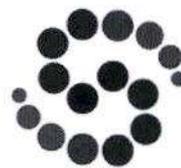




PERÚ

Ministerio
del Ambiente

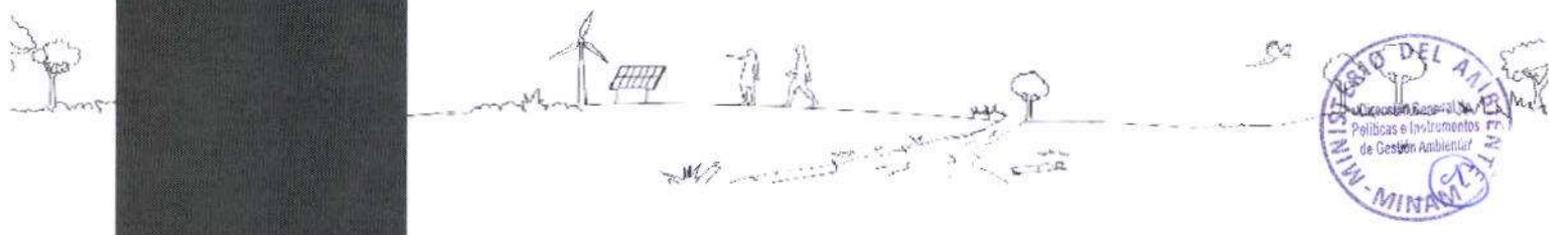
Guía para la elaboración de la Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental



SEIA

Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental

Trabajando por un
**PERÚ LIMPIO,
PERÚ NATURAL
PERÚ INCLUSIVO**



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 data existente.....	15
4.1.4	Visita de reconocimiento	16
4.1.5	Definición de técnicas de recojo de información primaria	16
4.1.6	Elaboración del Plan de Trabajo.....	17
4.2	Trabajo de campo	18
4.2.1	Validación de ubicación de estaciones de muestreo y esfuerzo de muestreo	18
4.2.2	Validación de localidades y ajuste de la muestra	18
4.2.3	Selección de las unidades muestrales o informantes clave	18
4.2.4	Recolección de información.....	19
4.3	Bases de datos y análisis	20
4.3.1	Validación y control de calidad de datos	20
4.3.2	Elaboración de la base de datos.....	20
4.3.3	Análisis de datos.....	20
4.4	Elaboración de mapas temáticos	21
4.4.1	Generación de base 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	24
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	24
4.5.4	Lista de referencias.....	25
5	GLOSARIO	26
6	BIBLIOGRAFÍA.....	32

Índice de figuras

Figura 1-1: Proceso técnico de elaboración del estudio ambiental	7
Figura 2-2: Flujograma del proceso de elaboración de los estudios de línea base	9
Figura 4-3: Esquema para delimitación de área de estudio ambiental	14
Figura 4-4: 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 cartografiada para distintas escalas	23

Índice de anexos

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



ACRÓNIMOS

- ACR: Área de Conservación Regional
- APA: American Psychological Association
- ANP: Área Natural Protegida
- CEPES: Centro Peruano de Estudios Sociales
- DIGESA: Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria
- ESCALE: Encuesta de Calidad Educativa del MINEDU
- INACAL: Instituto Nacional de Calidad
- INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática
- MEF: Ministerio de Economía y Finanzas
- MINAM: Ministerio del Ambiente
- MINCU: Ministerio de Cultura
- MINEDU: Ministerio de Educación
- MINEM: Ministerio de Energía y Minas
- MINSALUD: Ministerio de Salud
- MVCS: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
- OMS: Organización Mundial de la Salud
- PRODUCE: Ministerio de la Producción
- QA/QC: Control y aseguramiento de la calidad
- SEIA: Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental
- SENACE: Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles
- SERFOR: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre
- SERNANP: Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
- SINANPE: Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
- SUSALUD: Superintendencia Nacional de Salud
- UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
- UNICEF: United Nations International Children's Emergency Fund
- USEPA: Environmental Protection Agency of the USA
- UTM: Universal Transverse Mercator
- ZA: Zona de Amortiguamiento de un ANP



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 y constituye los cimientos para realizar la evaluación de los impactos, diseñar las medidas de manejo y hacer seguimiento a la eficacia de las medidas de control propuestas. Por ello, la Línea Base debe ser preparada con un fundamento técnico sólido.

En 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 sentido, el Ministerio del Ambiente, en colaboración con la Cooperación Alemana para el Desarrollo, implementada por la GIZ a través de su programa ProAmbiente II, publican la presente "Guía para elaboración de la Línea Base en el marco del SEIA" (en adelante la Guía), para orientar en este proceso a los profesionales de las empresas, entidades autorizadas para la elaboración de estudios ambientales, y las entidades competentes encargadas de la elaboración, revisión, evaluación y seguimiento de dichos estudios a nivel nacional. Esta Guía ha sido preparada para que sea aplicable a todos los proyectos de inversión de capital público, privado y/o mixto, de los diferentes sectores económicos.

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

Cabe precisar además que, debido a su carácter orientativo, esta guía puede ser utilizada en lo que corresponda, en la elaboración de los estudios ambientales complementarios al SEIA.

Considerando que la línea base se utilizará para la evaluación de los impactos de un proyecto específico, su alcance y extensión debe estar acorde con la naturaleza y los impactos potenciales del mismo, así como con las características propias del ambiente en el que se va a desarrollar. Es decir, la línea base no debe cubrir necesariamente todos los factores posibles del ambiente, sino que debe considerar los factores ambientales relevantes que podrían verse afectados por el desarrollo de los proyectos, a fin de determinar ex ante la calidad ambiental del área del proyecto. La definición de los factores que deben considerarse para la preparación de la línea base se realiza en un paso anterior, a través de un diagnóstico, evaluación preliminar o *scoping*.

El Figura 1-1 muestra el proceso técnico para la elaboración del estudio ambiental, el cual sigue las siguientes etapas:

1. Descripción del proyecto, que incluye el análisis de alternativas a considerar para elaborar y diseñar el mismo.
2. Definición del área de influencia preliminar, que determina el área de estudio de la línea base.
3. Línea base, que contiene la descripción del medio (físico, biológico y social) potencialmente afectado.
4. Identificación de los impactos potenciales y riesgos, que incluye:
 - a. Identificación de las actividades del proyecto y aspectos ambientales (causas de impacto).



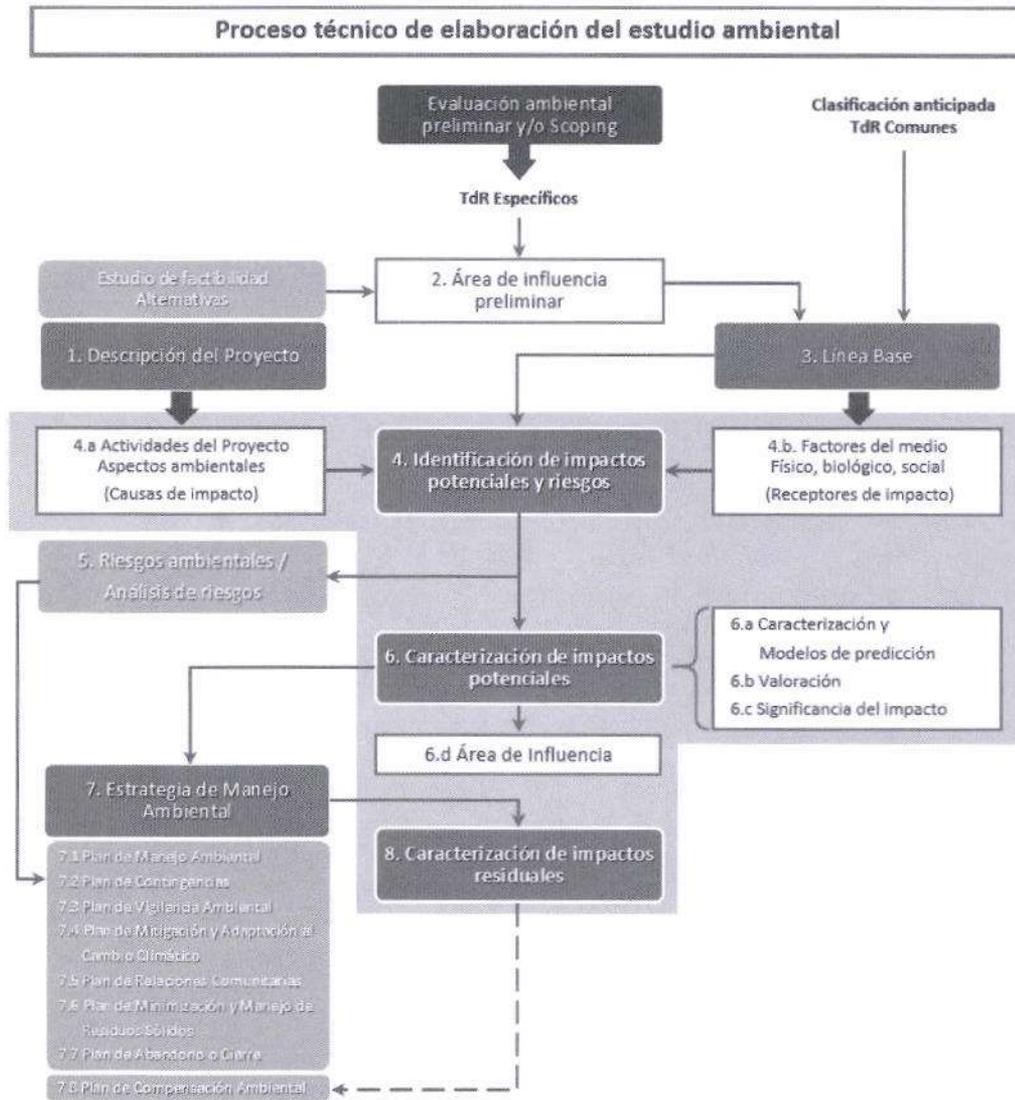
- b. Identificación de los factores del medio físico, biológico y social (receptores de impacto).
5. Identificación de riesgos, derivados de contingencias (fallos, accidentes o eventos fortuitos) asociadas a peligros naturales y tecnológicos.
6. Caracterización de los impactos potenciales, que incluye:
 - 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.
 - d. Definición del área de influencia, donde se pueden producir impactos significativos y se aplicará la estrategia de manejo ambiental.
7. Estrategia de manejo ambiental, que incluye, según corresponda, las medidas de manejo ambiental de los impactos 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 Mitigación y Adaptación al Cambio Climático
 - 7.5 Plan de Minimización y Manejo de Residuos Sólidos
 - 7.6 Plan de Relaciones Comunitarias
 - 7.7 Plan de Abandono o Cierre
 - 7.8 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 preliminar y elaboración 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; brindando pautas para establecer los factores a evaluar, y presenta una lista de documentos de referencia.

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



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, es decir, 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 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 requerirán para su mitigación. En este contexto, la presente Guía tiene como objetivo proporcionar soporte técnico a todos los involucrados en elaborar, acompañar y/o aprobar los estudios de línea base de los diferentes estudios ambientales.

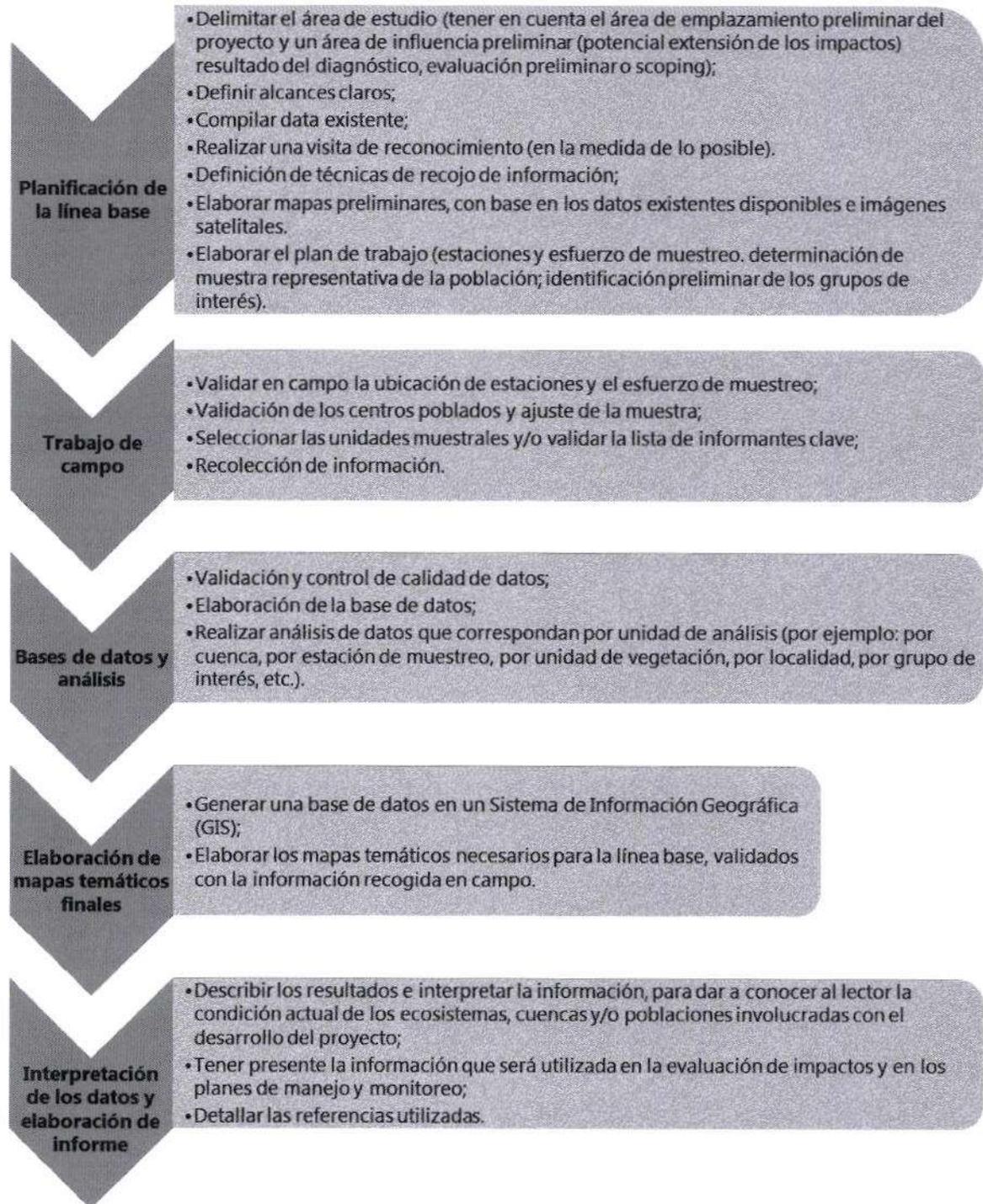
Esta Guía aplica a todos los proyectos públicos, privados o de capital mixto, de todos los sectores económicos; y abarca los principales factores ambientales que podrían verse afectados por el desarrollo del proyecto y que son necesarios caracterizarlos como parte de la línea base. Las variables que se incluirán finalmente deben ser determinadas, en cada caso, durante la fase de diagnóstico, evaluación preliminar o *scoping*, donde se seleccionarán los factores "clave" o "relevantes" para el proyecto, teniendo en cuenta su ubicación geográfica, la descripción preliminar del proyecto y 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.

Una vez establecidas las variables relevantes, se podrán 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 deben utilizarse referencias reconocidas a nivel nacional o internacional, siguiendo lineamientos similares a los descritos para el resto de 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 de esta Guía no son obligatorias para todos los proyectos, ni limitativas, ya que eso depende del resultado del *scoping*, además, permite la implementación de innovaciones, siempre que cuenten con un respaldo técnico y que sean aplicables al contexto del proyecto a evaluar. Adicionalmente, la presente Guía brinda pautas referenciales para el recojo de información en campo en aquellos casos que existan limitaciones de acceso, siempre en coordinación con la autoridad que evaluará el estudio.

En la Figura 2-2 se presenta el flujograma que deben seguir para elaborar la línea base. En las Secciones 3 y 4 se brindan mayores detalles sobre cada fase.

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



3 ¿QUÉ ES UNA LÍNEA BASE?

De acuerdo a la Ley del SEIA y su Reglamento, una línea base se define como el estado actual del área de actuación previo a la ejecución de un proyecto, incluyendo la descripción detallada de los atributos o características socioambientales de su área de emplazamiento. Para efectos de esta Guía, el área de actuación se denominará como "área de estudio", es decir, aquella donde se llevará a cabo la caracterización ambiental y social. No debe confundirse con el término "área de influencia" que se obtiene como resultado de la evaluación de impactos, pero debe ser 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 sólo se pueden predecir correctamente los impactos y formular medidas efectivas de mitigación y monitoreo al contar 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 debe ser la suma de inventarios de recursos naturales. Tampoco debe ser considerada sólo como una "foto" previa al desarrollo del proyecto. La línea base debe contener la descripción, ubicación y emplazamiento del proyecto, así como la identificación de la posible zona de influencia directa e indirecta, la cual está relacionada al espacio físico, biótico y socioeconómico, en el que los impactos ambientales, tanto directos como indirectos, son producto de una determinada actividad.

