- Para establecer las categorías de ocupación puede emplearse como referencia el Clasificador Nacional de Ocupaciones (INEI, 2016). Sin embargo, es importante tener en cuenta que las categorías del INEI suelen ser amplias y que para los objetivos de la Línea Base Social de un Estudio de Impacto Ambiental en algunos casos debe hacerse sub clasificaciones que tengan en cuenta por ejemplo diferenciar a los agricultores, ganaderos y trabajadores forestales.
- Los indicadores de empleo y desempleo deben analizarse según el contexto, ya que por ejemplo los conceptos de "trabajar" o "buscar trabajo" pueden variar en su significado según se trate de poblaciones urbanas o rurales.
- Existen varias dificultades a la hora de realizar el cálculo de los indicadores económicos y de empleo, una de ellas se relaciona con el tipo de economía que se pueda encontrar en el lugar donde se realiza la línea base que servirá al EIA. Por ejemplo: que se trata de economías rurales muy diversificadas (más de una actividad económica para cada miembro del hogar),

donde los ingresos ni las horas de trabajo son fijas y donde el producto de la actividad varía de precios en función a la demanda del mercado y las épocas del año (por ejemplo, en el caso de la agricultura, pesca y actividad forestal). Es por ello que no se puede aplicar las metodologías clásicas que pueden ser idóneas para ámbitos urbanos. En estos casos, es muy importante contextualizar adecuadamente las variables y exponer en detalle la metodología empleada para cada cálculo requerido por la normativa. Es decir, explicitar en la línea base cómo se realizó el cálculo de ingresos mensuales, cómo se halló la PEA ocupada y desocupada, etc.

- Asimismo, al presentar los datos por localidad y realizar el análisis, se debe tener en cuenta que este último ha de realizarse diferenciando la población urbana y rural.
- Para analizar los datos de producción es importante incorporar la variable de altitud, considerando por ejemplo que la producción de un determinado cultivo varía según se encuentre a 1500 msnm o sobre los 2500 msnm.
- Se sugiere emplear el criterio de tiempo para identificar cuál es la actividad principal y la secundaria.
- Se debe complementar la información de la encuesta, con entrevistas que profundicen los modos de producción orientadas a conocer el esfuerzo, las motivaciones y los beneficios de las actividades realizadas. Asimismo, a conocer cómo la población se organiza para desarrollar sus actividades económicas (por ejemplo: distinguir si es una organización familiar o colectiva).

3.6.2.3. Variables de estudio

La información que debe incluirse en la línea base es:

- La Población en edad de trabajar (PET), es la población mayor a 14 años (según los criterios de la Organización Internacional del Trabajo).
- La Población Económicamente Activa (PEA), la cual está comprendida por todas las personas de catorce (14) años y más que en el momento del recojo de información: se encontraban trabajando; no trabajaron, pero tenían trabajo (faltaron por alguna razón); o, estaban buscando trabajo activamente.
- La Población Económicamente Inactiva (PEI) es el grupo de personas en edad de trabajar que no participan en el mercado laboral. Es decir, que no realizan ni buscan alguna actividad económica. Está conformada por los estudiantes, jubilados o pensionistas, rentistas, personas dedicadas a los quehaceres del hogar, ancianos, etc. Esta denominación se usa indistintamente con el de Población Económicamente No Activa (No PEA).
- Categorías de ocupación de la PEA. Para el caso de esta variable es importante tener en cuenta la diferencia entre las definiciones de empleo y ocupación. De acuerdo al INEI el empleo se define como un conjunto de funciones y tareas desempeñadas por una persona o que se prevé que ésta desempeñe, para un empleador o por cuenta propia. Por su parte, la ocupación se refiere al tipo de trabajo que se realiza en un empleo. El concepto de ocupación se define como un conjunto de empleos cuyas principales funciones y tareas se caracterizan por un alto grado de similitud entre las mismas.[20]
- Desempleado. Se considera en esta categoría a aquellas personas (de 14 años y más) que, en la semana de referencia, no estaban trabajando pero estaban disponibles para trabajar y que además buscaron trabajo remunerado o lucrativo.
- Tasa de desempleo. Expresa el nivel de desocupación entre la población económicamente activa. Se calcula dividiendo la población de 14 años y más que no está trabajando y busca trabajo (es decir, que son parte de la PEA) entre la PEA (ocupados más desocupados).

[20] Clasificador Nacional de Ocupaciones 2015. Basado en la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones 2008 elaborado por la OIT. INEI, 2016.

- Subempleo. Refiere a aquella población cuya ocupación es inadecuada, respecto a determinadas normas como las de nivel de ingreso, aprovechamiento de las calificaciones, productividad de la mano de obra y horas trabajadas. Cabe indicar que no existe uniformidad internacional respecto a la clasificación del subempleo. Por lo general se presentan dos tipos de subempleo: el subempleo visible, que refleja una insuficiencia en el volumen de empleo (jornada parcial de trabajo) y el subempleo invisible, caracterizado por los bajos ingresos que perciben los trabajadores. Es importante que este indicador es pertinente solo para población urbana.
- Tasa de subempleo. Se calcula dividendo la cantidad de personas subempleadas entre el total de la PEA y multiplicando este resultado por 100.
- Ingresos mensuales. Se refiere a la cantidad de dinero percibida por la actividad económica. En el caso de la línea base para la elaboración de un EIA se recomienda emplear el dato de ingreso a nivel familiar (es decir la suma del ingreso reportado por todos los miembros del hogar). Además se debe contextualizar el dato considerando que a nivel rural el cálculo estará en función a la producción obtenida (la cual es variable y en muchos casos difícil de cuantificar a nivel mensual). Lo importante es en estos casos aproximarse a un valor promedio que permita comparar los niveles de ingresos. También puede hacerse una comparación a partir de los ingresos por actividad. Lo cual puede obtenerse de calcular el ingreso promedio para cada una de las actividades reportadas por la población.
- Actividades económicas. Considerar de manera particular la descripción de las actividades productivas que tienen relación con el uso de recursos naturales (agricultura, ganadería, silvicultura, pesca), priorizando la descripción de actividades según el contexto de cada área de estudio y Proyecto. También considerar las actividades comerciales y la articulación de la producción local con los mercados existentes (a nivel distrital y regional).

Para la evaluación de impactos sociales al analizar las variables presentadas debe considerarse:

- Cambios en los indicadores de empleo: PEA ocupada y PEA desocupada (considerar estos cambios según género).
- Cambios en los ingresos monetarios.
- Nuevas fuentes de ingresos (por compra de terrenos superficiales, compensaciones, empleo, etc.).
- Nuevas actividades económicas que se incorporan a la economía local (por ejemplo minería, proveedores de servicios, transporte, entre otros).
- Cambios en las actividades económicas de la población (considerar estos cambios según género).
- Cambios en los medios de subsistencia de la población (áreas agrícolas, áreas de pastoreo de ganado, fuentes de agua con uso agrícola o pecuario, ríos en donde se practique la pesca, zonas de tala).
- Cambios en la dinámica comercial local (oferta o demanda de bienes, número de proveedores, nuevas formas de intercambio, etc.).
- Interrelación económica con otros grupos sociales externos a las áreas de influencia.
- Nuevos liderazgos económicos entre los grupos de interés.
- Cambios en la disponibilidad de recursos con fines de subsistencia o consumo[21].

3.6.2.4. Estacionalidad

Se debe considerar incluir en el recojo de información preguntas que permitan conocer la variación de las actividades económicas a lo largo del año (ciclos productivos, épocas de intercambio, periodos de veda, etc.)

[21] Artículo 15, numeral 1 del Convenio N° 169 de la OIT sobre pueblos indígenas y tribales.

3.7. Territorio y recursos naturales

3.7.1. Alcance

En términos generales el territorio es el espacio geográfico construido socialmente, por lo tanto, refiere a las formas de organización de los pueblos y sus gobiernos. El territorio incluye el suelo, el subsuelo, el espacio aéreo y el mar. Contiene las ideas de pertenencia y de proyectos que una sociedad desarrolla en un espacio dado.

3.7.2. Metodología

Para obtener información sobre el territorio y los recursos naturales se deberá aplicar herramientas cualitativas de recojo de información que prioricen la descripción detallada de los recursos que la población utiliza para su subsistencia y desarrollo, así como el modo de organizarse y aprovechar dichos recursos.

Se sugiere considerar como unidad de muestreo los grupos de interés identificados previamente en función al uso de recursos naturales.

Asimismo, se recomienda utilizar como insumo los contenidos metodológicos de las memorias descriptivas de los estudios temáticos elaborados en el marco de la Zonificación Ecológica Económica, en caso corresponda.

3.7.2.1. Revisión de Información Secundaria

Se sugiere revisar las siguientes fuentes de información:

- Se sugiere visualizar el área de estudio en Google Earth a una escala que permita visualizar áreas de asentamiento de población, zonas de bosque, bofedales y fuentes de agua (ríos y lagunas). Asimismo superponer las capas de los límites comunales (de comunidades campesinas y nativas), y los límites político-admisnitrativos. Esta identificación puede apoyar de manera referencial el trabajo de campo.
- Areas Protegidas existentes en el área de estudio: considerar las identificadas por el SINANPE, así como las áreas de conservación regionales (ACR) y las áreas de conservación privadas (ACP).
- Reservas Indígenas o Reservas Territoriales en el área de estudio: considerar las establecidas por el Ministerio de Cultura, por ejemplo: el Registro de PIACI y el Registro de Reservas Indígenas y Reservas Territoriales.
- Áreas en trámite para el establecimiento de Reservas Indígenas, por ejemplo: el Registro de PIACI y/o solicitar información oficial al Ministerio de Cultura.

3.7.2.2. Trabajo de Campo

Para el trabajo de campo se debe tener en cuenta las siguientes pautas:

- Identificar previamente a los grupos de interés en función a los usos del territorio. Por ejemplo, en un área de estudio se puede identificar a los siguientes grupos de interés: comuneros, propietarios o posesionarios individuales, agricultores, piscicultores, ganaderos, cazadores, silvicultores, recolectores, etc.
- Identificar las formas de uso del territorio: si es familiar o comunal.
- La base de datos de campo debe contener la siguiente información: coordenadas UTM WGS84 y altitud de las áreas de uso.
- Aplicar herramientas de recojo de información cualitativo que priorice la interacción con la población y el registro del conocimiento local respecto a los usos y costumbres relacionados a los recursos naturales. Se sugiere emplear: mapas parlantes, grupos focales, etnografía, entrevistas en profunidad e historias de vida.

- Conisderar en el recojo de información el enfoque de género, para lo cual debe identificarse informantes hombres y mujeres, de ser posible, en igual proporción.

3.7.2.3. Variables de estudio

La información que debe incluirse en la línea base es:

- Usos de la tierra. Identificar los diferentes usos que se da a la tierra por cada uno de los grupos de interés identificados
- Uso de los recursos naturales. Identificar los usos de flora y fauna local y de las fuentes de agua.
- Conflictos actuales e históricos con respecto al uso de los recursos naturales o a la propiedad de la tierra.

Para la evaluación de impactos sociales al analizar las variables presentadas debe considerarse:

- Cambios en las dinámicas territoriales
- Cambios en el uso de los recursos naturales
- Cambios en las áreas de residencia
- Cambios en los tiempos de acceso a las áreas donde se extrae recursos naturales
- Cambios en los tiempos de recolección, pesca o extracción

3.7.2.4. Estacionalidad

Se debe considerar incluir en el recojo de información preguntas que permitan conocer la variación del uso de recursos naturales a lo largo deño año.

3.8. Organizaciones, grupos de interés e institucionalidad

3.8.1. Alcance

Todo grupo humano cuenta con un conjunto de representaciones colectivas, ideas y valores que estructuran la vida social. Es así que este conjunto de atributos subjetivos, unido a hechos concretos, hace que las personas formen grupos, organizaciones e instituciones para dar respuestas colectivas frente a determinadas situaciones. Por ejemplo: para la satisfacción de demandas de servicios básicos la población se organiza en Juntas Administradoras de Agua y Saneamiento (JAAS); para implementar alguna iniciativa de desarrollo se forman alianzas estratégicas; o para fortalecer la seguridad interna se forman Rondas Campesinas o Rondas Vecinales.

3.8.2. Metodología

Para identificar los aspectos referidos en esta subsección es muy importante hacer una búsqueda de información secundaria que permita contextualizar el escenario sociopolítico del área de estudio. Luego de ello se recomienda utilizar herramientas cualitativas (como entrevistas a profundidad, grupos focales u talleres de diagnóstico participativo) para identificar junto con la población local el marco institucional y las organizaciones sociales presentes en el área de estudio.

3.8.2.1. Revisión de Información Secundaria

Se sugiere revisar las siguientes fuentes de información para contextualizar la situación sociopolítica del área de estudio:

- Revisión del Monitoreo de Conflictos Sociales de la Defensoría del Pueblo. Esta institución mensualmente publica el estado de los conflictos sociales activos, latentes y resueltos registrados en el país. http://www.defensoria.gob.pe/conflictos-sociales/home.php
- Revisión del Monitoreo de conflictos sociales de la Presidencia del Consejo de Ministros (Oficina Nacional de Diálogo y Sostenibilidad de la Presidencia del Consejo de Ministros). Mensualmente esta oficina publica el documento denominado Willaqniki (el que avisa, en idioma quechua) que recopila la cuantificación, clasificación y tratamiento de los casos de conflictividad en el país. http://www.pcm.gob.pe/willaqniki_onds/
- Revisión de noticias, notas informativas, reportajes u otros relacionados a la localidad donde se desarrollará el proyecto. Se recomienda hacer una búsqueda de prensa local, incluyendo radios regionales.

3.8.2.2. Trabajo de Campo

Para el trabajo de campo de recojo de información se debe tener en cuenta las siguientes pautas:

- La unidad de muestreo en estos casos es el grupo de interés. Para ello debe identificarse primero a todos los grupos de interés existentes en el área de estudio; luego, en base a su representatividad, y la de sus miembros, se seleccionará a los informantes para la aplicación de entrevistas o para invitarlos a participar de grupos focales o talleres de diagnóstico.
- Durante el trabajo de campo se debe identificar la relación de los grupos de interés local entre sí y de éstos con los grupos de interés a nivel supralocal (distrital, provincial, regional o nacional). Es importante identificar esta articulación pues permitirá entender el modo en que se construyen los discursos locales y las formas de interacción con los nuevos actores (por ejemplo, las empresas, entidades públicas o los representantes de proyectos).
- El Mapeo de Grupos de Interés debe servir para identificar cuál es la base, el perfil y el modo de interlocución de cada actor social o grupo de interés, según los derechos u otras prerrogativas y/o características que les sean propias, y para ubicar a cada uno de ellos

dentro de un marco que permita entender su jerarquía y posición relativa dentro del conjunto total de actores.