Es importante que la línea base tenga en consideración, no sólo el estado actual del área de estudio, sino también factores que podrían influir a futuro en los sistemas ambientales y sociales (por ejemplo, efectos del cambio climático o altas tasas de deforestación). Esta información debe ser 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 igual se manifestarían en un escenario sin proyecto en el mismo espacio de tiempo (Glasson *et al.*, 2012). La información incluida en la línea base deben servir como punto de referencia, frente a lo cual se medirá la magnitud y significancia de los impactos positivos y negativos del proyecto (NEPA, 2017).

Teniendo en cuenta que la línea base servirá para la evaluación de los impactos y la preparación de las medidas ambientales, los estudios de línea base deben enfocarse en aquellos factores relevantes de los sistemas ambientales y sociales que tengan el mayor potencial de verse afectados por el proyecto, lo cual se debe definir en la fase de *scoping* (Glasson *et al.*, 2012), como se indicó anteriormente. Estos factores deben incluir el medio físico (por ejemplo, el clima, meteorología, geomorfología, hidrografía, suelo, calidad de aire, ruido), el medio biológico (por ejemplo, los ecosistemas y las especies de flora y fauna terrestre y acuática que los conforman), los factores sociales, económicos, culturales y antropológicos de las poblaciones del área de estudio, así como otros factores que la autoridad competente determine, tales como: los daños ambientales preexistentes en la zona de estudio (por ejemplo, pasivos ambientales generados por otras actividades anteriores al proyecto), la identificación de zonas sensibles (áreas donde puedan generarse contingencias sobre la población, sus bienes y/o el ambiente, incluyendo regiones prioritarias para la conservación y sitios ambientalmente sensibles), entre otros.

Los factores a incorporar en la línea base variarán de acuerdo a las condiciones y envergadura del proyecto, así como a su ubicación geográfica (Ministerio del Ambiente, 2011).

Las evaluaciones deben ser 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 deben incluir como mínimo (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 del mismo;
- Indicaciones sobre las limitaciones e incertidumbre en relación a la exactitud de los datos.



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 deben considerarse en la preparación de una línea base se realiza en un paso anterior (*scoping*). El Titular debe considerar 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 debe centrarse 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 se inicie en las fases iniciales del proyecto, tan pronto se tenga un entendimiento razonable del mismo (AusAID, 2003). La línea base se debe planificar con el suficiente tiempo, de manera que permita como mínimo estudiar el área por un año hidrológico completo, recopilando primero información secundaria sobre el clima para seleccionar las fechas idóneas para los muestreos, dependiendo de dónde esté ubicado el proyecto.

En la medida que los recursos y la planificación del proyecto lo permita, se recomienda empezar incluso con una anticipación mayor a un año, especialmente para los factores ambientales más críticos por dos razones principales. La primera razón es que una línea base preparada con registros de un periodo más largo será más robusta, ya que podrá incluir una mayor distribución de datos; en algunas zonas, los ciclos no son anuales, sino interanuales y una línea base preparada con datos de varios años permitirá una mejor aproximación a las condiciones existentes. La segunda razón es que la información preliminar obtenida de los estudios de línea base alimentan al equipo de ingeniería y permite que se tomen decisiones de diseño para reducir los impactos ambientales negativos en base a 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 en el análisis de selección.

Asimismo, como parte de la planificación de la línea base se debe considerar el análisis del riesgo climático, vulnerabilidad del entorno, entre otros aspectos relacionados al riesgo ambiental.

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 llevarán a cabo los estudios de caracterización que conforman la línea base. Para establecer el área de estudio debe contarse al menos con una descripción conceptual del proyecto a desarrollar y una descripción general del área donde se emplazaría, incluyendo las alternativas para la elaboración y diseño del proyecto que se evaluará. Se debe definir un área de estudio para los factores ambientales (biológicos y físicos) y otra para los factores sociales.

Para la delimitación del área de estudio ambiental debe considerarse la identificación preliminar de los impactos potenciales del proyecto realizada durante la fase de *scoping*. Para cada uno de los impactos identificados debe establecerse su extensión preliminar (área de influencia preliminar) basada en el juicio profesional, la experiencia en otros proyectos similares, la información disponible sobre los ecosistemas terrestres y acuáticos receptores de los impactos u otros similares, y la posible extensión de los impactos preliminares identificados.

En un primer paso se deben 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.

En un segundo paso se debe identificar las características geográficas que podrían generar una frontera definitiva para los impactos. Por ejemplo, en caso de cuerpos de agua podría ser un afluente importante, mientras que para otros factores ambientales los límites de una cuenca podrían establecer los límites del área de estudio. Asimismo, debe identificarse hábitats importantes cercanos o adyacentes y evaluar su inclusión como parte del área de estudio, en caso pueda ser utilizado en un futuro con fines de compensación o sea de importancia para las poblaciones locales.

Finalmente, se debe hacer una revisión del área producto de la combinación del primer y segundo paso, para 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 que se establecerá en la evaluación ambiental.

En el caso de los proyectos con componentes lineales que cruzan una gran variedad de ecosistemas, el enfoque debe ser 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 los hubiere, debiendo comprender los estudios de caracterización toda el área en su integridad.

Para la delimitación del área de estudio social se considerarán criterios relacionados con las características de asentamiento poblacional que posee el área donde se desarrollará el proyecto y los efectos que 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 delimitará el área de influencia preliminar, la que servirá para identificar las localidades que serán incluidas en el plan de participación ciudadana.

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

En la Figuras 4-3 se presenta el esquema para la delimitación del área de estudio ambiental, y en la Figura 4-4 para el área de estudio social.

Figura 4-3: Esquema para delimitación de área de estudio ambiental

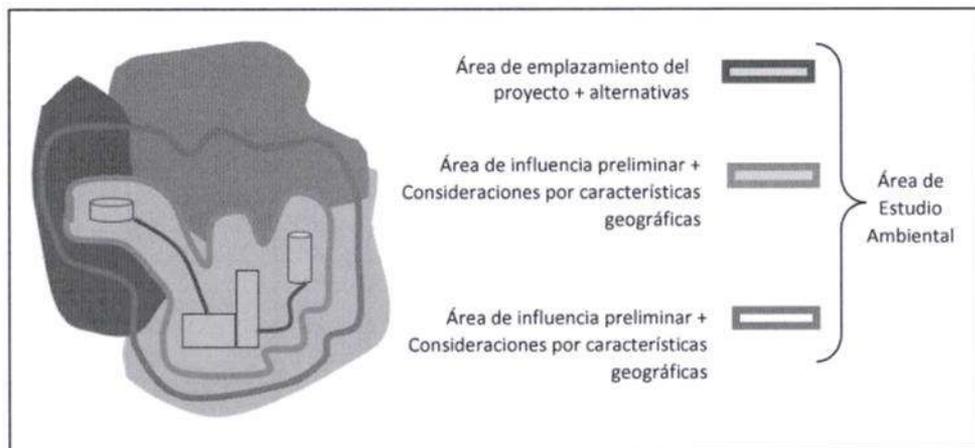


Figura 4-4: Esquema para delimitación de área de estudio social





4.1.2 Definición de los alcances

Una vez definidos los factores ambientales y sociales a ser caracterizados y, determinada la extensión de sus respectivas áreas de estudio, debe definirse los alcances de la línea base para cada factor.

El alcance se entiende como la definición de variables o parámetros de cada factor que deben ser caracterizados, así como el esfuerzo y tipo de evaluación necesarias para realizar la caracterización. La definición de estos alcances dependerá tanto del área de estudio, de su extensión geográfica, así como de las características de los impactos potenciales del proyecto. El detalle para los distintos factores ambientales se presenta en los Anexos 1 a 4.

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

4.1.3 Compilación de data existente

A partir de la revisión de fuentes secundarias, se seleccionará información del área de estudio que esté relacionada con los factores ambientales que serán caracterizados. Los datos extraídos de dichas fuentes de información constituirán los antecedentes del estudio y brindarán pautas para planificar y ejecutar la fase de recojo de información primaria.

En esta etapa se debe evaluar la posibilidad del uso de línea base compartida según lo establecido en el artículo 6 y artículo 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.



4.1.4 Visita de reconocimiento

De ser posible o en caso no haya sido realizada durante la fase de *scoping*, se considera una visita de reconocimiento, la que permitirá tener 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.

En caso la visita de reconocimiento se realice al interior de un ANP, previamente se debe comunicar al 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 permitirán 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 establecerán diferentes técnicas de recojo de información, las cuales se definirán a partir de las características específicas del área de estudio y del objeto o sujeto a ser evaluado.

Mayores detalles sobre las técnicas de recojo de información primaria se presentan en los Anexos 1, 2, 3 y 4 de la presente Guía; para los factores físicos, biológicos, sociales y multidisciplinarios (requieren aportes de más de una disciplina) respectivamente.

Definidas las técnicas de recojo de información se podrán generar los instrumentos o herramientas con los que se coleccionará 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 del trabajo, incluyendo los profesionales a cargo del trabajo de campo, la ubicación de las estaciones de muestreo o localidades que serán estudiadas, las actividades que se desarrollarán, así como el tiempo pautado para su realización (cronograma).

A continuación se señalan algunas consideraciones a tener en cuenta para la elaboración del plan de trabajo:

- El personal seleccionado para la recolección de información debe contar con la experiencia (mínimo tres años) y el perfil acorde a las técnicas e instrumentos de investigación que se aplicarán en campo lo cual permitiría garantizar un óptimo empleo de tiempo y recursos durante la fase de campo;
- A partir de la compilación de data existente se establecerá de manera preliminar las estaciones de muestreo o centros poblados que serán objeto de estudio, así como el tamaño de la muestra o el esfuerzo de muestreo.
- Se debe considerar un cronograma que detalle de manera preliminar para las actividades a realizarse por día de trabajo.
- El plan de trabajo debe considerar la logística, la salud y la seguridad del personal de campo.

En el caso de los factores biológicos, los alcances del Plan de Trabajo debe ser concordantes con los planes de investigación que el Titular gestione con SERFOR, SERNANP y/o PRODUCE.

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 extenderá o reducirá el cronograma establecido para la elaboración del estudio de impacto ambiental que a su vez influirá sobre la planificación del Titular respecto a la fecha de inicio del proyecto, ya para eso es necesario contar con Certificación Ambiental. A continuación se señalan actividades que deben considerarse en la fase de trabajo de campo:

4.2.1 Validación de ubicación de estaciones de muestreo y 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, etc.), la validación de su ubicación constituye la primera actividad que realizará el personal de campo a cargo de la recolección de información para los factores físicos y biológicos. Las consideraciones que deben tomar en cuenta para esta validación son específicas para cada factor y se detallan en los Anexos del 1 al 4 de la presente Guía.

Asimismo, las metodologías de muestreo empleadas deben encontrarse acorde con los protocolos de monitoreos ambientales normados por los sectores y entidades técnicas especializadas.

En esta fase se confirmará si el esfuerzo de muestreo considerado en la planificación es el apropiado para la caracterización de los factores ambientales.

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 realizará el ajuste del tamaño de la muestra para los estudios que emplearán 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 dependerá de las variables o parámetros que se quieran evaluar y serán específicas para los distintos factores ambientales principalmente los biológicos. Asimismo, debe encontrarse acorde 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 dependerá de las características y dimensiones del área de estudio.



Se debe considerar los criterios de estacionalidad, aleatoriedad y representatividad, los cuales estarán sujetos a la ubicación geográfica del proyecto (costa, sierra, selva), así como de los ecosistemas que abarcará.

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 emplean técnicas cualitativas se procederá con la identificación de los informantes clave o validación de las listas de grupos de interés o líderes de opinión obtenidas preliminarmente. Estas personas serán 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 considera la participación de las mujeres.

Los instrumentos de recojo de información de campo se adecuarán 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 que será caracterizado, estas actividades corresponden a:

- La observación o registro de evidencias directas e indirectas y la recolección de muestras para la caracterización de los factores físicos y biológicos. En este último caso las muestras deben regirse por protocolos de colecta que garanticen su preservación y traslado en condiciones óptimas a los laboratorios para su análisis;
- 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 colectada durante la fase de campo se iniciará el proceso de elaboración y análisis de la base de datos. Este proceso permitirá obtener categorías, índices y valores de las variables estudiadas para cada factor. Esta fase implicará las siguientes actividades:

4.3.1 Validación y control de calidad de datos

Es la etapa previa a la elaboración de la base de datos y consiste en la verificación de 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 debe efectuarse acorde con los protocolos de monitoreo ambiental normados para cada sector.

Para las disciplinas con análisis de laboratorio, los resultados deben pasar un control de calidad, para poder detectar posibles errores de muestreo o análisis. Las metodologías aplicadas deben estar acreditadas por el organismo que corresponda.

4.3.2 Elaboración de la base de datos

Constituye el proceso de la construcción de la base de datos, para lo cual se puede hacer uso de un software o programa informático que permitirá simplificar el proceso de análisis de dicha información, a partir de la generación de tablas, figuras, gráficos, cartografía temática, modelos de representación espacial, mapas temáticos, etc. Toda información que represente una ubicación espacial, debe estar implementada en una base de datos geoespacial 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.

Se debe evitar el uso de acrónimos o abreviaturas, y en caso sea indispensable, se debe incluir un libro de códigos. Finalmente, deben ser construidas para una fácil y directa interpretación, ordenadas, claras, y lo más simple posibles.

4.3.3 Análisis de datos

El análisis de datos es un proceso que consiste en inspeccionar, limpiar y transformar los datos, de modo tal que representen información útil para realizar su descripción e interpretación.

El tratamiento de información cuantitativa implicará análisis estadísticos descriptivos; pruebas de asociaciones y correlaciones; clasificación y ordenación, y; análisis de series de tiempo o espaciales; tanto paramétricas o no paramétricas.

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

4.4 Elaboración de mapas temáticos



4.4.1 Generación de base de datos en SIG

Todos los datos que sean colectados en campo deben ser ingresados en una base de datos espacial debidamente ordenada, incluida su metadata, teniendo en cuenta las particularidades de cada factor físico, biológico o social, dado que para realizar la evaluación de los impactos es importante manejar la información con una base de datos espacial que pueda ser analizado 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 trabajar con distintas bases de datos de manera integrada, permitiendo generar información gráfica (mapas) útil para la toma de decisiones.

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 donde se representará 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.

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 deben incluir mapas, los cuales deben estar correctamente referenciados en el texto del documento, contar con una leyenda detallada y ser fáciles de interpretar.

Se debe cuidar que tanto la información del mapa base como la que fundamenta los mapas temáticos tengan 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), debiendo guardar coherencia y correspondencia entre los mapas temáticos afines (por ejemplo, el mapa fisiográfico es referente para el mapa de cobertura vegetal, el mapa de geología es referente para el mapa de geomorfología, el mapa de suelos es referente para el mapa de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor, etc.). De corresponder, también se debe realizar un mapa de ANP, ZA y/o ACR; en las cuales se debe incluir rutas de acceso a los puntos de muestreo, habilitaciones temporales, entre otras.

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 recomendada de presentación
Proyectos lineales pequeños (área de estudio < 5,000 ha)	1:10,000 - 1:25,000
Proyectos lineales medianos y grandes (área de estudio < 5,000 ha)	1:20,000 – 1:50,000
Proyectos puntuales pequeños (área de estudio < 5,000 ha)	1:10,000 - 1:25,000
Proyectos puntuales medianos y grandes (área de estudio < 5,000 ha)	1:20,000 – 1:50,000

Nota: Elaboración propia a partir de las recomendaciones de Ecosystems Working Group (1998). *Standard for terrestrial ecosystem mapping in British Columbia.*

Limitaciones

La libre descarga y transferencia de información espacial sigue siendo la principal limitación para la generación de cartografía. No obstante algunas instituciones del Estado empiezan a compartir información mediante plataformas en la Web, la cual se recomienda hacer uso y descarga de esta información, 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), Geobosques, Geoserfor, el Goservidor del MINAM, Geoportal del SERNANP, Sistema de Información Geográfica de Arqueología (SIGDA) del Ministerio de Cultura, entre otras.

Por otro lado, 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). Por lo cual, se puede considerar como una limitación el acceso a imágenes limpias de alta resolución, pues los costos asociados pueden ser elevados, limitando su adquisición. Como 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 al 10% del área de total de la escena (imagen satelital).