3.8.2.3. Variables de estudio

La información que debe incluirse en la línea base es:

- Autoridades en cada localidad del área de estudio. Se debe considerar autoridades políticas (por ejemplo alcaldes, agentes municipales, tenientes gobernadores) y autoridades comunales (por ejemplo presidentes comunales, juntas directivas de las comunidades campesinas o nativas). También debe indagarse por cargos tradicionales (por ejemplo: varayoc o alcaldes de vara, apus, etc.)
- Instituciones del Estado. Este aspecto sirve para dar cuenta de la presencia del Estado en el área de estudio. Debe mapearse en campo la presencia de programas del Estado de los diferentes sectores, por ejemplo: Ministerio de Salud, Ministerio de Educación, Ministerio de Agricultura y Riego, Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables, Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social, entre otros.
- Instituciones privadas. Es importante identificar la presencia de Organismos No Gubernamentales, Empresas y sus rubros de trabajo (desarrollo sostenible, ciudadanía, medioambiente, investigación, industrias extractivas, empresas energéticas, etc.).
- Organizaciones de base. Es importante identificar la presencia de organizaciones de base y las razones y contexto de su formación.

Para la evaluación de impactos sociales al analizar las variables presentadas debe considerarse:

- Cambios en las relaciones de poder entre los grupos de interés en la localidad.
- Aparición de nuevos grupos de poder.
- Aparición de nuevas organizaciones u espacios sociales: Frentes de Defensa, Comités de Desarrollo, Mesas o Grupos de Diálogo.

Anexo 4

4. Línea base – Factores Transversales

4.1. Servicios ecosistémicos

4.1.1. Alcance

Como parte de la línea base se deben caracterizar los servicios que brindan los ecosistemas presentes en el área de estudio, también llamados servicios ambientales o ecosistémicos. Se debe tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Servicios ecosistémicos: beneficios que la gente recibe del ambiente y de la biodiversidad, es decir, el flujo continuo de beneficios que son provistos por el capital natural (MEA, 2005). De acuerdo con el Evaluación de los ecosistemas del milenio (MEA, 2005), los servicios ecosistémicos se dividen en cuatro tipos:
    - Servicios de aprovisionamiento: son los productos que se obtienen de los ecosistemas, como por ejemplo los alimentos, materiales naturales, agua, minerales, recursos medicinales, entre otros.
    - Servicios reguladores: se refiere a los beneficios obtenidos por los procesos de regulación de los ecosistemas, como por ejemplo la regulación del aire, del clima, del agua, de la erosión, de plagas y enfermedades, de peligros naturales, la purificación del agua y la polinización.
    - Servicios de apoyo o soporte: aquellos que se requieren para la producción de todos los demás servicios ecosistémicos. Estos incluyen el ciclo de los nutrientes, la producción primaria, la formación del suelo y la calidad del hábitat, y permiten que los ecosistemas provean servicios como el suministro de alimentos, el control de las inundaciones y la purificación del agua.
    - Servicios culturales: beneficios intangibles que la gente obtiene del ecosistema a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas, incluyendo actividades educativas, recreacionales y elementos espirituales e históricos.
- Grupos de interés: todas aquellas personas, grupos, organizaciones, empresas y comunidades que tengan algún interés relacionado a los recursos existentes en el área de estudio.

Los servicios ecosistémicos deben ser identificados y priorizados, teniendo en consideración la perspectiva de los pobladores locales y otros grupos de interés relevantes con presencia e injerencia a nivel local.

Los métodos y criterios sobre la evaluación de los servicios ecosistémicos están en constante evolución y actualización, por tanto los métodos propuestos en la presente guía son recomendaciones generales sin ser limitativos a la aplicación de nuevos métodos y modelos.

4.1.2. Metodología

La metodología para evaluar los servicios ecosistémicos tiene tres etapas principales, las cuales se muestran en la Figura 4-1 y son importantes para luego poder evaluar los impactos y diseñar las medidas de mitigación y/o compensación correspondientes.

Figura 4.5-2: Etapas generales para la elaborar la línea base de servicios ecosistémicos

4.1.2.1. Identificación de servicios ecosistémicos

Como primera etapa se deben identificar los cuatro tipos de servicios ecosistémicos que podrían brindar los ecosistemas presentes en el área de estudio del proyecto. Para ello, se debe contar con el mapa de vegetación que se elabora como parte de la línea base biológica (Sección 2.1), pues los ecosistemas a evaluar incluyen a las unidades de vegetación naturales y antrópicas identificadas, así como los cuerpos de agua presentes.

Para identificar los servicios ecosistémicos, de manera preliminar, se debe consultar las guías y bibliografía relevante disponible, tales como Costanza *et al*. (1997), DeGroot *et al*. (2002), Evaluación de los ecosistemas del milenio (2005), Daily y Matson. (2008), Clasificación TEEB (2010), IPIECA (2011), IFC (2012), Landsberg *et al*. (2013), entre otros. Por ejemplo, Landsberg *et al*. (2013) presentan un resumen de servicios ecosistémicos inferidos para distintos tipos de cobertura de suelo (Anexo 2 de Landsberg *et al*., 2013).

El producto de la primera etapa es la lista de servicios ecosistémicos potenciales del área de estudio. Se debe diferenciar los servicios directos (tangibles) de los indirectos (intangibles), así como aquellos que van a ser aprovechados por el proyecto (de los cuales depende) y aquellos que van a ser impactados por el proyecto.

4.1.2.2. Priorización de servicios ecosistémicos

Como segunda etapa es necesario realizar un trabajo de campo, para confirmar los servicios ecosistémicos presentes, ubicarlos espacialmente, y finalmente priorizarlos, teniendo en cuenta la opinión de los pobladores locales y otros grupos de interés relevantes.

- Se debe identificar los grupos de interés, principalmente autoridades y representantes a nivel local, que serán consultados para mapear y priorizar los servicios ecosistémicos. Se deben considerar criterios tales como:
  - Criterio económico-productivo: Asociado a los usos extensivos del terreno y recursos naturales con fines productivos o de abastecimiento;
  - Criterio identitario o cultural: Vinculado a la presencia de elementos culturales inmateriales distintos a aquéllos de la sociedad nacional que condicionen una relación simbólica particular con el hábitat. (lengua, costumbres, etc.).
- Se debe asegurar la representatividad de los informantes, en función a edad, sexo, ocupación, conocimientos de costumbres y creencias locales, entre otros.
- La metodología para el recojo de información puede ser cualitativa o cuantitativa.
  - Para poder conocer la ubicación y distribución de los servicios ecosistémicos en el área de estudios, se pueden elaborar mapas temáticos con los pobladores locales.
  - Se debe consultar y diferenciar entre servicios ecosistémicos presentes y aquellos que son valorados por los pobladores.
- En caso se identifiquen otros grupos de interés, como por ejemplo organizaciones no gubernamentales (ONG) que trabajen en la zona, se deberá realizar entrevistas o aplicar

algún otro mecanismo para obtener información sobre sus percepciones sobre los servicios ecosistémicos del área de estudio.

La información colectada en campo será utilizada para analizar los servicios ecosistémicos y priorizarlos, en base a su relevancia respecto al contexto del proyecto. Para priorizarlos se puede utilizar una escala numérica, como la planteada por Landsberg *et al*. (2011, 2013), en la cual los servicios ecosistémicos se califican entre poco relevantes y muy relevantes los servicios ecosistémicos, en una escala entre uno y cinco.

El producto de esta segunda etapa es una lista de servicios ecosistémicos priorizados, teniendo en cuenta la información recogida en campo. Aquellos servicios que sean muy relevantes para el proyecto (escalas más altas de priorización) y que tengan el potencial ser afectados por el proyecto y/o el proyecto depende de ellos para su desarrollo, serán evaluados en la tercera etapa.

4.1.2.3. Estado actual y tendencia de los servicios ecosistémicos priorizados

La tercera etapa representa un análisis de la perspectiva actual y de las tendencias espaciales y temporales sobre la capacidad de los ecosistemas para proveer servicios ecosistémicos en el área de estudio del proyecto. Se utiliza e integra información primaria de la línea base física, biológica y social, así como la información secundaria disponible.

Se recomienda el uso de modeladores como el software InVEST de Natural Capital Project (2018) para el mapeo y análisis de tendencias de los servicios ecosistémicos priorizados (Tabla 4.1-1). Se puede utilizar la herramienta *Scenario Generator para* simular múltiples escenarios a futuro, en base a la información proporcionada por los grupos de interés.

Tabla 4.5-43: Modelamiento y mapeo de servicios ecosistémicos

Modelador	¿Cómo trabaja?	Tipo de resultados	Resolución de mapas
InVEST	Provee modelos espaciales, usa mapas como fuentes de información y produce mapas como resultado del modelamiento.	Los resultados se presentan en términos de niveles biofísicos (por ejemplo, rangos de toneladas de carbono secuestrado por cada unidad de vegetación) o términos de niveles económicos (por ejemplo, rangos de valor actual neto de ese carbono secuestrado por cada unidad de vegetación).	La resolución espacial de análisis es flexible, permitiendo a los usuarios formular preguntas a escala local, regional o global.

Fuente: basado en The Natural Capital Project (2018).

Esta información se utilizará como insumo para realizar la evaluación de impactos. Los impactos potenciales a los servicios ecosistémicos serán evaluados siguiendo metodologías para su valoración integral, como la propuesta por Rincón-Ruíz *et al*. (2014). Asimismo, deberán ser valorados siguiendo la metodología de la Guía Nacional de Valoración Económica del Patrimonio Natural elaborada por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2015) para luego incorporarse en el capítulo de Valoración Económica de los Impactos del EIA.

4.1.3. Referencias bibliográficas

- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., Oneill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., y Van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387, 253–260.
- De Groot, R., Wilson, M., Boumans, R., (2002). A typology for the description, classification and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological Economics 41 (3), 393-408.
- Daily, G.C., y Matson, P.A., (2008). Ecosystem Services: from theory to implementation. PNAS 105 (28), 9455–9456.

- IPIECA. (2011). Ecosystem services guidance: Biodiversity & ecosystem services guide and checklist. The global oil and gas industry associaton for environmental and social issues. Londres, Inglaterra: International Association for Oil & Gas Producers.
- The Natural Capital Project. (2018). InVEST +VERSION+ User's Guide. Obtenido el 26 de noviembre de 2017: http://data. naturalcapitalproject.org/nightly-build/invest-users-guide/InVEST_+VERSION+_ Documentation.pdf
- Evaluación de los ecosistemas del milenio - Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis, Washington, DC.: World Resources Institute (WRI). Obtenido el 26 de noviembre de 2017: https://www.millennium assessment.org/documents/ document.354.aspx.pdf
- International Finance Corporation (IFC). (2012). Norma de desempeño 6: Conservación de la biodiversidad y gestión sostenible de recursos naturales vivos. Obtenido el 26 de noviembre de 2017: https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/6676d500498008eda47df6336b93d75f/PS%2B6%2Bclean%2Bfinal%2BSpanish.pdf?MOD=AJPERES
- Landsberg, F., S. Ozment, M. Stickler, N. Henninger, J. Treweek, O. Venn, y G. Mock. (2011). Ecosystem Services Review for Impact Assessment: Introduction and Guide to Scoping. WRI Working Paper. World Resources Institute, Washington DC. Obtenido el 13 de noviembre de 2017: http://www.wri.org/publication/ecosystemservices-review-for-impact-assessment.
- Landsberg, F., J. Treweek, M. Stickler, N. Henninger, y O. Venn. (2013). Weaving ecosystem services into impact assessment. A Step-By-Step Method - Abbreviated Version 1.0. World Resources Institute, Washington DC. Obtenido el 13 de noviembre de 2017: http://www.wri.org/publication/weaving-ecosystem-services-into-impact-assessment.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015). Guía Nacional de Valoración Económica del Patrimonio Natural elaborada por el Ministerio del Ambiente. Obtenido el 26 de noviembre de 2017: http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/ uploads/sites/6/2013/10/GVEPN-30-05-16-baja.pdf
- Rincón-Ruíz, A., Echeverry-Duque, M., Piñeros, A. M., Tapia, C. H., David, A., Arias-Arévalo, P. y Zuluaga, P. A. (2014=. Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: Aspectos conceptuales y metodológicos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C. Colombia, 151 pp. Obtenido el 26 de diciembre de 2017: http://www.iai.int/wp-content/uploads/2015/08/VIBSE_2014_1.pdf
- TEEB. 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations. Edited by Pushpam Kumar. Earthscan, London and Washington. Obtenido el 26 de noviembre de 2017: http://www.teebweb.org/our-publications/teeb-study-reports/ecological-and-economic-foundations/

4.2. Caudal Ecológico

4.2.1. Alcance

El caudal ecológico es definido en el artículo 153º del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (D.S. Nº 001-2010-AG) como el volumen de agua que se debe mantener en las fuentes naturales de agua para la protección o conservación de los ecosistemas involucrados, la estética del paisaje y otros aspectos de interés científico o cultural.

El caudal ecológico es importante para proyectos que harán uso de un porcentaje importante del flujo de un cuerpo de agua, a fin contar con información estacional que permita determinar la disponibilidad del recurso hídrico requerida por los proyectos de inversión, y sus efectos sobre los ecosistemas lóticos y lénticos, así como de los servicios ecosistémicos que estos proveen.

Para la determinación del caudal ecológico, en caso el proyecto se ubique dentro de Áreas Naturales Protegidas (ANP) o Áreas de Conservación Regional (ACR), se deberá considerar los objetivos de conservación del dichas áreas.

4.2.2. Metodología

4.2.2.1. Revisión de Información Secundaria

La revisión de la información secundaria debe seguir los lineamientos del Capítulo 1.0. Para el establecimiento del caudal ecológico la información a revisar será principalmente información climatológica, hidrológica e hidrobiología.