Buenas prácticas

Como parte de buenas prácticas se recomienda:

- El uso de fotografías aéreas (aviones o drones) en zonas donde la cobertura de nubes es permanente durante todo el año.
- La generación y uso de Geodatabases (base de datos espaciales) permiten el almacenamiento y administración de forma ordenada y centralizada de la información espacial necesaria para la generación de cartografía.
- Los atributos internos de cada tabla o "Feature Class" de la Geodatabase deben incluir como mínimo y de acuerdo al tipo de geometría (punto, línea o polígono) los campos: Este, Norte, altitud, longitud, área y perímetro, así como un campo único de identificación de cada registro (Código, ID, etc.).
- La proyección cartográfica utilizada debe de ser la UTM (Universal Transverse Mercator) con el Datum WGS 84, en cualquiera de la 3 zonas UTM que abarca nuestro territorio (17,18 o 19) en el hemisferio sur.





- Como parte del diseño final de los mapas a presentar se recomienda tener un control adecuado de la presentación de la leyenda, procurando que sea ordenada y sincera, 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.
- El uso de metadatos. Entiéndase 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.
- El uso de 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 una determinada región y delimitación de la extensión geográfica que ocupa. Para la generación de 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 de 4 mm² en un mapa impreso. Con la UMC se busca lograr coherencia en la representación espacial y 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 dificultaría la distinción por parte del usuario cuando se lea en formato analógico.

Las UMC que se presentan en la Tabla 4-2 deben ser 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 se debe evitar que la cartografía presente áreas con información trabajada a menos de 10 000 m², ya que éstas no podrán 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.

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

Escala	Unidad mínima cartografiable (4x4 mm)		Escala	Unidad mínima cartografiable (4x4 mm)	
	m ²	km ²		m ²	km ²
1:500	4	0.000004	1:50 000	40 000	0.04
1:1 000	16	0.000016	1:100 000	160 000	0.16
1:25 000	10 000	0.01	1:150 000	360 000	0.36

Fuente: Priego *et al.*

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 deben ser interpretados en función a la disciplina correspondiente.

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

4.5.2 Elaboración de los informes

Los informes de línea base deben estar estructurados de una manera coherente (siguiendo una secuencia lógica), y todos los factores deben incluir como mínimo:

- El detalle de las estaciones de muestreo finalmente evaluadas (en caso de incluir evaluaciones en campo). En el caso de la línea base social se debe describir 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 aplique);
- Los resultados del análisis de la información primaria, incluyendo mapas, tablas, gráficos y figuras necesarios para evidenciar los hallazgos;
- Referencias bibliográficas, asegurando que todas aquellas 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 debe ser entendida como una herramienta fundamental para la evaluación de los impactos y el planteamiento de la estrategia de gestión ambiental.

Cada factor ambiental de la evaluación de los impactos será analizado en función a las variables analizadas en la línea base. Por lo tanto, de todas las variables analizadas en la línea base, se debe seleccionar aquellas que luego serán 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 dependerán de las condiciones y características del área de estudio, pero se debe tener en cuenta lo siguiente:



- Que hayan sido utilizados exitosamente en otros estudios de impacto ambiental;
- En la medida de lo posible, que sean cuantitativos y que permitan hacer cálculos o estimaciones de variaciones (por ejemplo, escenario sin proyecto vs. escenario con proyecto en la evaluación de impactos);
- En la medida de lo posible, que cuenten con umbrales de referencia (por ejemplo, valor a partir del cual se genera un efecto tóxico –ECA– o valor a partir del cual se genera un cambio positivo o negativo significativo), idealmente con respaldo bibliográfico o en base a juicio de experto (detallando el sustento).

Asimismo, la estrategia de gestión ambiental se diseñará 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 a tener en cuenta para elaborar los capítulos de línea base para los estudios ambientales.

4.5.4 Lista de referencias

Se debe hacer referencia a todas las fuentes de información secundaria utilizadas para la elaboración de la línea base.

5 GLOSARIO

Se presentan las definiciones de los términos utilizados a lo largo de la Guía para la elaboración de la Línea Base en el marco del SEIA.

- **Acuífero**
Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento, cuyos 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)
Es el área donde se llevará a cabo los estudios de caracterización que conforman la línea base.
- **Área de influencia preliminar**
Área definida inicialmente en base a la potencial extensión de los impactos de los principales factores ambientales determinados durante la fase de *scoping*.
- **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 m³/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 sub-suelo, de la intensidad de la lluvia y de las características físicas del perfil del suelo (Guevara, 1991).
- **Centro poblado**
Lugar del territorio rural o urbano, identificado mediante un nombre y habilitado con ánimo de permanencia. Sus habitantes se encuentran vinculados por intereses comunes de carácter económico, social, cultural, étnico e histórico. Según sus atributos, los centros poblados tienen las siguientes categorías: caserío, pueblo, villa, ciudad o metrópoli (MVCS, 2016).

- **Ciclo Hidrológico**
Conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza, tanto en su estado (sólido, líquido y gaseoso), como en su forma (agua superficial, agua subterránea, etc.), varía en el espacio, tiempo y no tiene principio ni fin (Ven Te Chow, 1989).
- **Captura**
Acción de obtener especímenes vivos de fauna silvestre en su hábitat. Incluye la acción de recolección de huevos y/o estadios inmaduros.
La captura no necesariamente se traducirá en una colecta, es decir puede servir para identificar especímenes en campo y luego soltarlas o también para llevarlas a un lugar especializado para su identificación.
- **Captura temporal**
Acción referida a la extracción de especímenes vivos de fauna silvestre de su hábitat o el medio natural, incluida la recolección de huevos y/o estadios inmaduros, con el fin de realizar marcaje y/o la toma de muestras biológicas, tales como: sangre, plumas, heces, tejidos, o la obtención de otros datos de interés científico (datos biométricos, clínicos, etc.), para posteriormente retornar el individuo al área donde fue capturado.
- **Colecta**
Extracción definitiva de especímenes o toma de muestras biológicas de flora o fauna del medio silvestre como parte del desarrollo de la investigación científica. La colecta debe realizarse solo en casos que no se pueda realizar una determinación taxonómica de especímenes en campo.
- **Conductividad Hidráulica**
Es un 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.
- **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**
Comprende las diferentes formas y variedades en que se manifiesta la vida en el planeta, es decir desde organismos vivos hasta los ecosistemas; comprende la diversidad dentro de cada especie (diversidad genética), entre las especies (diversidad de especies) y de los ecosistemas (diversidad de ecosistemas).
- **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. Así mismo, es la variación dentro de una especie o entre especies; variación genética heredable dentro de una población y entre poblaciones.
- **Ecosistema**
 Es el 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 presente Ley y su reglamento (Ley N° 30215).
- **Ecosistemas frágiles**
 Es el 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 General del Ambiente, Ley N° 28611, y en la Lista de Ecosistemas Frágiles del Ministerio de Agricultura y Riego, contenida en la Resolución Ministerial N° 0274-2013-MINAGRI.
- **Emisión de ruido**
 Nivel de presión sonora existente en un determinado lugar originado por la fuente emisora de ruido ubicada en el mismo lugar.
- **Escorrentamiento Superficial**
 Es el 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**
 Se refiere al 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. Normalmente solo se evalúa en las estaciones de muestreo durante el desarrollo de la línea base. En caso las mediciones se realicen con equipos (por ejemplo, calidad de 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 en relación a la ubicación del proyecto y los impactos previstos. En caso 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 de aplicación del SEIA, en cualquiera de sus tres categorías: Declaración de Impacto Ambiental (Categoría I), Estudio de Impacto Ambiental semidetallado (Categoría II), Estudio de Impacto Ambiental detallado (Categoría III).
- **Estudio de factibilidad**
Es el nivel de información de un proyecto, a nivel de ingeniería básica a través del cual se pueden establecer los aspectos técnicos fundamentales del mismo 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, etc.)
- **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 medio ambiente, incluyendo su morfología, fisiología y conducta.
- **Flora**
Conjunto de especies vegetales que se encuentran en un determinado lugar y su respectiva clasificación taxonómica.
- **Fuente de información primaria**
Información proveniente del levantamiento in situ, que debe ser 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 a la primaria, que sean adecuadamente referenciadas.
- **Impacto potencial**
Es aquel impacto ambiental que puede ser evitado o reducido aplicando las respectivas medidas de mitigación. La identificación y caracterización de dicho impacto se realiza sobre la base de un proyecto de inversión que ya incorpora en su diseño las disposiciones técnicas en materia ambiental contenidas en la regulación ambiental general y sectorial vigente.
- **Impacto residual**
Es aquel impacto ambiental negativo de un proyecto o actividad que no ha podido ser prevenido o evitado, minimizado, ni rehabilitado, conforme a la debida aplicación de la jerarquía de mitigación.
- **Indicador**
Variable de análisis específica de un factor ambiental o social que es seleccionada para evaluar los impactos y/o realizar el monitoreo de los impactos del proyecto.

- **Jerarquía de mitigación**
Desarrollo secuencial de las medidas orientadas a mitigar los impactos ambientales negativos que un proyecto de inversión podría generar sobre el ambiente, según un orden de prelación: prevenir, minimizar, rehabilitar y compensar.
- **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)**
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.
- **Pares estereoscópicos**
Imágenes adquiridas de una misma ubicación geográfica en dos perspectivas distintas, permitiendo la generación de datos tridimensionales del terreno.
- **Periodo de retorno**
Es el tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una crecida determinada es igualada o superado por lo menos una vez (Monsalve, 1999).
- **Precisión**
Grado de acuerdo (o desacuerdo) entre los resultados independientes de ensayos obtenidos en condiciones prescritas.
- **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 dónde fue extraída.
- **Ruido**
Sonido no deseado que moleste, perjudique o afecte 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 los demás componentes de esa mezcla.
- **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 y 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 donde se replicará una determinada metodología de muestreo.



6 BIBLIOGRAFÍA

- AusAID (2003). Baseline Study Guidelines, AusAID, Octubre 2003
- Fernández, L. (2006). ¿Cómo analizar datos cualitativos? Consultada el 20 de octubre de 2017, de: <http://www.ub.edu/ice/recerca/pdf/ficha7-cast.pdf>
- Glasson, J., Therivel, R., y Chadwick, A. (2012). Introduction to environmental impact assessment. (4ta ed.). Oxon: Routledge. 392 p.
- Medianero, D. (2011). Metodología de estudios de línea base (Versión electrónica) Pensamiento Crítico, 15. 61-82.
- Ministerio del Ambiente. (2011). Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su Reglamento. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2016). Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible.
- Morris, P., y Therivel, R. (2009). Methods of environmental impact assessment. (3era ed.). Oxon: Routledge. 560 p.
- National Environment and Planning Agency (NEPA). (2007). Guidelines for Conducting Environmental Impact Assessments. CIDA/GOJ Environmental Action Programme. Obtenida el 15 de septiembre de 2017, de: http://nepa.gov.jm/new/services_products/guidelines/docs/EIA-Guidelines-and-Public-presentation-2007.pdf
- Priego, A., Bocco, G., Mendoza, M., and Garrido, A. (2010). Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisaje: Planeación territorial, capítulo Procedimiento para el levantamiento y cartografía de las unidades superiores de los paisajes a escalas 1:50,000 y 1:250,000. SEMARNAT, INE, CIGA, UNAM, México. Páginas 33–52
- SENACE (2016). Herramientas de gestión social para la certificación ambiental. Lima - Perú





Trabajando por un
**PERÚ LIMPIO,
PERÚ NATURAL
PERÚ INCLUSIVO**



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 preexistentes 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 preexistentes 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 (Holdridge, 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 1.2-1: Principales parámetros de calidad de aire y sus principales fuentes

Parámetro	Fuente Antropogénica	Fuente Natural
SO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Generadoras eléctricas a carbón o <i>diesel</i> • Calderas industriales • Incineradores de residuos • Uso de combustibles fósiles (vehículos, equipos con motores a combustión) • Fundiciones • Industrias 	<ul style="list-style-type: none"> • Volcanes
Material Particulado PM ₁₀ y PM _{2.5}	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión eólica • Material fino movilizado por vientos fuertes
Óxidos de Nitrógeno	<ul style="list-style-type: none"> • Generadoras eléctricas a combustible fósil • Calderas industriales 	<ul style="list-style-type: none"> • Incendios forestales



Parámetro	Fuente Antropogénica	Fuente Natural
(NOx, NO, NO2)	<ul style="list-style-type: none"> • Incineradores de residuos • Uso de combustibles fósiles (vehículos, equipos con motores a combustión) 	
CO	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de combustibles fósiles (vehículos, equipos con motores a combustión) • Generadoras eléctricas a combustible fósil 	
VOC	<ul style="list-style-type: none"> • Motores a petróleo • Estaciones de almacenamiento de combustibles • Industria con uso de solventes 	
PAH, PCB, Dioxinas	<ul style="list-style-type: none"> • Incineradores de residuos • Producción de <i>coke</i> • Combustión de carbón 	
Metales Pb, Cd, Hg	<ul style="list-style-type: none"> • Procesamiento de metales • Combustión de combustibles con metales • Combustión de carbón • Manufactura de baterías • Producción de fertilizantes • Cementeras • Generadoras de combustibles fósiles • Minería • Fundiciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión eólica en zonas mineralizadas
Cl2, NH3	<ul style="list-style-type: none"> • Plantas químicas • Procesadoras de metales • Industria de fertilizantes 	
GEI	<ul style="list-style-type: none"> • 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	μ T
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 realizarán en los exteriores de 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 logeos 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 debe ser planificada con detenimiento. Las muestras tienen que ser representativas de cada suelo o litología presente, por lo que el número de muestras debe estar basado en las características del proyecto, como ubicación de las instalaciones, litologías que intercepta, y volúmenes y áreas de material que se moverán o quedarán expuestas. El tamaño de la muestra debe ser adecuado para representar la variabilidad/heterogeneidad dentro de cada unidad geológica.

Los factores como el tamaño de grano, defectos estructurales, alteración, brechamiento y veteado deben ser 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 debe incluir 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.

Se debe 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, se debe 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 CaCO₃/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:

$$\text{NPR} = \text{NP}/\text{AP} \quad (\text{kg CaCO}_3/\text{t})$$

$$\text{NNP} = \text{NP} - \text{AP} \quad (\text{kg CaCO}_3/\text{t})$$

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 $\text{NP}/\text{AP} < 1$;
- Materiales sin potencial de generación de acidez (NAG) si $\text{NP}/\text{AP} > 2$; 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 Environmentally Friendly Mineral Resource Development*. In: G.S. Plumlee and M.J. Logsdon (Eds.), *The Environmental Geochemistry 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 horizontes 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 un volumen de agua con barras prefabricadas 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.

Parámetros



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 morfogénico (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 cumplimiento 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). 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 Wluc (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 (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 los 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

Caudales

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 (ANA 2016a, 2016b) 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 ILLA, 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.
- ANA (2016a). Autoridad Nacional del Agua. *Metodología para Determinar Caudales Ecológicos*. Resolución Jefatural N° 154-2016-ANA.
- ANA (2016b). Autoridad Nacional del Agua. *Rectifican incisos de los artículos 3°, 7°, 8°, y 13° de la Metodología para determinar caudales ecológicos, aprobada por RJ N° 154-2016-ANA*. Resolución Jefatural N° 206-2016-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

2 Línea base biológica

2.0 Lineamientos generales

2.0.1 Alcance

Como parte de la línea base se deben caracterizar 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 los organismos hidrobiológicos continentales (cuerpos de agua lénticos y lóticos) y/o marinos. También se deberá evaluar si el proyecto está ubicado en un área donde se concentren recursos genéticos importantes a nivel fenotípico, considerando por ejemplo la agrobiodiversidad. Asimismo, se deberán describir los aspectos biológicos más relevantes y sensibles presentes en el área de estudio, con énfasis en aquellos que con mayor probabilidad a ser impactados por el proyecto (cuerpos de agua, ecosistemas frágiles, áreas de concentración de recursos genéticos, áreas prioritarias para la conservación, especies endémicas y/o protegidas, entre otros).

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

Conocer la condición de los factores biológicos previa al desarrollo del proyecto es indispensable, pues dependiendo de sus impactos, será necesario tener algunas consideraciones particulares al momento de diseñar las medidas para mitigar, rehabilitar y/o compensar según sea necesario (por ejemplo, afectación de una especie amenazada o de una unidad de vegetación¹ sensible).

Cabe precisar que una línea base biológica no es sinónimo de un inventario biológico o un estudio científico detallado. El objetivo de una línea base biológica es tener una idea general del estado y las características de la biodiversidad del área de estudio para poder evaluar impactos y diseñar medidas de mitigación pertinentes. Si bien las evaluaciones deben ser lo suficientemente representativas de la biodiversidad local, no es necesario conocer a detalle todas las especies presentes ni todas sus características. Se debe priorizar aquellas variables y parámetros que luego puedan ser analizadas y utilizadas para los fines antes mencionados.

2.0.2 Metodología

2.0.2.1 Revisión de Información Secundaria

Como primer paso antes de los trabajos de campo se debe consultar la información disponible sobre la biodiversidad del área de estudio. En caso no exista información específica se deberá consultar lo siguiente:

- Información de instituciones académicas, como museos, universidades y similares.

¹ Definición de UV en la Sección 2.1 Flora y vegetación.