En el caso de estudios hidrológicos, la principal información secundaria a revisar serán los registros del SENAMHI, la ANA, en especial el SNIRH, y la información existente y pública de proyectos de aprovechamiento hídrico y energético.

4.2.2.2. Trabajo de Campo

Para la determinación del caudal ecológico referencial no es necesario realizar trabajos de campo ya que se basa en información secundaria. Los trabajos de campo requeridos para los estudios específicos abarcan diferentes disciplinas, por lo que los lineamientos a aplicar se encuentran en los lineamientos específicos de cada factor ambiental.

4.2.2.3. Evaluación y Análisis de Resultados

Se debe considerar la metodología de determinación de caudales ecológicos establecidos por la ANA vigente. Además existen otras metodologías utilizadas para la determinación del caudal ecológico dependiendo del aspecto sensible utilizado para la evaluación.

4.2.2.4. Métodos Hidráulicos

Se considera que variables hidráulicas simples como el perímetro mojado o la profundidad máxima, juegan como factores limitantes en la biota. Estos métodos, generalmente, se basan en estudios de una sección transversal de un río, para así relacionar la magnitud de la descarga con la profundidad de los cauces, velocidad y perímetro mojado.

Método Toe-Width Washington

Está diseñado para determinar el caudal que proporciona la profundidad y velocidad más adecuada en una sección transversal del cauce, donde los peces prefieren desovar. Las mediciones estiman un promedio de los anchos del canal estudiado. Dichos números se utilizan en ecuaciones que generan un valor único de caudal preferido por truchas y salmones para el desove. Los valores típicamente generados son más o menos comparables con los obtenidos, a través del IFIM con PHABSIM. Aunque este método es simple, económico, rápido y útil para determinar caudales, se considera que sólo es aplicable a peces que viven en pequeños arroyos de Washington occidental, y por lo tanto, no se recomienda a nivel científico (Swift 1976).

Método del Perímetro Mojado

Este es uno de los más conocidos y comúnmente utilizado en Estados Unidos de Norteamérica (Bragg *et al*., 1999 y Benetti, 2003). En él, se asume que la integridad del hábitat está directamente relacionada con el área húmeda. Consiste, básicamente, en la construcción de curvas que muestran la relación entre el caudal con el perímetro mojado. A partir de ellas, puede observarse que hasta un cierto volumen de agua, el perímetro crece rápidamente a medida que aumenta la descarga, pero sobrepasado este volumen, el perímetro se mantiene casi constante. Generalmente, el flujo recomendado es aquel cerca de este punto de inflexión, pues se presume es el nivel óptimo para el desove de peces o para la producción de invertebrados bentónicos (Stalnaker *et al*., 1995).

4.2.2.5. Métodos de Modelización o Simulación de Hábitat

Los métodos de modelización del hábitat y en particular el método PHABSIM (Physical Habitat Simulation) son uno de los modelos de definición de caudal ecológico más eficientes y más utilizados en la actualidad (Tharme, 2003). Las especies de peces están mejor adaptadas a ciertas características hidráulicas, estructurales y geomorfológicas. Al conocer cómo afecta el caudal a estas características, se puede predecir el caudal óptimo para mantener las poblaciones de estos peces.

Instream Flow Incremental Methodology (IFIM)

La metodología IFIM fue desarrollada por el US Fish and Wild life Service, e integra modelos hidráulicos con parámetros de calidad del agua, sedimentos, estabilidad de los cauces, temperatura y otras variables que afectan a los peces. El IFIM contiene un modelo que relaciona el caudal con los datos de hábitat (Physical Habitat Simulation System - PHABSIM). El modelo construye índices que exponen el grado de adaptación de las especies objetivo, a diferentes valores de velocidad, profundidad y características geomorfológicas específicas del río (Washington Department of Fish and Wildlife 2003).

Método de Simulación Física de Hábitat

El RHABSIM, es el método más utilizado en el Estado de Washington para calcular caudales ecológicos, ya que produce un modelo que muestra la relación entre los niveles de caudal y corriente con el hábitat físico de varias especies de peces, en diferentes etapas de su vida. El modelo utiliza mediciones reales (profundidad, velocidad y sustrato) de transectos a través del río para crear modelos hidráulicos. Estos se combinan con “criterios de idoneidad de las especies” (curvas de preferencia), para producir un índice que da cuenta de la cantidad de hábitat que es capaz de aprovechar un pez (una o varias especies) en las diferentes fases de su desarrollo, según diferentes niveles de caudal. El uso más valioso del RHABSIM es identificar y cuantificar las áreas de un cauce que no son adecuadas para las etapas específicas de la vida de un pez, pues se considera mejor determinar el umbral más bajo de caudal que el umbral óptimo. Los críticos se quejan que este método ha sido muy empleado por consultores, sin que las necesidades de hábitat de muchas especies de peces sean conocidas. Además, este método supone que los transectos seleccionados (Ejemplo perfiles batimétricos) son representativos de todo el tramo del río estudiado. Finalmente, este método no evalúa la alteración del hábitat en el tiempo (Bovee, 1982).

RHABSIM se estructura en varios módulos que ejecutan los procedimientos necesarios para la modelación hidráulica y del hábitat: el Navegador de RHABSIM y las rutas internas proporcionan un acceso a un proceso secuencial lógico (ver figura página primera). El primer módulo FIELDAT se utiliza para introducir los datos de campo con facilidad. Seguidamente HYDSIM realiza una completa simulación hidráulica de las distribuciones de profundidades y velocidades. En el módulo CRITERIA se almacena la información de los criterios de idoneidad de las especies analizadas. A continuación, con HABSIM se computa el hábitat que genera cada flujo simulado en términos de un Índice de Hábitat. El último módulo TIMESER analiza el efecto de las distintas alternativas de caudales en la calidad y cantidad del hábitat acuático.

Los criterios hidráulicos principales son las mediciones directas de profundidad, caudal y estrato en la sección trasversal a realizar, según la metodología de campo es realizar una sección trasversal con registro continuo, variante entre 1,0 a 0,50 m de distancia, según la amplitud del rio y registrando las 3 variables principales: profundidad, caudal y tipo de estrato.

4.2.2.6. Métodos Holísticos

Estos métodos asumen que si son identificadas las características esenciales del flujo hídrico que pueden generar un impacto ecológico y son incorporadas dentro de un régimen de flujo modificado, entonces la biota y la integridad funcional del ecosistema serán mantenidas. Los métodos holísticos, generalmente, tienen dos aproximaciones distintas o combinan estas dos (Arthington *et al*., 1998).

Método de Building Block - Aproximación Bottom-up

Se realiza sobre la base de grupos de trabajos multidisciplinarios, tomando en cuenta trabajos de investigación ya realizados, modelos para entender la respuesta caudal-características hidráulicas y juicios de expertos. Uno de los pasos críticos es la estimación de la importancia económica y social del área de estudio, realizándose una evaluación de la dependencia social y económica de los ecosistemas ribereños, en conjunto con la comunidad. Se determinan y describen en términos de duración y magnitud de los flujos que se recomendarán. La descripción de cada uno de los componentes del flujo son considerados como los building block, conformando los "Requerimientos de Caudal" para una cuenca o río (Instream Flow Requirements - IFR). Se denomina de tipo Bottom-Up, ya que el caudal recomendado es estimado a partir de un flujo mínimo hacia valores más altos.

Benchmarking - Aproximación Top- down

Se basa en principios similares al método Building Blo ck. A diferencia del mismo, el caudal es determinado desde un flujo máximo aceptable, hacia valores menores (aproximación Top-Down). Con la información disponible, modelos conceptuales y juicio de experto, se identifican indicadores hidrológicos que son considerados ecológicamente relevantes. Con estos indicadores, son caracterizados cauces escogidos dentro de un río como benchmark o de referencia. En estos cauces de referencia no existe necesariamente un caudal natural (puede estar regulado), pero cumplen con los variados niveles de caudal que se requieren en la cuenca. Posteriormente, en estos sitios se relacionan determinados impactos ecológicos en función de cambios en el caudal. De esta manera, se investiga cuánto puede cambiar el caudal antes que el ecosistema sea degradado (Brizga *et al*., 2002).

4.2.2.7. Representación espacial

Presentar mapas de ubicación de puntos de muestreo de calidad del aire a una escala adecuada, de tal manera que se puedan visualizar los componentes del proyecto y su ubicación respecto a poblaciones cercanas o áreas sensibles identificadas. Asimismo, de considerarse de utilidad, puede incluirse un mapa topográfico la topografía del área.

4.2.3. Referencias bibliográficas y documentos de consulta

- Stalnaker, C., Lamb, B., Henriksen, J., Bovee, K. & J. Bartlow. (1995). The Instream Flow Incremental Methodology. Washington D.C.: US Department of interior National Biological Service.
- Swift, C. (1976). *Estimation of Stream Discharges Preferred by Steelhead Trout for Spawning and Rearing in Western Washington*. USGS Open-File Report 75-155. Tacoma, Washington.

4.3. Paisaje visual

4.3.1. Alcance

Como parte de la línea base se debe caracterizar el paisaje dónde se emplazará el proyecto, para luego poder determinar cómo éste lo afectará. Esta sección se considera multidisciplinaria, pues requiere de información del medio físico, biológico y social, pues las unidades paisajísticas comúnmente están relacionadas con las unidades de vegetación y los cuerpos de agua de origen natural o antrópico, y el análisis se realiza considerando los puntos de observación de las personas y el valor que estas asignan al paisaje. Se deben tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Paisaje: cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos (Consejo de Europa, 2010). El paisaje es la expresión espacial y visual del medio.
- Unidades de paisaje: área geográfica con una configuración estructural, funcional o perceptivamente diferenciada, única y singular, que ha ido adquiriendo los caracteres que la definen tras un largo periodo de tiempo. Se identifica por su coherencia interna y sus diferencias con respecto a las unidades contiguas (Muñoz-Pedreros, 2004; Muñoz Criado, 2012). Se caracterizan básicamente por el relieve predominante, las condiciones climáticas, los cuerpos de agua presentes, la cobertura vegetal y su respuesta visual ante las actividades humanas que se presentan.
- Recursos paisajísticos: elementos lineales o puntuales singulares de un paisaje o grupo de éstos que definen su individualidad y que tienen un valor visual, ecológico, cultural y/o histórico (Muñoz Criado, 2012).
- Cuenca visual: conjunto de superficies que son vistas desde un punto de observación, es decir el entorno visual de un determinado punto (Tevar Sanz, 1996).
- Calidad visual: condición que permite calificar al paisaje de acuerdo al nivel de calidad de cada uno de sus componentes, obteniendo así paisajes de calidad alta, media y baja (BLM, 2010).
- Punto de observación: lugar específico desde el cual se analiza la exposición o entorno visual de la superficie y se realiza un análisis de la cuenca visual y calidad visual de un área en particular (Tevar Sanz, 1996).

En el capítulo de paisaje visual se evalúan los recursos paisajísticos del área de estudio con la finalidad de conocer los paisajes de mayor valor, cuya conservación deberá ser priorizada frente aquellos con valores menores. Se debe considerar que un cambio en las características visuales de una de las partes modificará los valores paisajísticos de todo el conjunto.

Como una segunda parte de este capítulo también se desarrolla el análisis de visibilidad, el cual consiste en definir cuencas visuales con la finalidad de identificar posteriormente el potencial de que los componentes del proyecto sean observados, así como establecer el valor escénico del paisaje (calidad visual) y su grado de respuesta ante las intervenciones relacionadas con las actividades del proyecto (capacidad de absorción visual y fragilidad visual). A partir del análisis de los resultados de estas dos variables se define la clasificación visual de cada cuenca visual evaluada.

4.3.2. Metodología

4.3.2.1. Identificación de los puntos de observación y las características generales del territorio

Se debe definir en gabinete los puntos de observación que luego serán evaluados en campo, con apoyo de los especialistas sociales y de las herramientas de que provén los sistemas de información

geográfica (SIG), teniendo en consideración los lugares con el mayor potencial de observación directa de los componentes del proyecto. Para ello se tomarán en cuenta los siguientes criterios: (1) presencia de centros poblados, en términos de volumen poblacional, dimensiones, emplazamiento y movilidad; (2) presencia de elementos de patrimonio cultural de la Nación desde los cuales se podría observar el proyecto, (3) vías de comunicación, en términos de frecuencia del tránsito; (3) presencia de miradores, naturales o construidos y frecuencia de visitantes y (4) accesibilidad visual, definida en base a la configuración del relieve y los elementos geográficos existentes. Una vez definidos, desde cada punto de observación se tomarán fotografías in situ hacia la zona donde se ubicarán los componentes del proyecto. Estas fotografías servirán para determinar las cuencas visuales y realizar el inventario de los elementos y componentes paisajísticos del área de estudio como el relieve, la vegetación, el clima, fauna y condiciones de visibilidad.

4.3.2.2. Determinación de las unidades paisajísticas

La delimitación de las unidades de paisaje se puede realizar tomando como base la metodología establecida por la guía metodológica para la elaboración de estudios de paisaje (Guía metodológica. Estudios de paisaje. Muñoz Criado, 2012), la cual organiza el territorio en zonas homogéneas de acuerdo a las características que presenta en base a aspectos adquiridos tras un largo periodo de tiempo, como la configuración de su relieve, la funcionalidad en el medio y la singularidad en relación a su entorno, considerando las características similares entre los componentes del territorio: forma del relieve, vegetación, uso de la tierra, agua y elementos culturales.

Estos componentes en conjunto, definirán la singularidad de la unidad a través de su organización y los recursos que presenten dentro del territorio.

El objetivo de dividir el territorio en unidades homogéneas es la caracterización del área de estudio para identificar sus rasgos distintivos y conocer aquellas unidades que merecen un adecuado manejo de conservación o las que posean mayor capacidad de absorción a los cambios que puedan producirse como parte de las actividades del proyecto.

Para determinar una unidad de paisaje se selecciona en primer lugar el componente central, que es el componente más representativo en el área de estudio, que podrían ser por ejemplo las unidades de vegetación y la fisiografía (forma, textura y estructuras de la superficie). Luego se cartografía el área definida, generando unidades homogéneas en base al elemento central escogido, y finalmente se agregan los componentes restantes del paisaje a las unidades ya generadas (Aguiló, 1993).