- Publicaciones a nivel de distrito.
- Publicaciones a nivel de departamento.
- Publicaciones a nivel de ecosistema o cuenca.
- Publicaciones a nivel de región, ecorregión y/o zona de vida.

Se recomienda que se prioricen fuentes de información de carácter académico o científico por encima de literatura gris², y que en todos los casos sean referenciadas correctamente en el texto.

Finalmente, luego de la revisión de información secundaria, se recomienda que se elabore una lista preliminar, a manera referencial, con las especies potencialmente presentes en el área de estudio y se determine en gabinete su estado de conservación, empleando los listados nacionales e internacionales vigentes a la fecha de elaboración de la línea base. Esto deberá servir 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 debe considerar que las unidades de trabajo son: las unidades de vegetación en el caso de la flora y fauna terrestre y los cuerpos de agua lénticos y lóticos, en el caso de la flora y fauna acuática continental. En el caso de la evaluación de ecosistemas marinos, cerca de la costa se deberá considerar las zonas intermareal y submareal según corresponda de acuerdo a los taxas evaluados, y para evaluaciones alejadas de la costa, el mar se deberá considerar como un todo, diferenciándose únicamente por estación de muestreo. Es conveniente elaborar un climograma o histograma ombrotérmico donde se indique los meses de estiaje y avenidas a fin de determinar los meses tentativos de la salida de campo para el levantamiento de 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 deberá elaborar 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 a utilizar en campo.
- Cronograma de muestreo.
- Mapa preliminar donde se identifique el tipo de cobertura vegetal, cuerpos de agua, entre otros.

La determinación preliminar del número de estaciones de muestreo y su potencial ubicación, se deberá realizar en base al estudio de imágenes satelitales, fotografías aéreas, cartografía o mapas batimétricos disponibles (por ejemplo, Google Earth), a la información secundaria disponible y a las unidades de vegetación (UV) y cuerpos de agua potencialmente presentes. La distribución de las estaciones de muestreo deberá ser de manera tal que todas las UV se evalúen representativamente para todos los grupos de flora y fauna terrestre, los cuerpos de

² 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, etc.).

agua lénticos y lóticos para los grupos de flora y fauna acuática continental, y la zona intermareal y submareal para ambientes marinos, según corresponda. Asimismo, se deberá tener en cuenta los siguientes criterios:

- Su ubicación deberá ser aleatoria dentro de cada UV/cuerpo de agua/zona marina (utilizar un tipo de método aleatorio, ya sea simple, estratificado o sistemático);
- Su ubicación debe tener una distribución que sea representativa para las distintas unidades del área de estudio, considerar su amplitud;
- Se deberá tener 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 deberá tener en cuenta la ubicación de las estaciones de muestreo/monitoreo de calidad de agua, con el fin de poder correlacionar la información biológica con la abiótica.

Se deberá utilizar el término “estaciones de muestreo”, pues la mayoría tendrán como fin sólo la caracterización de la línea base. Luego del proceso de evaluación de impactos, sólo aquellas que serán incluidas en la red de monitoreo pasarán a denominarse “estaciones de monitoreo” y usualmente es un número menor a las estaciones evaluadas en la línea base.

Normalmente en esta fase sólo se establece la ubicación referencial de las estaciones de muestreo, las cuales deberán ser confirmadas en campo por los especialistas de las distintas disciplinas, como se describe en los ítems a continuación.

2.0.2.2.2 Autorizaciones para realizar las colectas

Previo al desarrollo de los trabajos de campo, y una vez planificado el muestreo, se deberá tramitar las autorizaciones que correspondan de acuerdo a la Tabla 2.0-1.

Tabla 2.0-1: Autorizaciones a considerar para realizar la línea base biológica

Sector de emplazamiento del proyecto	Entidad
Flora y fauna dentro ANP	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP)
Flora y fauna fuera de ANP y/o dentro de ZA*	Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR)
En cuerpos de agua, especies hidrobiológicas**	Ministerio de la Producción (PRODUCE)

* En este caso, SERFOR solicita opinión técnica al SERNANP; ** PRODUCE adicionalmente solicita opinión técnica a IMARPE, y en caso el área se encuentre dentro de una ANP o ZA solicita opinión técnica a SERNANP.

Cabe señalar que para la obtención de autorización para estudios del patrimonio forestal y de fauna silvestre, el profesional debe contar con un mínimo de tres (03) años de experiencia en el taxón del cual se realizará los estudios, de acuerdo a la normatividad vigente.

Si los puntos de muestreo se superponen tanto en ANP y zona de amortiguamiento, el titular deberá gestionar el plan de investigación en el SERNANP y el SERFOR paralelamente. Si los puntos de muestreo se superponen en un área de Conservación Regional este deberá gestionarse en los Gobiernos Regionales a cual corresponde el ACR o se deberá consultar a SERFOR.

En cada caso se deberá proceder de acuerdo a lo estipulado en los TUPA correspondientes, llenando los formatos establecidos por cada institución.

No se podrán realizar los trabajos de campo sin al menos haber iniciado el trámite de las autorizaciones, según corresponda.



Además de ello, en caso corresponda, se debe presentar las constancias de depósitos de los especímenes colectados.

No se podrá presentar un EIA sin las autorizaciones aprobadas; y las metodologías y profesionales que se indiquen en las resoluciones deberán coincidir con la línea base.

2.0.2.2.3 Ubicación de estaciones de muestreo

La ubicación final de las estaciones de muestreo será definida en campo y tendrá como principales criterios el juicio profesional y las características particulares de cada grupo biológico. Asimismo, se deberá considerar aspectos de accesibilidad, seguridad y ubicación de los componentes del proyecto.

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

Se deberá diferenciar los puntos de muestreo que se ubiquen en un Área Natural Protegida, Zona de Amortiguamiento o Área de Conservación Regional, cuando corresponda.

2.0.2.2.4 Unidades de muestreo

La unidad de muestreo dependerá de las variables o parámetros que se quieran evaluar y deberá ser específica para cada disciplina biológica. Para todas las disciplinas se sugiere que la selección final esté sustentada con bibliografía especializada.

2.0.2.2.5 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replicarán para evaluar representativamente cada unidad de vegetación o los cuerpos de agua. El número de unidades de muestreo debe ser proporcional a la extensión de las unidades de vegetación, ambientes acuáticos y/o a la futura posible influencia que tendrá el proyecto; excepto para aquellas UV donde a priori se conozca su homogeneidad. En este último caso, el número deberá ser el suficiente para demostrar esta afirmación.

En base a la experiencia profesional, teniendo en cuenta los objetivos de la línea base, se recomienda lo siguiente:

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").
2. Distribuir las unidades de muestreo según la zona a evaluar, de acuerdo a lo indicado en la Tabla 2.0-2.



Tabla 2.0-2: Consideraciones para determinar el esfuerzo de muestreo de acuerdo al tamaño del área de estudio y lugar de evaluación

Consideraciones		Lugar de evaluación en el área de estudio		
		Probable emplazamiento del proyecto	Cerca al emplazamiento del proyecto	Lejos del emplazamiento del proyecto
Objetivo		Debe servir para analizar la flora o fauna terrestre y/o acuática que se afectará directamente por el emplazamiento en la evaluación de impactos.	Luego podrán ser utilizadas como estaciones de monitoreo "directo" o "de impacto" en el plan de monitoreo.	Luego podrán ser utilizadas como estaciones de monitoreo "control" en el plan de monitoreo.
Número mínimo de unidades de muestreo x UV	Proyectos pequeños (área de estudio < 5,000 ha)	2	2	1
	Proyectos medianos (área de estudio 5,000 - 15,000 ha)	3	2	1
	Proyectos grandes (área de estudio > 15,000 ha)	4	3	2
% del esfuerzo de muestreo		40% - 60%	25% - 40%	15% - 25%
Recomendación		Realizar el mayor número de unidades de muestreo que sea posible		Podría ser luego utilizado con fines de compensación

Nota: Elaboración propia a partir de las recomendaciones de Ecosystems Working Group (1998). *Standard for terrestrial ecosystem mapping in British Columbia.*

- Se sugiere que, en la medida de lo posible, para ambientes terrestres las unidades de muestreo se realicen en parches distintos de la misma UV para conocer la variabilidad local de la misma. En los ecosistemas acuáticos continentales, la ubicación de las unidades de muestreo deberá abarcar los distintos mesohábitats³; mientras en los ecosistemas marinos, deberá considerar las zonas intermareal y submareal, esta última en relación con la profundidad o distancia a la costa.
- 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 medida de lo posible, debe ser en la cantidad suficiente para un tratamiento estadístico. En el caso de ambientes terrestres, cuando se realicen menos de 5 estaciones de muestreo por UV, se deberá presentar un sustento (por ejemplo, un solo parche pequeño dentro del área de estudio).
- En caso de ANP y ecosistemas frágiles se podrá variar las consideraciones indicadas en la Tabla 2.0-2, en base a los objetivos de conservación y el Plan Maestro del ANP, los cuales serán definidos en la autorización del SERNANP.
- En caso se realicen colectas biológicas, estas deberán ser depositadas en las Instituciones Científicas Nacionales Depositarias de Material Biológico registrada ante el Serfor.

³ Mesohábitat: tipo de hábitat definido por las características hidráulicas de los cuerpos de agua (por ejemplo, pozas, corridas, rápidos).



2.0.2.2.6 Estacionalidad

Si bien dependerá 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/verano); sierra (temporadas húmeda/seca) y selva (temporadas húmeda/muy húmeda). Los desiertos con vegetación estacional (por ejemplo, tillandsiales y lomas) deberán ser evaluados como mínimo en dos temporadas (invierno y verano). La única excepción es el desierto sin vegetación, donde sólo se recomienda una sola temporada de evaluación, pero se deberá indicar su cercanía a aquellas zonas con vegetación estacional.

La mejor temporada de evaluación variará 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 y se debe esperar a que se manifieste.
- Para la flora y fauna acuática se sugiere realizar los muestreos dentro de los meses correspondientes a 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, debido al efecto del aporte de sedimentos de los ríos, que varía en función de las temporadas lluviosa y seca, y al efecto del gradiente de temperatura del agua de mar (específicamente de la Temperatura Superficial del Mar-TSM) entre los meses más cálidos y fríos.

2.0.2.2.7 Datos de registro y colecta

En campo se debe recoger 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 tenga).
- Nombre local (en caso se pueda averiguar).
- Indicación de especie: nativa, exótica, invasora.
- Especies con uso local: información a través de pobladores locales y/o referencias bibliográficas.
- Registros fotográficos de las especies (especialmente aquellas de interés para la conservación).
- Nombre del especialista.
- Fecha de registro y/o colecta.

2.0.2.2.8 Métodos de muestreo en campo

Los métodos de muestreo en campo son específicos para cada disciplina, y deberán ser aplicados por profesionales con al menos tres (03) años de experiencia de muestreo



comprobado en las disciplinas biológicas (herpetólogos, mastozoólogos, ornitólogos, botánicos, hidrobiólogos, entre otros). Se debe indicar en la línea base los biólogos que participaron en los trabajos de campo, especificando su especialidad, rol y años de experiencia.

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

Se puede considerar como información secundaria los registros ocasionales que pueden alimentar la base de datos y mejorar el registro de las especies en el área de estudio.

2.0.2.2.9 Control de calidad del muestreo

Dependiendo de la taxa evaluada, 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 métodos para realizar el control de calidad, pero deberá incluirse 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 teórico calculado (asíntota), algunos autores como Jiménez-Valverde y Hortal (2003) refiriendo que esto es a partir del 70%. En Tabla 2.0-3 se presentan ejemplos para determinar curvas de acumulación de especies.

Se recomienda elegir sólo uno, de acuerdo a la distribución de los datos colectados, para evitar obtener múltiples valores teóricos de riqueza de especies.

Tabla 2.0-3: 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 en el tiempo y deseamos conocer qué esfuerzo en tiempo mínimo necesitamos
		Logarítmico	Es útil cuando los muestreos son en áreas pequeñas y eventualmente se van registrar todas la especies
		Exponencial	Se utiliza cuando el área es muy grande o los grupos son poco conocidos
No Paramétricos	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
		Jackknife 1 y 2	Considera el número de especies que solamente ocurren en una muestra o además de las que ocurren en solo dos muestras
		Booststrap	Estima la riqueza a partir de la proporción de muestras que contienen 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 evaluación de impactos (EI), plan de manejo (PMA) y/o plan de monitoreo (PMO) deberán de contar con una base de datos, donde se indiquen los valores por estación de muestreo.

Tabla 2.0-4: 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.	PMO: comparación de 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.	PMO: comparación de valores de diversidad durante el monitoreo
	Dominancia (D) e índice de Simpson (1-D)	La dominancia mide la probabilidad 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.	PMO: comparación de 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	Coefficiente 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: sirven para comparar y agrupar las unidades de muestreo y confirmar, por ejemplo, la composición de las unidades de vegetación.
	Coefficiente de similitud cualitativa de Sørensen-Dice	Relaciona el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos sitios	Krebs, 1999; Kohl <i>et al.</i> , 2006.	PMO: sirve para comparar los cambios que se presentan en las poblaciones.

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
	Coefficiente de similitud cuantitativa de Morisita	Relaciona las abundancias específicas con las abundancias relativas y total. Es altamente sensible a la abundancia de las especies abundantes	Krebs, 1999; Kohl <i>et al.</i> , 2006.	
Abundancia	Abundancia relativa (%)	Cantidad o número de individuos de cada especie en relación a la cantidad total de todas las especies de en una unidad	Krebs, 1999; Kohl <i>et al.</i> , 2006.	PMO: comparación de valores de abundancia durante el monitoreo
Densidad	Densidad relativa (%)	Número de individuos que ocupan un área	Krebs, 1999; Kohl <i>et al.</i> , 2006.	PMO: comparación de valores de densidad durante el monitoreo
Dominancia	Dominancia relativa (%)	Relación entre la dominancia de una especie y el total de las dominancias de todas las especies	Krebs, 1999; Kohl <i>et al.</i> , 2006.	LB: comparación de valores de abundancia durante el monitoreo
Unidades de vegetación	Unidad de vegetación	Superficies de unidades de vegetación		EI: Pérdida de cobertura vegetal
Cobertura vegetal	Cobertura vegetal (%)	Área de suelo desnudo y la variación de la cobertura vegetal de acuerdo con la estacionalidad.		
Ecosistemas frágiles	Aquellos incluidos en el artículo N° 99 de la Ley general del ambiente.	Ecosistemas cuya conservación debe ser priorizada, y en caso de afectación requerirá medidas de compensación.	Ley General del Ambiente.	EI: Afectación de ecosistemas frágiles PMA: Medidas de compensación
Especies claves	Inventario y abundancia de especies clave	Selección de especies que sean sensibles a la perturbación, sean moderadamente abundantes en el área de estudio (y se pueda monitorear su población) y presenten cierto grado de especialización al hábitat	Stotz <i>et al.</i> (1996)	EI: Evaluar impactos en especies clave PMO: Planes de manejo para especies clave
Especies amenazadas	Inventario y georreferenciación de especies según legislación nacional	Información georreferenciada de especies amenazadas incluidas en la normativa nacional	Normativa nacional	EI: Evaluar impactos en especies amenazadas PMO: Planes de manejo para especies amenazadas.
	Inventario y georreferenciación de especies listadas en los apéndices de CITES	Información georreferenciada de especies amenazadas incluidas en convenios internacionales vinculantes	CITES	NOTA: en caso de registrarse especies CR o EN, sus datos de registro deberán tenerse en cuenta para los planes de manejo y/o compensación.
	Inventario y georreferenciación de a especies listadas en la lista roja de la IUCN	Información georreferenciada de especies amenazadas determinadas por instituciones reconocidas en conservación	IUCN	
Especies endémicas	Inventario y georreferenciación de especies endémicas según literatura especializada	Información georreferenciada de especies endémicas	Específica para cada grupo	EI: Evaluar impactos en especies endémicas PMO: Planes de manejo para especies endémicas

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
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 daño económico, ambiental o daños a la salud humana	Específica para cada grupo	Riesgo de desplazamiento de especies nativas
Especies con usos locales	Inventario de especies con usos locales	Información de plantas útiles o con potencial uso por parte de la pobladores locales	Específica para cada grupo	EI: Evaluar impactos en especies con usos locales, que puedan tener impactos indirectos en los pobladores locales.
Indicadores biológicos (*)		Estado de conservación del área de estudio		

(*) Por ejemplo, el pacco en áreas de bofedales y césped de puna puede ser un indicador de sobrepastoreo.

2.0.3 Representación espacial

Todas las líneas base deberán contar con mapas referenciales. Para ecosistemas terrestres la base debe ser el mapa de unidades de vegetación que se realiza como parte de la línea base de flora y vegetación; para ecosistemas acuáticos continentales, la base deben ser los límites de las cuencas hidrográficas, y para los ecosistemas marinos, se debe usar como base imágenes satelitales disponibles, cartografía y mapas batimétricos de la zona.

Los capítulos de línea base biológica deben incluir como mínimo lo siguiente:

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

2.0.4 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).
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015a). Guía de inventario de la flora y vegetación. Dirección General De Evaluación, Valoración y Financiamiento Del Patrimonio Natural. R.M. N° 059-2015-MINAM.
- MINAM. (2015b). Guía de inventario de fauna silvestre. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. R.M. N° 057-2015-MINAM.
- MINAM, Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Museo de Historia Natural (UNMSM-MHN), (2014). Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. Departamentos de Limnología e Ictiología – Lima. 75 p.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). Reglamento para la Gestión Forestal, Anexo 1, requisito 7. Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI
- MINAGRI. Reglamento para la Gestión de Fauna Silvestre, Anexo 2, requisito 28. Decreto Supremo N° 019 2015-MINAGRI.
- MINAGRI. Artículo 135 del Decreto Supremo N° 019-2015-MINAGRI y artículo 156 del Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI.
- MINAM. Guía de inventario de la Flora y vegetación. Resolución Ministerial N°059-2015-MINAM.
- MINAM. Guía de inventario de la fauna silvestre. Resolución Ministerial N° 057-2015-MINAM.
- MINAM. (2015). Mapa Nacional de Cobertura Vegetal – Memoria descriptiva. Lima

2.0.5 Referencias bibliográficas

- Bonham, C.D., (2013). Measurements for terrestrial vegetation. John Wiley & Sons.
- Braude, S. y Low, B.S. eds., (2010). An introduction to methods and models in ecology, evolution, and conservation biology. Princeton University Press.
- Brown, J.K., (1974). Handbook for inventorying downed woody material.
- Elzinga, C.L., Salzer, D.W. y Willoughby, J.W., (1998). Measuring & Monitoring Plant Populations.
- Elzinga, C.L., (1997). Vegetation monitoring: an annotated bibliography (Vol. 352). DIANE Publishing.
- Henderson, P.A. (2003). Practical Methods in Ecology. Malden, MA, Blackwell Pub.



- 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.
- Krebs, C.J. (1999). *Ecological Methodology*. 2nd Edition, Benjamin Cummings, Menlo Park, 620 p.
- Köhl, M., Magnussen, S.S. and Marchetti, M., (2006). *Sampling methods, remote sensing and GIS multiresource forest inventory*. Springer Science & Business Media.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton: Princeton University Press
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity* Blackwell. Oxford, UK.
- Moreno, C.E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Quinn, G.P. and Keough, M.J., (2002). *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press.
- Schulz, B.K., Bechtold, W.A. and Zarnoch, S.J., (2009). *Sampling and estimation procedures for the vegetation diversity and structure indicator*.
- Stotz, D., Fitzpatrick, J., Parker, T., y Moskovits, D. (1996). *Neotropical Birds: Ecology and Conservation*. Chicago: University of Chicago.
- Portillo, G. "Qué es y cómo se interpreta un climograma". Consultado el 9 de noviembre de 2018, en el siguiente link: <https://www.meteorologiaenred.com/climogramas.html>



2.1 Flora y vegetación

2.1.1 Alcance

Como parte de la línea base se debe caracterizar el factor “flora y vegetación”, es decir, las especies de plantas y las comunidades vegetales que éstas forman en el área de estudio. Se debe tener 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 una determinada área, que se caracterizan por su fisonomía y estructura, y por poseer una o más especies dominantes. Conceptos similares: formación vegetal, fisonomía vegetal, comunidad vegetal. Aubréville (1956, 1957); Beard (1944, 1955); Burt Daby (1938); Grisebach (1872; Humboldt (1805, 1807); Ellenberg and Mueller-Dombois (1967); Kuchler (1967), Rubel (1930); Schimper (1898); Tansley and Chipp (1926); Trochain (1955, 1957); Warming (1895, 1909).
- Unidad de vegetación (UV): es el tipo de vegetación descrito a una determinada escala, que 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 EIA. No obstante, el muestreo de las unidades de vegetación tiene que tener el nivel de detalle suficiente que permita conocer la variabilidad dentro de las mismas, 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 deberá ser la unidad de vegetación.**

2.1.2 Metodología

2.1.2.1 Revisión de Información Secundaria

Como primer paso, antes de los trabajos de campo, se debe consultar 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 deberá consultar la información disponible sobre la flora peruana en herbarios a nivel nacional e internacional.

Para nombrar y describir a las unidades de vegetación se deberá utilizar el Mapa Nacional de la Cobertura Vegetal (MINAM, 2015a) y se tomará como base la información cartográfica de este mapa de manera referencial, la cual luego deberá ser verificada en campo. En casos excepcionales se podrá usar ciertas denominaciones que deberán normalizadas al Mapa Nacional de Cobertura Vegetal mediante un cuadro de equivalencias.



2.1.2.2 Trabajo de Campo

2.1.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

Se deberá seguir lo indicado en la Sección 2.0. Los especialistas en vegetación deberán analizar las imágenes satelitales disponibles, definir preliminarmente las potenciales UV a muestrear y, en base a su distribución, proponer la ubicación de las estaciones de muestreo.

2.1.2.2.2 Ubicación de estaciones de muestreo

La definición de la ubicación final de las estaciones de muestreo debe ser realizada en campo y debe tener como principales criterios el juicio profesional y las características de la vegetación.

Por ejemplo, se puede utilizar el método de selección subjetiva (Ellenberg y Mueller-Dombois, 1967; Barbour *et al.*, 1987), el cual considera lo siguiente:

- El menor grado de afectación o alteración humana posible (evitando zonas de pastoreo, carreteras, caminos, centros poblados, caseríos, áreas de cultivos, terrenos abandonados, entre otros);
- El menor grado de alteración natural esporádica (deslizamientos, derrumbes, huaicos, inundaciones, entre otros).

2.1.2.2.3 Unidades de muestreo

La unidad de muestreo (UM) dependerá 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 dependerá de las características y dimensiones del área de estudio, así como de la metodología de muestreo.

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 deberá ser definido por el biólogo responsable de la línea base de flora, y el número finalmente elegido deberá estar explicado y justificado en el informe.

Tabla 2.1-1: Ejemplos de unidades de muestreo sugeridas para diferentes variables de vegetación

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

Para la selección de las unidades de muestreo se deberá respetar 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:

- Bonhan (1989) *Measurements for terrestrial vegetation*;
- Elzinga *et al.* (1998) *Measuring and monitoring plant populations*.

2.1.2.2.4 Esfuerzo de muestreo

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

2.1.2.2.5 Estacionalidad

Si bien dependerá de las características climáticas del área de estudio, en la mayoría de las regiones del Perú se recomienda 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.
- Estatus de protección y distribución según el Libro rojo de las plantas endémicas del Perú (León *et al.*, 2006).
- 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 debe incluir métodos cualitativos y cuantitativos.

Los métodos cualitativos incluyen comúnmente al inventario florístico y las búsquedas intensivas, en caso se tenga especies objetivo. Estos métodos se deben aplicar 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 deben aplicar para realizar análisis cuantitativos (cobertura, diversidad gama y beta, abundancia, densidad, entre otros).

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

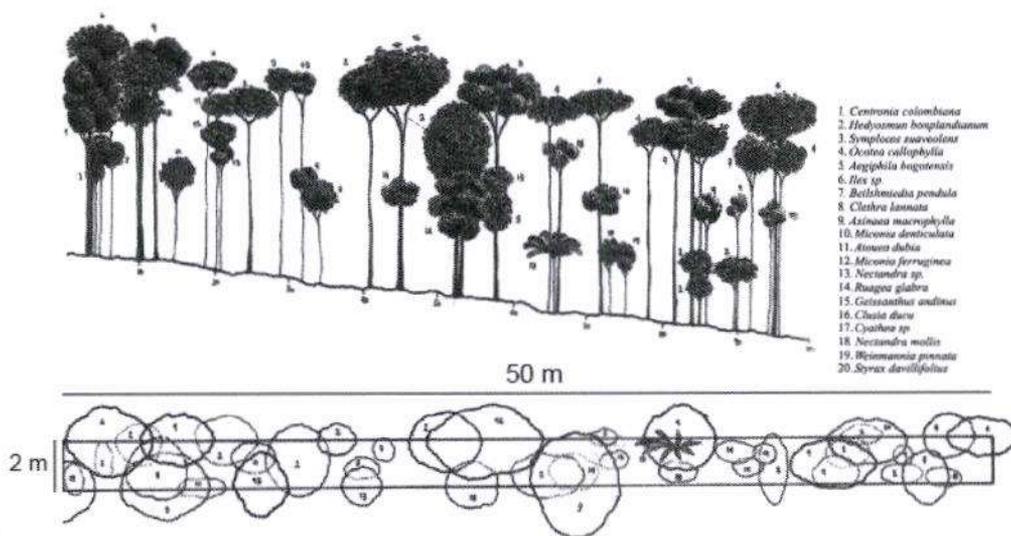


Tabla 2.1-2: Métodos recomendados para la evaluación cuantitativa de la flora según la forma de crecimiento de la vegetación

Método de acuerdo a unidad de muestreo	Tipo de medición	Forma de crecimiento	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en campo	Referencias
Línea de intercepción de 100 o 50 m	Líneal	Herbáceo	Costa y Sierra	Riqueza, Frecuencia y Cobertura	Bonham, 2013; Elzinga, 1998; Goldsmith <i>et al.</i> 1986; Jensen <i>et al.</i> 1993; Krebs, 1999; Mueller-Dombois & Ellenberg 1974.
Transectos de intercepción de 100 puntos (distancia variable)	Líneal	Herbáceo y arbustivo	Costa y Sierra	Riqueza, Cobertura, Estructura Vertical (altura de plantas)	Bonham, 2013; Elzinga, 1998; Goldsmith <i>et al.</i> , 1986; de Vries, 1986; Jensen <i>et al.</i> , 1993; Krebs, 1999; Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974.
Transecto de Gentry 50 X 2 m	Área	Arbóreo (incluyendo lianas)	Sierra, Selva alta y Selva baja	Riqueza, Abundancia, DAP, Altura	Gentry, 1982, 1988; Bonham, 2013.
Cuadrante de 1 m ² (1 x 1 m)	Área	Herbáceo	Costa y Sierra	Riqueza, Abundancia, Cobertura	Bonham, 2013; Elzinga, 1998; Goldsmith <i>et al.</i> 1986; Krebs, 1999; Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974.
Cuadrante de 16 m ² (4 x 4 m)	Área	Arbustivo	Costa y Sierra	Riqueza, Abundancia, Cobertura	Bonham, 2013; Dombos & Ellenberg, 1974; Elzinga, 1998.
Cuadrante de 100 m ² (10 x 10 m) o 400 m ² (20 x 20 m)	Área	Arbórea	Sierra y Selva alta	Riqueza, Abundancia, DAP, Altura	Bonham, 2013; Dombos & Ellenberg, 1974; Kohl <i>et al.</i> 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 <i>et al.</i> , 1995; Campbell <i>et al.</i> , 2002.

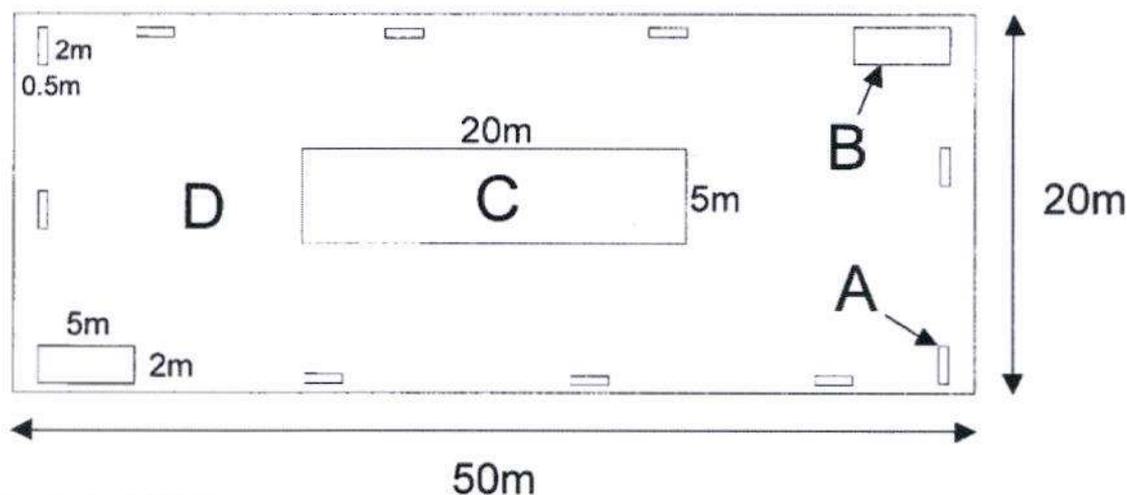
En las Figuras 2.1-1 y 2.1-2 se presentan ejemplos de diagramas para los métodos del Transecto de Gentry y la Parcela Modificada de Whittaker, respectivamente. Estos diagramas son referenciales, pero pueden servir de guía para su aplicación en campo.

Figura 2.1-1: Diagrama del Transecto de Gentry, para ser aplicado en zonas boscosas



Fuente: Adaptado de Cantillo *et al.*, 2002.

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



Fuente: Campbell, 2002.

2.1.2.2.8 Control de calidad del muestreo/monitoreo

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

2.1.2.2.9 Colecta de muestras y determinación taxonómica

La determinación taxonómica de especímenes debe considerar el sistema de clasificación APG IV o su versión más actualizada, y la nomenclatura debe ser contrastada con la versión más actual de bases mundiales referenciales, tales como Tropicos (2017), The Plant List (2013) o International Plant Names Index (2015). El lugar de depósito de la muestra botánica deberá ser en un herbario indexado a nivel nacional.

2.1.2.3 Evaluación y análisis de resultados

En la Tabla 2-3 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 campo, 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 ecosistemas presentes en el área de estudio.



Tabla 2.1-3: 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, 2007.	Son las bases del análisis de la línea base biológica, evaluación de impactos y monitoreo.
Superficie de cobertura vegetal	Superficie en ha de coberturas vegetales por unidad de vegetación	Determina la superficie de cobertura vegetal asociada cada unidad de vegetación y tomando en consideración los componentes de proyecto	Krebs, 1999; Kohl et al., 2006.	EI: Análisis de pérdida de cobertura vegetal.
Abundancia	Abundancia relativa (%)	Cantidad o número de individuos de cada especie en relación a la cantidad total de todas las especies de una unidad (sólo aplica para árboles y arbustos)	Krebs, 1999; Kohl 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. PMO: comparación de valores de abundancia durante el monitoreo
Densidad	Densidad relativa (%)	Número de individuos que ocupan un área (sólo aplica para árboles y arbustos)	Krebs, 1999; Kohl et al., 2006.	PMO: comparación de valores de densidad durante el monitoreo
Cobertura	Cobertura relativa (%)	Relación de la cobertura de una especie entre el total de la cobertura de todas la especies (aplica para especies herbáceas)	Krebs, 1999; Kohl et al., 2006.	PMO: 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 a especies con medidas dasométricas- DAP) de las especies representativas o con mayor IVI de los estratos verticales	Importancia ecológica de las especies representativas en base estructura horizontal y vertical de la vegetación	Curtis, 1959; Finol, 1971, 1976; Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; Matteucci y Colma, 1982.	EI: pérdida o cambio de las especies con mayor valor ecológico en todos los estratos verticales de la vegetación (p.e. pérdida de árboles, arbustos y hierbas representativas de un bosque, pérdida de arbustos y hierbas representativas de un matorral).
Vigor de la vegetación	Índice Normalizado de Vegetación Diferencial (NDVI)	Respuestas de la vegetación frente a cambios ambientales a través de un estimador que mide la radiación fotosintética del conjunto de plantas	Gilabert et al, 1997.	EI: Cambio en la estructura de la vegetación

2.1.3 Representación espacial

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

En la Tabla 2.1-4 se presentan alternativas de tipos de medición para elaborar el mapa de vegetación, utilizando el método de procesamiento y análisis de imágenes satelitales. Se debe precisar en la línea base el tipo de imagen y la fecha de toma (máximo dos años de antigüedad contados desde la fecha de elaboración del mapa).

Tabla 2.1-4: 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 (10-30 metros). Imágenes Satelitales Landsat 8, SPOT. Resolución Alta (<5mt) Imágenes Rapideye, Geoeye y otros.
	Valores espectrales de Índice Normalizado de Vegetación (NDVI).	Vigor de la vegetación	Resolución Media (10-30 metros). Imágenes Satelitales Landsat 8, SPOT. Resolución Alta (<5mt) 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 deberán 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 las mismas. 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 tienen importancia socioeconómica, como las especies de orquídeas, bromelias, aráceas y helechos.

2.1.4.1.2 Metodología

- Revisión de información secundaria

Como primer paso, antes de los trabajos de campo se debe consultar la información disponible sobre la flora epífita del área de estudio. Además de lo mencionado en el capítulo 2.0 Línea base biológica - Lineamientos generales, también se deberá consultar la información disponible en herbarios a nivel nacional e internacional y bibliografía especializada como Ibsch *et al.* (1996).