Cada unidad paisajística finalmente determinada debe estar descrita detalladamente en la línea base, y se debe indicar el área y porcentaje que ocupa dentro del área de estudio. Se deben incluir fotografías ilustrativas.

4.3.2.3. Evaluación visual del paisaje

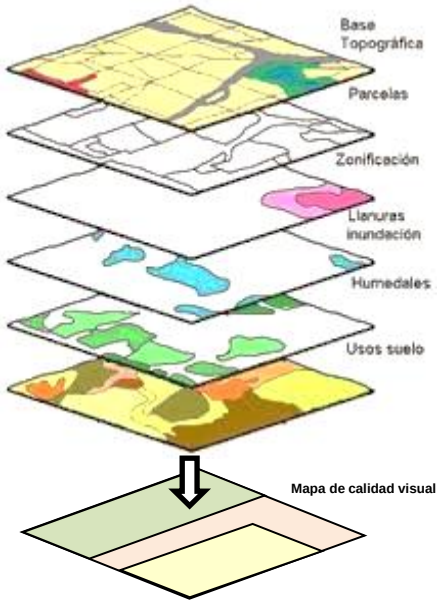
4.3.2.3.1. Evaluación de la calidad visual

Para el análisis de la calidad visual del paisaje se utiliza una adaptación del método indirecto propuesto por el Bureau of Land Management (BLM, 1980), denominado Matriz de determinación de la Calidad Visual del Paisaje.

A cada uno de estos elementos se le asigna un valor de acuerdo a los criterios establecidos en la Tabla 4-1. Luego, a partir de la suma de todos los valores de cada aspecto del paisaje, se definen tres clases de calidad visual (Tabla 4-2).

Este procedimiento se realiza en el SIG ArcGIS, donde se ponderan los elementos indicados en la tabla de atributos del mapa integrado de varios factores, por ejemplo, hidrografía, fisiografía, y

vegetación (Figura 4-2). Al final se generará un mapa con las tres unidades de calidad visual para el área de estudio.



Adaptado de: Perez, 2014.

Figura 4-2: Ilustración del proceso de superposición y ponderación de factores

Tabla 4-44: Matriz de determinación de Calidad Visual del Paisaje

Aspecto	Ponderación y descripción		
Geomorfología	Valor: 5	Valor: 3	Valor: 1
	Relieve muy montañoso, marcado y prominente o bien, relieve de gran variedad superficial o sistema de dunas o presencia de algún rasgo muy singular.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, poco o ningún detalle singular.
Vegetación	Valor: 5	Valor: 3	Valor: 1
	Gran variedad de formaciones vegetales, con formas, texturas y distribución interesantes.	Alguna variedad en la vegetación, pero sólo uno o dos tipos.	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación.
Agua	Valor: 5	Valor: 3	Valor: 0
	Factor dominante en el paisaje, apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidos, cascadas), láminas de agua en reposo.	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje.	Ausente o inapreciable.
Color	Valor: 5	Valor: 3	Valor: 1
	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.
Fondo Escénico	Valor: 5	Valor: 3	Valor: 0
	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.

Aspecto	Ponderación y descripción		
Singularidad o Rareza	Valor: 6	Valor: 2	Valor: 1
	Paisaje único o poco corriente, o muy raro en la región; posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional.	Característico, pero similar a otros en la región.	Bastante común en la región.
Actuaciones Humanas	Valor: 2	Valor: 0	Valor: -
	Libre de intervenciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.

Fuente: BLM, 1980.

Tabla 4-45: Valores para definir la clase de calidad visual

Clase	Calidad	Característica	Puntaje
A	Alta	Son áreas que reúnen características excepcionales para cada aspecto considerado.	19 a 33
B	Media	Son áreas que reúnen características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros.	12 a 18
C	Baja	Son áreas con características y rasgos comunes en la región Geomorfológica.	0 a 11

Fuente: BLM, 1980.

4.3.2.3.2. Evaluación de la capacidad de absorción visual y fragilidad visual del paisaje

Para el análisis de la fragilidad o grado de vulnerabilidad de los paisajes a los cambios que se puedan introducir, se utiliza la metodología de Yeomans (1986), la cual consiste en asignar puntajes a un conjunto de factores del paisaje considerados definitorios en las características del paisaje (Tabla 4-3). Luego de obtener la valoración sobre la capacidad de absorción visual, esta se suma y finalmente se define el valor final (Tabla 4-4).

La capacidad de absorción visual del paisaje se obtiene de:

$$CAV = Px\ (D + E + V + R + C)$$

Donde: P= Pendiente; D= Diversidad de vegetación; E= Estabilidad del suelo; V= Contraste suelo/vegetación; R= Vegetación – Regeneración potencial; C= Contraste suelo/roca.

Los valores de CAV altos indican una fragilidad baja de una unidad de paisaje determinada (Tabla 4-4). Con una CAV alta se puede inferir que cualquier actividad que se realice que tenga un impacto ambiental elevado podrá ser absorbida con mayor facilidad por los componentes del paisaje, minimizando por lo tanto sus impactos. En consecuencia, para establecer actividades que por sus dimensiones tengan un gran impacto visual, se recomienda utilizar unidades de paisaje que tengan una CAV alta, es decir, una fragilidad baja.

Tabla 4-46: Matriz de niveles de Capacidad de Absorción Visual (CAV)

Factor	Característica	Valores de CAV	
		Numérico	**Nominal**
Pendiente (P)	Muy empinado (pendiente > 55 %).	1	Baja
	Moderadamente empinado (25-55 % pendiente).	2	Moderada

Factor	Característica	Valores de CAV	
		Numérico	Nominal
	Relativamente plano, poco inclinado (0-25 % pendiente).	3	Alta
Diversidad de Vegetación (D)	Eriazo, pastos, matorrales. Sin vegetación.	1	Baja
	Coníferas, repoblaciones de árboles, cultivos alterados.	2	Moderada
	Diversificada (mezcla de claros y bosques).	3	Alta
Estabilidad del Suelo y Erosionabilidad (E)	Restricción alta, derivada de riesgo alto de erosión y alta inestabilidad, y pobre regeneración potencial.	1	Baja
	Restricción moderada debido a cierto riesgo de erosión e inestabilidad y mediana regeneración potencial.	2	Moderada
	Baja o ninguna restricción debido a riesgo bajo de erosión o baja inestabilidad y buena regeneración potencial.	3	Alta
Contraste Suelo/Vegetación (V)	Alto contraste visual entre el suelo expuesto y la vegetación adyacente.	1	Baja
	Contraste visual moderado entre el suelo expuesto y la vegetación adyacente (y todos los terrenos eriazos, cultivos y diversos tipos de vegetación).	2	Moderada
	Bajo contraste visual entre suelo expuesto y vegetación adyacente.	3	Alta
Potencial de Regeneración de Vegetación(R)	Bajo potencial de regeneración, Sin vegetación.	1	Baja
	Moderada regeneración o regeneración potencial.	2	Moderada
	Alta regeneración.	3	Alta
Contraste de color entre Suelo y Roca (C)	Contraste alto.	1	Baja
	Contraste moderado.	2	Moderada
	Contraste bajo.	3	Alta

Fuente: Yeomans, 1986.