- Trabajo de Campo

Planificación del trabajo de campo

Se deberá seguir lo indicado en la Sección 2.0.

Ubicación de estaciones de muestreo

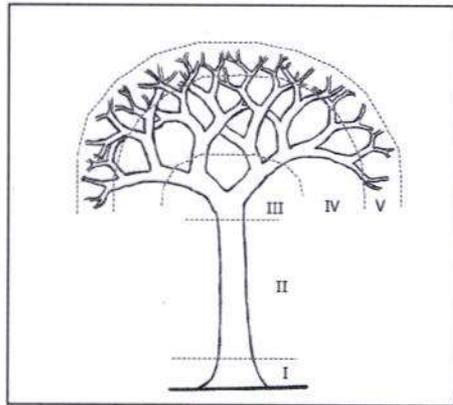
Como contexto general se recomienda seguir las directrices o pautas de la evaluación de la Sección 2.1 Flora y vegetación. Sólo en caso se identifique concentraciones particulares de epífitas o la presencia de especies importantes fuera de las estaciones de muestreo de flora y vegetación, se deberá realizar el muestreo adicional direccionado 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 forofito. Se recomienda que los hospederos a evaluar deben tener un DAP ≥ 10 cm.

Los forofitos generalmente presentan diferentes estratos para el desarrollo de las epífitas, los cuales además están correlacionadas a condiciones de luz, nutrientes y agua; por tanto, se recomienda subdividir al hospedero en cinco secciones para la evaluación (Johanson, 1974):

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



Fuente: MINAM (2013)

El estudio de la composición vertical de los epífitos debe considerar temas de seguridad y tiempo de evaluación en los estudios ambientales, por lo que la evaluación de los estratos IV y V se sugiere se puede realizar a través de evaluaciones oportunistas de ramas y troncos caídos de 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 forofitos a evaluar por unidad de vegetación (tipos de bosque):

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

Grupo de epífitas	N° de forofitos del dosel (≥ 10 cm DAP)
Vasculares (orquídeas, bromelias, aráceas, helechos, etc.)	≥ 8 forofitos
No Vasculares (líquenes)	≥ 8 forofitos
No Vasculares (musgos, hepáticas y antocerotes)	≥ 5 forofitos

Fuente: Gradstein *et al.*, 2003

Estacionalidad

Todos los lugares que donde crecen epífitas presentan temporalidad, y su efecto en este tipo de vegetación deberá ser evidenciado 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 debe esperar a que se manifieste.

Datos de registro y colecta

Además de los descritos en la Sección 2.0, se deberá recoger los siguientes parámetros:

- Taxón, altura y DAP del forofito
- Estado fenológico
- Estrato vertical de ubicación (sección: I, II, III, IV, V)
- Datos de Abundancia-Dominancia estimada (semicuantitativa)
- Estatus de protección y distribución según el Libro rojo de las plantas endémicas del Perú (León *et al.*, 2006).
- Especies con uso potencial; información a través de 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 composición, como la abundancia y dominancia de especies. En la Tabla 2.1.1-2 se presenta un resumen de métodos recomendados en campo, los cuales pueden ser aplicados tanto en 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
Forofitos - epífitas vasculares	Presencia- ausencia por estrato	Unidad	Secciones verticales	Riqueza, composición vertical, abundancia-dominancia (semicuantitativa)	8 forofitos para epífitas vasculares	Gradstein <i>et al.</i> , (2003)
Forofitos - epífitas no vasculares (líquenes)	Parcelas o cuadrantes pequeños (30 x 20 cm hasta 60 cm) aleatorios por estrato	Unidad	Secciones verticales	Riqueza, composición vertical, abundancia-dominancia (semicuantitativa)	8 forofitos para líquenes	Gradstein <i>et al.</i> , (2003)
Forofitos - epífitas no vasculares (musgos)	Parcelas o cuadrantes pequeños (30 x 20 cm hasta 60 cm) aleatorios por estrato	Unidad	Secciones verticales	Riqueza, composición vertical, abundancia-dominancia (semicuantitativa)	5 forofitos para musgos	Gradstein <i>et al.</i> , (2003)

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 2.1.1-3).

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

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 deben ser depositadas en herbarios de instituciones nacionales autorizadas por SERFOR.

La determinación de especímenes debe considerar el sistema de clasificación del APG IV o su versión más actualizada para epífitas vasculares, y en el caso de las no vasculares se tiene referencia como el Australian Bryophytes (2008). La nomenclatura debe ser contrastada 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).



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.

La evaluación de los pastizales, que involucra principalmente el análisis de las especies forrajeras como parte de un estudio agrostológico, debe tener como objetivo principal evaluar su calidad como fuente de alimento para los diferentes tipos de ganado y/o otros animales silvestres, como guanacos y vicuñas, que pudieran ser identificados en el área de estudio. Asimismo, se debe tener 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 (excediendo 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 (Alzérrec y Luna, 2001; Gil, 2011; Calvo, 2016).

Se debe tener 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 al ser preferidas por el ganado, disminuyen 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 debe consultar la información disponible sobre los pastizales del área de estudio. Además de lo mencionado en la Sección 2.0 Línea base biológica - Lineamientos generales y Sección 2.1 Flora vegetación, también se deberá consultar la información disponible en bibliografía especializada como Florez y Malpartida (1987), Florez (2005) y Escobar y Norris (2010).

- Trabajo de Campo

Planificación del trabajo de campo

Se deberá seguir lo indicado en la Sección 2.0. El estudio deberá tener en consideración la extensión y dispersión de los pastizales naturales, de acuerdo al mapa de unidades de vegetación, para que el muestreo sea representativo.

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 Flora y vegetación, 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 deberá muestrear tanto zonas con afectación como sin afectación humana.

Unidades de muestreo

La unidad de muestreo (UM) aplicada a la evaluación de los pastizales dependerá de las variables o parámetros que se quieran evaluar, pero deberá centrarse en la unidad que se quiera evaluar, es decir, las áreas cubiertas de vegetación capaz de producir forrajes, ya sea en forma de gramíneas, graminoides, arbustos ramoneables, herbáceas o mezclas de estas. En la Tabla 2.1.2-1 se presenta 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 2.1.4-4: 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	1-3
Biomasa / Producción de forraje	Parcela o cuadrante de corte (0.04 – 1 m ²)	1-3

Para la selección se de las unidades de muestreo se sugiere consultar bibliografía especializada tal como:

- Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). (1972). *Guía Metodológica para Estudios Agrostológicos*.
- 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*.

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 deben seguir las recomendaciones incluidas en la Sección 2.0; sin embargo se debe consultar trabajos de investigación, publicaciones o instrumentos ambientales aprobados en zonas similares.



Estacionalidad

Si bien dependerá 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 debe esperar a que se manifieste.

Datos de registro y colecta

Además de los descritos en la Sección 2.0, se deberá recoger 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 debe incluir métodos que permitan obtener información sobre la calidad de los pastos y su capacidad de carga, principalmente. En la Tabla 2.1.2-2 se presenta un resumen de métodos recomendados en campo. El método seleccionado dependerá de la homogeneidad o heterogeneidad de los pastizales.

Tabla 2.1.4-5: Métodos recomendados para la evaluación de los pastizales

Método de acuerdo a unidad de muestreo	Tipo de medición	Forma de crecimiento	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en campo	Referencias
Transecto lineal al paso (con anillo censador)	Lineal	Herbáceo (arbustivo)	Costa, Sierra	Riqueza, Frecuencia y Cobertura	Florez y Malpartida (1987); Florez (2005)
Parcela o cuadrante de corte (0.04 – 1 m ²)	Área	Herbáceo	Costa y Sierra	Biomasa	Florez y Malpartida (1987); Florez (2005)

- Colecta de muestras y determinación taxonómica

Las especies de flora serán identificadas por los especialistas botánicos, como se indica en la Sección 2.1, quienes serán los que establezcan la determinación taxonómica de las especies registradas.

Las muestras colectadas de tejidos vegetales de los pastizales deberán ser 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

En la Tabla 2.1.2-3 se presenta un resumen de posibles variables para el análisis de los pastizales, complementarios a los indicados en la Sección 2.0 que apliquen. Se recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo al contexto del proyecto y los ecosistemas presentes en el área de estudio. Además, en la Tabla 2.1.2-

4 se muestran valores referenciales para determinar la condición del pastizal, en base a la carga animal óptima en el caso de las praderas o pastizales altoandinos.

2.1.4.3 Recursos forestales

2.1.4.3.1 Alcance

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

La Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N° 29763) define al bosque como un ecosistema en 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. Esta evaluación debe incluir un inventario forestal de especies arbóreas en los bosques identificados dentro del área de estudio del proyecto, en concordancia con el Reglamento para la Gestión Forestal (D.S. N° 018-2015-MINAGRI).

Se debe tener 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 a la misma madera, como los productos y derivados que se obtengan de la transformación de ésta (MINAGRI, 2015).
- 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, indumentos o utensilios, resinas, gomas, productos vegetales y animales utilizados con fines medicinales, cosméticos o culturales (FAO, 2014).

Se deberán tener en cuenta las categorías de especies maderables y el valor de la madera el estado natural, de acuerdo a la R.M. 107-2000 AG, modificada mediante RM N° 0245-2000 AG o cualquier modificación posterior.

La unidad de análisis corresponderán 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 debe consultar la información disponible sobre los recursos forestales del área de estudio. Además de lo mencionado en la Sección 2.0 Línea base biológica - Lineamientos generales y Sección 2.1 Flora vegetación, también se deberá consultar la información disponible en bibliografía especializada como Lamprecht (1990) y Malleux (1982).



- Trabajo de Campo

Planificación del trabajo de campo

Se deberá seguir lo indicado en la Sección 2.0. El estudio deberá tener en consideración la extensión y dispersión de los bosques, de acuerdo al mapa de unidades de vegetación, para que el muestreo sea representativo.

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 recursos forestales que son aprovechados y valorados por ellos.

Ubicación de estaciones de muestreo

Como contexto general se recomienda seguir las directrices o pautas de la evaluación de la Sección 2.1 Flora y vegetación, 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 deberán ser 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 variarán dependiendo si se trata de PFM o PFNM (Tabla 2.1.3-1). El número de unidades muestrales por estación de muestreo dependerá de las características y dimensiones del área de estudio.

Tabla 2.1.4-6: Ejemplos de unidades de muestreo sugeridas para los recursos forestales

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

Para la selección se de las unidades de muestreo se sugiere consultar bibliografía especializada tal como:

- Carrera. (1996). *Guía para la planificación de inventarios forestales en la zona de usos múltiples de la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala.*
- Malleux. (1982). *Inventarios forestales en bosques tropicales.*

Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replicarán para evaluar representativamente cada zona de bosque identificada. En líneas generales, se deben seguir las recomendaciones incluidas en la Sección 2.0; sin embargo se debe consultar trabajos de investigación, publicaciones o instrumentos ambientales aprobados en zonas similares.

Se recomienda realizar 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 fin de la evaluación forestal está relacionado al impacto en los recursos (productos maderables y no maderables), sólo se recomienda realizar una evaluación en la temporada seca o menos húmeda, el cual representa su momento más crítico.

Datos de registro y colecta

Los datos que se tomen en campo variarán 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).
- Uso potencial y categorización según R.M. N° 107-2000 AG, modificado mediante R.M. N° 0245-2000 AG, o versión más actualizada.

Datos para PFNM:

- Estado fenológico: porcentaje de (a) fructificación; (b) floración, (c) 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 deberá cuantificar la regeneración natural en el área de estudio, la cual facilitará 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 se reporta el crecimiento de las especies forestales como brinzales, latizales y fustales.

Métodos de muestreo en campo

La evaluación de los recursos forestales debe realizarse a través de parcelas. El tamaño de las mismas dependerá del tipo de bosque y tamaño de los árboles. En la Tabla 2.1.3-2 se presenta un resumen de métodos recomendados en campo.

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



Tabla 2.1.4-7: Métodos recomendados para la evaluación de los recursos forestales

Método de acuerdo a unidad de muestreo	Tipo de medición	Forma de crecimiento	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en 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, diámetro a nivel del suelo de plántulas.	Bonham, 2013; Stohlgren <i>et al.</i> , 1995; Campbell <i>et al.</i> , 2002.
Parcela forestal (0.5 ha)	Área				Malleux, 1982; Carrera, 1996.

Parcela Whittaker (0.1 ha):

- Parcelas de 0,1 ha para arboles con DAP mayores a 10 cm
- Parcelas de 1m 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 arboles 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), la cual se subdivide en 5 sub parcelas 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 serán identificadas por los especialistas botánicos y/o forestales, quienes serán los que establezcan la determinación taxonómica de las especies registradas siguiendo lo que se indica en la Sección 2.1. En caso sea necesario realizar colecta de muestras, éstas serán depositadas en instituciones nacionales reconocidas.

▪ Evaluación y Análisis de Resultados

En la Tabla 2.1.3-3 se presenta un resumen de posibles variables para el análisis de los recursos forestales, complementarios a los indicados en la Sección 2.0 que apliquen. Se recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo al 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 a que el tamaño de sus poblaciones se reduzca significativamente y muchas estén incluidas en los Apéndices CITES. En la Tabla 2.1.3-4 se presentan 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 2.1.4-8: Variables de análisis para la línea base de recursos forestales

Variables	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 <i>et al.</i> 2006	EI: variación de la abundancia relativa de las especies forestales más importantes. PMO: comparación de valores de abundancia durante el monitoreo
Densidad	Densidad relativa (%)	Ocupación del espacio disponible para crecer, pudiendo existir densidades normales, sobredensos (excesivas) y subdensos (defectivas)	Acosta, et al. 2006; Husch <i>et al.</i> 1993	PMO: comparación de valores de densidad durante el monitoreo
Altura comercial, DAP y diámetro de copa	Volumen comercial a partir de 10 cm de DAP	El volumen de madera disponible.	Malleux, 198; Lamprecht, 1990.	EI: evaluar el volumen de madera a afectar por el proyecto 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 en base estructura horizontal y vertical de la vegetación	Curtis, 1959; Finol, 1971, 1976; Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; Matteucci y Colma, 1982; Acosta <i>et al.</i> 2006.	EI: pérdida o cambio de las especies con mayor valor ecológico en todos los estratos verticales de la vegetación (p.e. pérdida de árboles, arbustos y hierbas representativos de un bosque).
Cobertura	Cobertura forestal	Proporción de área ocupada por la vegetación arbórea, es decir la porción de superficie de copa de las especies arbóreas determinadas con imágenes, ortofotos, etc.	MINAM, 2014.	EI: afectación de la cobertura forestal por el emplazamiento de los componentes del proyecto PMO: 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 cómo responden las plantas frente a la estacionalidad, los estados fenológicos utilizados generalmente son: (a) Fructificación o cuando hecha 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.	Cuevas-Reyes y Vega-Gutiérrez 2012	PMO: comparación de proporción de estados fenológicos de las especies durante el monitoreo



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, utilizadas en construcción, alimentación, artesanía, tintóreas, leñas, ornamentales, aserrio, etc.	Entrevistas a pobladores locales	Ei: Evaluar impactos en especies con usos locales y potenciales, que puedan tener impactos indirectos en los pobladores locales.
Regeneración natural	Abundancia de especies indicadoras	Indicada la dinámica del bosque en términos de regeneración natural.	Malleux, 198; Lamprecht, 1990.	PMO: comparación de abundancia de especies indicadores durante el monitoreo

Tabla 2.1.4-9: Niveles de impacto según categorías de amenaza de especies forestales amenazadas

Especies forestales amenazadas (D.S. 043-2006-AG)	Nivel de impacto		
	3	2	1
	Peligro Crítico (CR)	En Peligro (EN)	Vulnerable (VU)
<i>Bursera graveolens</i>	X		
<i>Capparis scabrida</i>	X		
<i>Cedrela montana</i>			X
<i>Loxopterygium huasango</i>	X		
<i>Podocarpus oleifolius</i>	X		
<i>Buddleja bullata</i>	X		
<i>Buddleja incana</i>	X		
<i>Polylepis incana</i>	x		
<i>Polylepis racemosa</i>	x		

2.1.4.3.3 Representación espacial

La línea base de recursos forestales debe 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 debe incluir 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:

- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015a). Mapa Nacional de la Cobertura Vegetal. Memoria descriptiva. Obtenida el 01 de setiembre de 2017: <http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/MAPA-NACIONAL-DE-COBERTURA-VEGETAL-FINAL.compressed.pdf>
- UNESCO (1973). Clasificación internacional y cartografía de la vegetación. Obtenida el 01 de setiembre de 2017: <http://unesdoc.unesco.org/images/0000/000050/005032MB.pdf>
- Comunidad Andina (2009). Mapa de los ecosistemas de los Andes del norte y centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (2009). Obtenida el 01 de setiembre de 2017: <https://www.condesan.org/portal/publicaciones/ecosistemas-de-los-andes-del-norte-y-centro-bolivia-colombia-ecuador-peru-y-venezuela>
- Natureserve (2017). Sistemas Ecológicos de la Cuenca Amazónica de Perú y Bolivia. Clasificación y mapeo. Obtenida el 01 de setiembre de 2017: <http://www.arcgis.com/home/item.html?id=2daaa3c542644ba9b72766e4cd4e9680>

Para flora y vegetación:

- Barbour, M.G., Burk, J.H. and Pitts, W.D., (1987). Terrestrial Plant Ecology. The Benjamin/Cumming Pub. Co. Inc. California, 634pp.
- Bonham, C.D., (2013). Measurements for terrestrial vegetation. John Wiley & Sons.
- 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.
- de Vries, P.G., (1986). Line intersect sampling. In Sampling Theory for Forest Inventory (pp. 242-279). Springer Berlin Heidelberg.
- 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 Assessment 76:19-41
- Elzinga, C.L., Salzer, D.W. and Willoughby, J.W., (1998). Measuring & Monitoring Plant Populations.
- Elzinga, C.L., (1997). Vegetation monitoring: an annotated bibliography (Vol. 352). DIANE Publishing.
- Gentry, A. H. (1982): Patterns of neotropical plant species diversity. Evolutionary Biology. Hecht, Wallace and Prance, Plenum Publishing Corporation. 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.
- Goldsmith, F.B., Harrison, C.M. and Morton, A.J., (1986). Methods in plant ecology. Moore, PD & Chapman, SB.