Tabla 4-47: Niveles y valores de Capacidad de Absorción Visual (CAV) y fragilidad visual

Nivel de CAV	Valor	Nivel de Fragilidad Visual
I (Bajo)	0-9	V (Alto)
II	10-15	IV
III (Medio)	16-20	III (Medio)
IV	21-25	II
V (Alto)	26-33	I (Bajo)

Fuente: Yeomans, 1986.

4.3.2.3.3. Integración de calidad y fragilidad visual

Finalmente, los resultados de los análisis anteriores son integrados con la finalidad de tener en cuenta los valores paisajísticos de cada cuenca visual, y permitir así identificar cuál de ellas deberá ser conservada o promovida para protección y cuál es el grado de restricción que presentan a las modificaciones que pueden darse como parte de las actividades del proyecto. Para esta clasificación se recomienda las Clases determinadas por Ramos (1980) (Taba 4-5).

Tabla 4-48: Matriz de clasificación visual

<table>
<tr><th>Calidad visual
Fragilidad visual</th><th>Baja</th><th>Media</th><th>Alta</th></tr>
<tr><td>BAJA</td><td>5</td><td rowspan="3">3</td><td rowspan="2">2</td></tr>
<tr><td>MEDIA</td><td rowspan="2">4</td></tr>
<tr><td>ALTA</td><td>1</td></tr>
</table>

Fuente: Ramos, 1980.

Las posibles combinaciones de calidad-fragilidad, son las siguientes:

CLASE 1: Zonas de alta calidad visual y alta fragilidad, cuya conservación resulta prioritaria.

CLASE 2: Zonas de alta calidad y baja fragilidad, aptas en principio para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística y causen impactos de poca entidad en el paisaje.

CLASE 3: Zonas de calidad media o alta y de fragilidad variable, que pueden incorporarse a las anteriores clases cuando las circunstancias lo aconsejen.

CLASE 4: Zonas de calidad baja y fragilidad media o alta, que pueden incorporarse a la Clase 5 cuando sea preciso.

CLASE 5: Zonas de calidad y fragilidad bajas, aptas desde el punto de vista paisajístico para la localización de actividades poco gratas o que causen impactos muy fuertes.

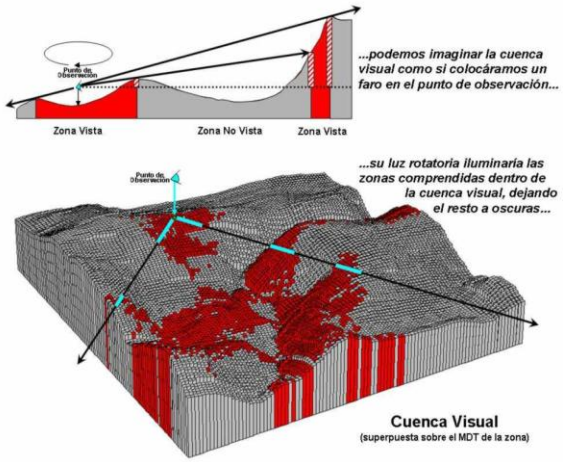
4.3.2.4. Análisis de visibilidad

Este análisis parte de la determinación de la cuenca visual de un punto de observación, definida como el área desde donde es posible observar un elemento situado en ese punto.

4.3.2.4.1. Obtención de las cuencas visuales

Para obtener las cuencas visuales se debe tener en consideración el alcance visual del observador según las condiciones de visibilidad (atmosféricas y de posición) y el relieve.

Existen diversos métodos para determinar la cuenca visual. Por ejemplo, se puede emplear el método de Cuenca visual por rayos, desarrollado por Travis (1975) utilizando el software VIEWIT, el cual interpreta la visibilidad de un área a través del barrido de líneas o rayos desde el punto de observación, donde cada rayo marca puntos visibles y no visibles comparando la pendiente de la recta con la pendiente del punto de observación (Muñoz-Pedreros, 2004). Este procedimiento automático es asistido por un software SIG el cual utiliza como insumo el modelo digital de elevación (DEM por sus siglas en inglés) del área de estudio y el valor de la cota de altitud del punto de observación.



Fuente: Fuentes, 2013.

Figura 4-3: Ejemplo de generación de cuenca visual

Para el caso particular de Líneas de Transmisión, los puntos de observación serán las cotas de altura de las torres, otorgándole un aporte real de las dimensiones visuales de estos elementos en el territorio.

Para la obtención de estas cuencas, se debe trabajar con topografía no menor de la escala 1:25 000 y/o topografía generada a partir de pares estéreo-imágenes de satélites de alta resolución.

El producto de esta etapa son mapas de cuencas visuales desde los puntos de observación, que luego serán comparados con los mapas simulados para la evaluación de impactos. En el informe adicionalmente se deberán incluir las fotografías de las condiciones de línea base desde cada punto de observación evaluado.

4.3.3. Representación espacial

Esta sección debe incluir al menos lo siguiente:

- Mapa de unidades paisajísticas: debe estar elaborado a la misma escala que los mapas geológico, fisiográfico, de suelos, de vegetación y sus derivados.
- Mapa de calidad visual: debe mostrar la distribución de los niveles bajo, medio y alto de calidad visual en el área de estudio.
- Mapa de fragilidad del paisaje: debe mostrar la distribución de los niveles bajo, medio bajo, medio, medio alto y alto de calidad fragilidad en el área de estudio.
- Mapa(s) de cuencas visuales: deben estar elaborados a una escala acorde con el área de evaluación y el nivel de detalle requerido.

4.3.4. Referencias bibliográficas

- Aguiló, M. (1993). Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y Metodología. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, España, Monografías de la Secretaria de Estado para las políticas del Agua y el Medio Ambiente. Cap. XI.
- Bureau of Land Management (BLM). (1980). Visual Resource Management. United States Department of the Interior. Division of Recreation and Cultural Resources, Washington, DC.
- Consejo de Europa. (2010). Convenio europeo del paisaje. Obtenido el 13 de diciembre de 2017:http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0670786.pdf
- Fuentes, J. (2013). Cuenca Visual SIG. Introducción Proyecto Cartografía. Obtenido el 27 de diciembre de 2017: https://es.slideshare.net/Javifuentes25/cuaderno1-introd-proyectocartografia1
- Muñoz Criado, A. (2012). Guía Metodológica. Estudio de Paisaje. Consellería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente CITMA. Obtenido el 13 de diciembre de 2017: http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0670136.pdf.
- Muñoz-Pedreros, A. (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural. 77: 139-156.
- Perez, R. (2014). Sistema de Información Geográfica. Obtenido el 26 de diciembre de 2017: http://geopark11.blogspot.pe/2014/06/sistemade-informacion-geografica.html
- Ramos, A. (1980). Estudio del Paisaje. Trabajos de la Cátedra de Planificación, E.T.S.I. de Montes. Madrid.
- Tevar Sanz, G. (1996). La cuenca visual en el análisis del paisaje. Serie Geográfica, 1996, vol. 6, pp. 99-11.
- Yeomans W.C. (1986). Visual Impact Assessment: Changes in natural and rural environment. John Wiley & Sons, New York.