- Jensen, M.E., Hann, W., Keane, R.E., Caratti, J. and 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.
- Kew Royal Botanic Gardens (2017). Data and resources. Obtenida el 15 de setiembre de 2017: <http://www.kew.org/science-conservation/people-and-data/resources-and-databases/databases>
- Krebs, C.J. (1999). *Ecological Methodology*. 2nd Edition, Benjamin Cummings, Menlo Park, 620 p.
- Mueller-Dombois, D. and Ellenberg, H., (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*.
- Stohlgren, T.J., M.B. Falkner, and 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*. OUP USA.
- International Plant Names Index (2015). Obtenida el 15 de setiembre de 2017: <http://www.ipni.org>
- *The Plant List* (2013). Versión 1.1. Obtenida el 15 de setiembre de 2017: <http://www.theplantlist.org/>
- Tropicos (2017). Botanical information system at the Missouri Botanical Garden. Obtenida el 15 de setiembre de 2017: www.tropicos.org.

Para recursos forestales:

- Acosta, V., Araujo, P. e Iturre, M. (2006). Caracteres estructurales de las masas. Serie dicáctica. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Obtenido el 25 de noviembre de 2017: <http://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.
- Husch, B., Miller, C. y Beers, T. (1993). *Forest Mensuration*. Krieger Publishing Company, Third Edition Malabar, Florida.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. Alemania: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.
- Malleux, J. (1982). *Inventarios forestales en bosques tropicales*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- MINAM (2014). *Cuantificación de la cobertura de bosque y cambio de bosque a no bosque de la Amazonia Peruana*. Lima, Perú: MINAM.

2.1.6 Documentos de consulta

- Greig-Smith, P., (1983). *Quantitative plant ecology* (Vol. 9). Univ of California Press.
- Hendry, G.A. and Grime, J.P. eds., (1993). *Methods in comparative plant ecology: a laboratory manual*. Springer Science & Business Media.
- MINAM. (2015b). *Guía de inventario de la flora y vegetación*. Dirección General De Evaluación, Valoración Y Financiamiento Del Patrimonio Natural. R.M. N° 059-2015-MINAM



2.2 Aves

2.2.1 Alcance

Como parte de la línea base de fauna terrestre se debe caracterizar el factor “aves”, es decir, las especies de aves terrestres y acuáticas y las comunidades que éstas forman en los distintos hábitats presentes en el área de estudio. Se debe tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Aves terrestres: especies de aves que habitan principalmente 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 microhábitats⁴. 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 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 debe consultar la información disponible sobre la avifauna del área de estudio. Además de lo mencionado en la Sección 2.0 Lineamientos generales, también se deberá consultar 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 deberá seguir 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 se debe tener en cuenta, adicional a lo indicado en la Sección 2.0, los lugares más apropiados para la caracterización de las comunidades de aves. Esto puede diferir de otros grupos biológicos, por ejemplo, las zonas con

⁴ Microhábitat: hábitat especializado que contiene una flora y una fauna distintiva dentro de un hábitat.

abundancia de flores podrían congregarse 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) dependerá 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 de muestreo dependerá 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 deberá ser definido por el biólogo responsable de la línea base de aves, y el número finalmente elegido deberá estar explicado y justificado en el informe.

Tabla 2.2-1: 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	10-20
	Búsqueda de 10 minutos	10-20
Riqueza o abundancia de aves acuáticas	Conteo por 10 min	1-5

Para la selección de las unidades de muestreo se sugiere consultar bibliografía especializada tal como:

- Bibby *et al.* (1992) *Bird Census Techniques*;
- Ralph *et al.* (1996) *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*.
- Stotz *et al.* (1996) *Neotropical Birds: Ecology and Conservation*.
- Franke (2010). *Problemáticas al censar aves 3. Evaluando la Avifauna de Áreas Extensas de la Zona Alto Andina*.
- Franke *et al.* (2014a; 2014b). *Evaluación de la avifauna en la zona Altoandina I y II*.

2.2.2.2.4 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replicarán para evaluar representativamente las aves en cada hábitat. Se deben seguir las recomendaciones incluidas en la Sección 2.0.

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

2.2.2.2.5 Estacionalidad

Si bien dependerá de las características climáticas del área de estudio, en la mayoría de las regiones del Perú se recomienda que las aves sean evaluadas 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 y no es inmediato y se debe esperar 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 son adicionales 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)
- Estatus de protección según normativa nacional y listas internacionales vigentes (IUCN, CITES).
- Especies migratorias y si están incluidas en los Apéndices de la CMS (Convención sobre Especies Migratorias).
- Distribución restringida: especies endémicas de Perú o de áreas de endemismo de aves (EBA) (Stattersfield *et al.*, 1998)
- Especies asociadas a Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (IBA) (Franke *et al.*, 2005; Anguro, 2009).

2.2.2.2.7 Métodos de muestreo en campo

La evaluación debe incluir métodos cualitativos y cuantitativos.

Los métodos cualitativos incluyen 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. También se pueden realizar entrevistas para recoger información sobre usos o nombres locales.

Además, en la medida de lo posible, se deben utilizar grabaciones de cantos pregrabadas 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 los métodos de campo deberán permitir realizar análisis cuantitativos (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 2.2-2: Métodos recomendados para la evaluación cuantitativa de las aves

Método	Tipo de hábitat	Condición o contexto	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en campo	Referencias
Búsqueda intensiva	Terrestre	Áreas abiertas difíciles de transitar	Costa, Sierra y Selva	Riqueza y abundancia.	Ralph <i>et al.</i> (1996), Franke <i>et al.</i> (2014a)
Censo por conteo por punto	Terrestre	o áreas cerradas (vegetación densa)	Costa, Sierra y Selva	Riqueza y abundancia.	Bibby <i>et al.</i> (2000)
Transectos variables	Terrestre	Áreas abiertas fáciles de transitar	Costa, Sierra, litoral y ambientes marinos	Riqueza y abundancia.	Sutherland (2006)
Captura mediante redes niebla	Terrestre	En cualquier área idónea, para complementar registros	Costa, Sierra y Selva (Sólo en vegetación compleja, no en ambientes abiertos)	Datos morfométricos y reproductivos	Silkey <i>et al.</i> (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 <i>et al.</i> (2000)

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 deberá realizarse 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 debe 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 deben ser depositadas en colecciones científicas de instituciones nacionales reconocidas.

La determinación taxonómica y nombres comunes de las especies de aves deben considerar el sistema de clasificación de la Lista de las aves del Perú de Plenge vigente, la cual recoge a nivel anual la información del South American Classification Committee - SACC (Classification of the Bird Species of South America).



2.2.2.3 Evaluación y análisis de resultados

En la Tabla 2-3 se presenta un resumen de posibles variables para el análisis de los datos de aves que se pueden determinar a partir de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas realizadas en campo por unidades de vegetación y considerando 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 2.2-3: 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 en relación 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 las composición de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto. PMO: comparación de la composición durante el monitoreo
Abundancia	Abundancia relativa (%)	Cantidad o número de individuos de cada especie en relación a la cantidad total de todas las especies de en una unidad	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999;	EI: variación de la abundancia relativa de las especies representativas en las unidades de vegetación del área de estudio. PMO: 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 Perú de acuerdo a Schulenberg <i>et al.</i> , (2010) o literatura actualizada y la CMS.	Schulenberg <i>et al.</i> , (2010), CMS	EI: Evaluar impactos en especies migratorias PMO: comparación de presencia de especies migratorias durante el monitoreo

2.2.3 Representación espacial

La línea base de aves debe incluir lo indicado en la Sección 2.0.

2.2.4 Referencias bibliográficas

- Angulo, F. (2009). Perú. En C. Devenish, D. F. Díaz Fernández, R. P. Clay, I. Davidson & I. Yépez Zabala Eds. Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. Quito, Ecuador: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16). Pág. 307 – 316.
- Bibby, C., Burgess, N., y Hill, D. (1992). Bird Census Techniques. Segunda edición. Londres, Inglaterra: London Academic Press.
- CMS. (2015). Convention on Migratory Species of Wild Animals. Appendices I and II. Obtenida el 15 de octubre de 2017: <http://www.cms.int/en/page/appendix-i-ii-cms>
- Cornell Lab of Ornithology, eBird, Explore a Region. Obtenido el 14 de octubre de 2017: <http://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. En: BirdLife International y Conservation International. Áreas Importantes para la Conservación de las aves en los Andes Tropicales. Quito, Ecuador. (Serie de Conservación de BirdLife N° 14). Pp 471-619.
- Franke, I. 2010. Problemáticas al censar aves 3. Evaluando la Avifauna de Áreas Extensas de la Zona Alto Andina. Uno o varios métodos de censo. Blog Aves, Ecología y Medio Ambiente. Obtenido el 15 de octubre de 2017: <http://avesecologymedioambiente.blogspot.com/2010/07/problematicas-al-censar-aves-3.html>
- Franke, I., Nolzco, S. y León, F. 2014a. Evaluación de la avifauna en la zona Altoandina I. Aspectos Generales y Métodos de Evaluación. Blog Aves, Ecología y Medio Ambiente. Obtenido el 15 de octubre de 2017: http://avesecologymedioambiente.blogspot.com/2014/02/evaluacion-de-la-avifauna-en-la-zona_22.html
- Franke, I., Nolzco, S. y León, F. 2014b. Evaluación de la avifauna en la zona Altoandina II. Resultados de las evaluaciones de avifauna. Blog Aves, Ecología y Medio Ambiente. Obtenido el 15 de octubre de 2017: http://avesecologymedioambiente.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.
- Silkey, M., N. Nur & G. R. 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
- 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. Obtenido el 14 de octubre de 2017: <http://wpe.wetlands.org/bundles/voidwalkerswpe/images/wpe5.pdf>

2.2.5 Documentos de consulta

- MINAM. (2015). Guía de inventario de fauna silvestre. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. R.M. N° 057-2015-MINAM.
- Fjeldsá, J y Krabbe, N. (1990). Birds of the High Andes. Copenhagen, Dinamarca: Zoological Museum, University of Copenhagen.



- Franke, I. 2017. Patrones de actividad diaria de las aves en la zona altoandina. Blog Aves, Ecología y Medio Ambiente. Obtenido el 15 de octubre de 2017: <http://avesecologaymedioambiente.blogspot.pe/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
- Roché, J., Godinho, C., Rebeca, J., Frochot, B., Faivre, B., Mendes, A., y Dias, P. (2010). Birds as bio-indicator and as tools to evaluate restoration measures. Proceedings 7th European Conference on Ecological Restoration.
- Stotz, D.F.; Parker, T.A. III; Fitzpatrick, J.W. y Moskovitz, D.F. (1996). Neotropical Birds: Ecology and Conservation. Chicago y Londres, Inglaterra: The University of Chicago Press.



2.3 Mamíferos

2.3.1 Alcance

Como parte de la línea base de fauna terrestre se debe caracterizar 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 debe tener 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.*, 2009). Se subdivide en dos:
 - Mamíferos menores no voladores: incluye a los roedores, marsupiales y lagomorfos (Pacheco *et al.*, 2009).
 - 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.*, 2009).
- Hábitats: unidades de vegetación y cuerpos de agua que son utilizados por los mamíferos. Es importante precisar 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 está asociado a una combinación de varios microhábitats⁵. Por lo tanto, para fines de la línea base es importante precisar los microhábitats utilizados por las distintas especies, pero se debe indicar el hábitat principal al cual corresponde (unidad de vegetación o cuerpo de agua). Este último será 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 debe consultar la información disponible sobre la mastofauna del área de estudio. Además de lo mencionado en la Sección 2.0 Lineamientos generales, también se deberá consultar la información disponible sobre mamíferos peruanos como Cossios y Madrid (2003), Mena *et al.* (2011), Pacheco (2002), Pacheco *et al.* (2009), Patterson *et al.* (1996), entre otros.

2.3.2.2 Trabajo de Campo

2.3.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

Se deberá seguir lo indicado en la Sección 2.0.

⁵ Microhábitat: hábitat especializado que contiene una flora y una fauna distintiva dentro de un hábitat.

2.3.2.2.2 Ubicación de estaciones de muestreo

Para la ubicación final de las estaciones de muestreo se debe tener en cuenta, adicional a lo indicado en la Sección 2.0, 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 deberá realizarse en la entrada de sus refugios o lugares de forrajeo, lo cual estaría asociado 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) dependerá de las variables o parámetros que se quieran evaluar. En la Tabla 2.3-1 se presenta ejemplos para el caso de los mamíferos. El número de unidades muestrales por estación de muestreo dependerá 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 60 UM por tres noches 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 se empleen 30 UM por una noche para una estación de muestreo debido a la baja diversidad de mamíferos menores (Pacheco *et al.*, 2007). Esto deberá ser definido por el biólogo responsable de la línea base de mamíferos, y el número finalmente elegido deberá estar explicado y justificado en el informe.

Tabla 2.3-1: Ejemplos de unidades de muestreo sugeridas para de 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)	30-60 / noche	1-3 noches
	1 estación simple de trampas (Sherman)	50-60 / noche	1-2 noches
Riqueza o abundancia de mamíferos menores voladores	1 red niebla	10 / noche	1-3 noches
Riqueza o abundancia de mamíferos mayores	1 km de recorrido	1-5	
Riqueza de mamíferos mayores	1 cámara trampa	1-10 / noche	2-3 noches

Para la selección se de las unidades de muestreo se sugiere consultar bibliografía especializada tal como:

- Aranda J. (1981) *Rastros de los mamíferos silvestres de México: Manual de Campo*
- Boddicker *et al.* (2002) *Indices for assessment and monitoring of large mammals within an adaptive management framework.*
- Burton y Pacheco (2016) *Small non-volant Mammals.*
- Pacheco *et al.* (2007). *Contribución al conocimiento de la diversidad y conservación de los mamíferos en la cuenca del río Apurímac, Perú*

2.3.2.2.4 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replicarán para evaluar representativamente los mamíferos en cada hábitat del área de estudio (Tabla 2.3-1). Se deben seguir 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 (Medina *et al.*, 2012; Pacheco *et al.*, 2011). 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, debe ser 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; Medina *et al.*, 2012) y 6 m en espacios reducidos (e. g., quebradas, entradas a cuevas, etc.). 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 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 debe esperar a que se manifieste pues la oferta alimenticia se incrementa/reduce propiciamente.

2.3.2.2.6 Datos de registro y colecta

Los siguientes datos de registro y colecta se deberán recoger adicionalmente a los indicados en la Sección 2.0:

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, etc.)
- Estatus de protección según normativa nacional y listas internacionales vigentes (IUCN, CITES).
- Distribución restringida: especies endémicas del Perú según Pacheco *et al.* (2009) u otra referencia bibliográfica actualizada.

2.3.2.2.7 Métodos de muestreo en campo

La evaluación debe incluir 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 1 a 3 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. En el caso de los roedores también se pueden utilizar trampas de caída (pitfall) en la región selva para complementar el registro de especies de mamíferos. 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 deberán contrastarse 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 deben aplicar 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 a utilizar variará dependiendo del grupo y la zona a evaluar, de acuerdo a lo siguiente:

- 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 (Hice y Velazco, 2013; Lim y Pacheco, 2016).

El método seleccionado responderá 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 2.3-2: Métodos recomendados para la evaluación cuantitativa de los mamíferos

Método	Grupo de mamíferos según tamaño	Grupo de mamíferos según hábito	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en campo	Referencias
Transectos de trampas Sherman, Victor y Tomahawk	Menores (roedores, marsupiales)	Terrestres y arbóreos	Sierra y Selva	Riqueza, abundancia, datos morfométricos y reproductivos	Hice y Velazco, 2013; 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 <i>et al.</i> 1996; Kunz <i>et al.</i> 2009
Conteo por transecto	Mayores	Terrestres y arbóreos	Costa, Sierra y Selva	Riqueza, abundancia, registros indirectos (huellas, vocalizaciones, caminos, entre otros)	Peres, 1999; Wallace, 1999.
Camara-trampa	Mayores	Terrestres y arbóreos	Costa, Sierra y Selva	Riqueza, abundancia, datos reproductivos	Jimenez <i>et al.</i> 2010; Díaz y Payán, 2012.

Para el caso de 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

Elegir uno de los métodos descritos en la Sección 2.0 y aplicarlo para los registros de mamíferos. Como mínimo deberá realizarse 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 debe 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 deben ser sacrificados teniendo en cuenta las consideraciones de la American Society of Mammalogist (ASM). Todos los mamíferos colectados deben ser depositados en colecciones científicas de instituciones nacionales autorizadas por SERFOR.

La determinación taxonómica y la nomenclatura para mamíferos de Perú se llevará a cabo con base en el sistema descrito por Pacheco *et al.* (2009), Gardner (2008), Patton *et al.*, (2015), Aquino *et al.*, (2015), u otros disponibles 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 campo por unidad de vegetación y considerando 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 2.3-3: 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, revolcaderos y hábitos de forrajeo por especie en relación a la unidad de esfuerzo (kilómetros recorridos en transectos por cada unidad de vegetación).	Walker <i>et al.</i> , 2000	El: variación de la abundancia relativa de las especies representativas en las unidades de vegetación del área de estudio.
	Índice de capturabilidad (%) (mamíferos menores)	Abundancia relativa de roedores	Cossios <i>et al.</i> , 2007 basado en Pucek, 1969	PMO: comparación de valores de abundancia durante el monitoreo
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 <i>et al.</i> , 2002	El: variación de la ocurrencia de las especies en las unidades de vegetación o el área de estudio. PMO: comparación de valores de ocurrencia durante el monitoreo

2.3.3 Representación espacial

La línea base de mamíferos debe incluir lo indicado en la Sección 2.0.

2.3.4 Referencias bibliográficas

- Aranda J. (1981). Rastros de los mamíferos silvestres de México: Manual de Campo, INIS, México, pp. 137.
- 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 V. Pacheco. (2016) Small non-volant Mammals. En: Larsen, T.H. (ed), *Core Standarized Methods for Rapid Biological Field Assessment Conservation International*, Arlington, Virginia.
- Cossios D. y A. Madrid. (2003). Andean mountain cat (*Oreailurus jacobita*) and other Andean carnivores. Status survey in Ayacucho, Arequipa, Puno and Tacna Departments, Peru. Unpublished Report. Cat Action Treasury. Lima, Peru.
- Díaz-Pulido, A. y E. Payán Garrido. (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. 32 pp.
- Jiménez, C. F., H. Quintana, V. Pacheco, D. Melton, J. Torrealva y G. Tello. (2010). Camera trap survey of médium and large mammals in a montane rainforest of northern Perú, *Revista Peruana de Biología* 17(2), 191-196.
- Mena J. L., S. Solari, J. P. Carrera, L. F. Aguirre y H. Gómez. (2011). "Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes". En: Herzog, S.K., Martínez, R., Jorgensen, P.M., Tiessen, H. (Eds.), Small mammal diversity in the Tropical Andes: An Overview. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) & Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), Sao Paulo, Brasil.
- Pacheco V. (2002). *Mamíferos del Perú*. En: Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales (G. Ceballos y J. Simonetti, Eds.). CONABIO-UNAM. México, D.F. pp 503-550
- Pacheco V, E. Salas, L. Cairampoma, M. Noblecilla, H. Quintana, F. Ortiz, P. Palermo y R. Ledesma. (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., R. Cadenillas, E. Salas, C. Tello y H. Zeballos. (2009). Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. *Revista Peruana de Biología* 16(1), 005-032.
- Patterson B. D., V. Pacheco y S. Solari. (1996). Distribution of bats along an elevational gradient in the Andes of south-eastern Peru. *J. Zool* 240, 637-658.
- Walker S, Novaro, A y Nochols, J., (2000). Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos. *Maso Zool. Neotrop.* Río de Janeiro, Brasil. 7: 73-80.

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.
- Díaz, M., Aguirre, L. y Barquéz, R. (2011). *Clave de identificación de los murciélagos del cono sur de Sudamérica*. Cochabamba, 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. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. R.M. 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 debe caracterizar el componente herpetológico, es decir, las especies de anfibios y reptiles que habitan en los distintos ecosistemas presentes en el área de estudio. Se debe tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Anfibios: animales vertebrados poiquiloterms (su temperatura corporal varía de acuerdo a 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 semi-terrestre al llegar a la edad adulta. Incluyen tres órdenes: Anura (ranas y sapos), Caudata (salamandras) y Gymnophiona (cecilias) (Vargas, 2015).
- 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), Chelonia (tortugas) y Crocodylia (cocodrilos) (Vargas, 2015).
- Hábitats: unidades de vegetación y cuerpos de agua que son utilizados por los anfibios y reptiles. Si bien la mayoría de estos animales tiene una capacidad de desplazamiento limitada, su distribución suele estar asociada a determinados microhábitats⁶ que les ofrecen las condiciones adecuadas para su desarrollo, lo cual está asociado a 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 será la principal variable de análisis, independiente 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 debe consultar la información disponible sobre la herpetofauna del área de estudio. Además de lo mencionado en el Anexo 2.0 Lineamientos generales, también se deberá consultar la información disponible sobre los anfibios y reptiles peruanas, tales como 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), entre otros.

2.4.2.2 Trabajo de Campo

2.4.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

Se deberá seguir lo indicado en la Sección 2.0.

⁶ Microhábitat: hábitat especializado que contiene una flora y una fauna distintiva dentro de un hábitat.



2.4.2.2.2 Ubicación de estaciones de muestreo

Para la ubicación final de las estaciones de muestreo se debe tener en cuenta, adicional a 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 deberá realizarse 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 preferirán 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) dependerá de las variables o parámetros que se quieran evaluar. En la Tabla 24-1 se presenta ejemplos para el caso de los anfibios y reptiles. El número de unidades muestrales por estación de muestreo dependerá 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 20 UM por estación de muestreo para realizar una buena evaluación; por el contrario, en proyectos puntuales en la costa o la sierra, es común que una estación de muestreo corresponda a cuatro a cinco UM. Esto deberá ser definido por el biólogo responsable de la línea base de anfibios y reptiles, y el número finalmente elegido deberá estar explicado y justificado en el informe.

Tabla 2.4-1: 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 - 15 VES	1 - 3 días
	Parcelas	5 - 10 parcelas	1 - 3 días
	Transectos	5 - 20 transectos	1 - 3 días

Para la selección de las unidades de muestreo se sugiere consultar bibliografía especializada tal como:

- Torres-Gastello y Córdova. (2014) *Técnicas de muestreo empleadas para el monitoreo de la herpetofauna en el Programa de monitoreo de la Biodiversidad en Camisea*.
- Manzanilla y Péfaur. (2000) *Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de anfibios y reptiles*.
- Lips et al. (2001) *Amphibian monitoring in Latin America: A protocol manual*.

2.4.2.2.4 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replicarán para evaluar representativamente los anfibios y reptiles en cada hábitat. Se deben seguir las recomendaciones incluidas en la Sección 2.0. Dependiendo de la ubicación del proyecto podría ser necesario realizar transectos diurnos y/o nocturnos. Por ejemplo, en selva será necesario realizar ambos tipos para identificar aquellos de hábitos nocturnos, mientras que en la costa y sierra en la mayoría de los casos sólo es necesario realizar evaluaciones diurnas.

El esfuerzo de muestreo se mide en el número de UM realizada por estación de muestreo y/o por unidad de vegetación.

2.4.2.2.5 Estacionalidad

Si bien dependerá de las características climáticas del área de estudio, en la mayoría de las regiones del Perú se recomienda que los 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 y no es inmediato y se debe esperar a que se manifieste pues la oferta alimenticia se incrementa/reduce propiciamente.

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 (desplazamiento, forrajeando, entre otros), inactivos (durmiendo, termorregulando, entre otras)
- Tipo de registro (visual, auditivo o captura)
- Temperatura
- Humedad
- Radiación solar
- Variables de microhábitat: a) donde fue capturado el individuos (hojarasca, hoja, rama, sobre el tronco, suelo descubierto, quebrada, entre otros), b) la altura del suelo, c) profundidad del hojarasca.
- Estado de reproducción (para individuos capturados)
- Estatus de protección según normativa nacional y listas internacionales vigentes (IUCN, CITES), resaltando la presencia de especies en las categorías En Peligro (EN) o en Peligro Crítico (CR).
- Distribución restringida: especies endémicas de Perú, según la bibliografía disponible.

2.4.2.2.7 Métodos de muestreo en campo

La evaluación debe incluir métodos cualitativos y cuantitativos.

Los métodos cualitativos incluyen comúnmente 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 2.4-2: Métodos recomendados para la evaluación cuantitativa de los anfibios y reptiles

Método	Tipo de registro	Tipo hábito de especies	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en 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; Ichochea <i>et al.</i> , 2001; Rueda <i>et al.</i> , 2006

Método	Tipo de registro	Tipo hábito de especies	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en campo	Referencias
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, 2001; Icochea <i>et al.</i> , 2001
Parcelas o cuadrantes de hojarasca	Visual y captura	Especímenes terrestres	Costa, sierra y selva alta	Riqueza, abundancia relativa, densidad, asociación de hábitats y nivel de actividad	Jaeger, 2001; Icochea <i>et al.</i> , 2001

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, determinando su presencia o ausencia en un determinado momento del día, influyendo 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 deberá realizarse 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 debe 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 deberán ser 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, además de la aplicación de benzocaína, se puede complementar con pentobarbital sódico (Halatal®). Posteriormente, los individuos deberán ser 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, deberán ser preservados también en formol al 10%. Todos los individuos colectados deben ser 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 debe 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 (1953, 1960). También se pueden realizar consultas en colecciones científicas. Para la nomenclatura de reptiles se recomienda revisar la base de datos disponibles como por ejemplo para reptiles 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 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 2.4-3: 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 de presentes en las unidades de vegetación	Describe la conformación de la comunidad de anfibios y reptiles en relación 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 las composición de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto. PMO: comparación de la composición durante el monitoreo
Abundancia	Abundancia relativa (%)	Cantidad o número de individuos de cada especie en relación a la cantidad total de todas las especies de 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. PMO: comparación de valores de abundancia durante el monitoreo
Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Probabilidad de encontrar uno o más individuos de una especie en la unidad de muestreo. Relación de la frecuencia absoluta de una especie entre el total de ocurrencias de todas las especies.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999	PMO: comparación de frecuencia de registro durante el monitoreo
Densidad	Densidad relativa (%)	Número de individuos que ocupan un área. Relación de densidad de una especie entre el total de la densidad de todas las especies	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999	PMO: comparación de la densidad relativa durante el monitoreo

2.4.3 Representación espacial

La línea base de anfibios y reptiles debe incluir lo indicado en la Sección 2.0.

2.4.4 Referencias bibliográficas

- Aguilar C, Pacheco V. (2005). Contribución de la morfología bucofaringea larval a la filogenia de *Batrachophrynus* y *Telmatobius*. In: Lavilla, E.O. & 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, 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, Siu-Ting K. (2012). Morphological variation of *Telmatobius atahualpai* (Anura: Telmatobiidae) with comments on its phylogenetic relationships and synapomorphies for the genus. *Phyllomedusa*. Belo Horizonte 11:37-49.
- Aguilar, C., P. Wood, J.C. Cusi, A. Guzman, F. Huari, M. Lundberg, E. Mortensen, C. Ramirez, D. Robles, J. Suarez, A. Ticona, V. Vargas, P.J. Venegas y J. Sites (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, Oliver M. (2010). *Liolaemus* grupo montanus Etheridge, 1995 (Iguania: Liolaemidae). *Cuadernos de Herpetología*, 24 (2).
- 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. Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERATION, Lima.
- Bartlett, R.D. y P.P. Bartlett. (2003). Reptiles and amphibians of the Amazon. University Press of Florida. 126 + anexos
- Cadle, J.E. y J.L. Patton. (1988). *Distribution of some amphibians, reptiles and mammals of the eastern Andean slope of southern Peru*. En: Heyer, W.R. y P.E. Vanzolini (Eds.), *Proceedings of a workshop on Neotropical distribution patterns*. Academia Brasileira de Ciencias, Rio de Janeiro, pp. 225-244.
- Carrillo, N. y J. Icochea. (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 J. Scott 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, (editores). *Medición y monitoreo de la Diversidad Biológica. Métodos estandarizados para anfibios*. Smithsonian Institution Press y Editorial Universitaria de la Patagonia.
- De la Galvez 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. Obtenido el 15 octubre 2017: <http://www.tropicalconservationscience.org>.
- Duellman, W. y T. Fritts. (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. (2016). *Amphibian Species of the World: Version 6.0*. Obtenido el 15 octubre 2017: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.

- Gosner K. 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica* 16:183–190.
- Icochea, J.; Quispeupac, E. y Portilla, A. (1998). Amphibians and reptiles: Biodiversity assessment in the Lower Urubamba Region. En: A. Alonso & F. Dallmeier (ed.). Biodiversity Assessment of the Lower Urubamba Region, Peru: Cashiriari 3-Well S and the Camisea and Urubamba Rivers. SI/MAB Series 2. Washington, DC, USA: Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program.
- Jaeger, R. y R. (Inger). (1994). Quadrat Sampling, pp: 97-102. En: W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek & M. S. Foster (eds.), *Measuring and Monitoring 263 Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C. 364 pp.
- Krebs, C.J. (1999). *Ecological Methodology*. 2nd Edition, Benjamin Cummings, Menlo Park, 620 p.
- Lehr, E. (2006). Taxonomic status of some species of Peruvian *Phrynopis* (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
- Moreno, C.E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Rodríguez, L.O., J.H. Córdova y J. Icochea. (1993). Lista Preliminar de los Anfibios del Perú. Serie A Zoología. Publ. Mus. Hist. Nat. UNMSM (A) 45: 1-22.
- Rueda, J.; Castro, F. & Cortez, C. (2006). Técnicas para el inventario y muestreo de anfibios: una compilación. En: A. Angulo; J. Rueda-Almohacid; J. Rodríguez-Mahecha & E. La Marca (ed.). *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina*. Conservation Internacional. Serie Manuales de Campo n.º 2. Bogotá, Colombia: Panamericana, Formas e Impresos.
- Uetz P, Hošek J. (2017). The Reptile Database. Obtenido el 10 de octubre de 2017 en: <http://www.reptile-database.org>.
- Valenzuela-Dellarossa G., Herman-Núñez C., Ortiz J.C. (2010). Reptilia, Serpentes, Colubridae, Tachymenis Wiegmann, 1836: Latitudinal and altitudinal distribution extension in Chile. *Check List* 6 (1): 005-006.
- Vargas, V 2015, Guía de Identificación de anfibios y reptiles. PERU LNG (ed). Lima. págs 111. http://perulng.com/wp-content/uploads/2016/05/Guia_identificacion_anfibios_yreptiles.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

- MINAM. (2015). Guía de inventario de fauna silvestre. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. R.M. 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.



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 debe tener en cuenta los siguientes conceptos:

- **Artrópodos:** animales invertebrados que se caracterizan por presentar un esqueleto externo o exoesqueleto, por tener el cuerpo segmentado y por tener 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. Éste último subfilos 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, 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, 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 en base al análisis visual de las muestras y utilizado 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 no es posible. 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 microhábitats⁷ 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/u otros artrópodos en caso se prevea la presencia de alguna especie relacionada a un servicio ambiental o ecosistémico (por ejemplo, aprovisionamiento de productos como miel, cera, seda u otros de valor comercial); alguna

⁷ Microhábitat: hábitat especializado que contiene una flora y una fauna distintiva dentro de un hábitat.

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).

2.5.2 Metodología

2.5.2.1 Revisión de Información Secundaria

Como primer paso, antes de los trabajos de campo, se debe consultar la información disponible sobre la entomofauna del área de estudio. Además de lo mencionado en el Sección 2.0 Lineamientos generales, también se deberá consultar la información disponible sobre los insectos y otros artrópodos de la región, tales 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 deberá seguir 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 deberán seleccionar los grupos o familias de mayor relevancia para el área de estudio, ya sea por su rol como depredadores, recicladores, fitófagos, parasitoides (benéficos) u otros. Las metodologías de muestreo finalmente empleadas en campo estarán 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), pues 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 (Footitt y Adler ed., 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 a las regiones a evaluar, la cual no es restringida y deberá validarse teniendo en cuenta las particularidades de cada ambiente y cada proyecto.

Tabla 2.5-1: 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
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
Omnívoro/ 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

Nota (*): el muestreo de estos dos grupos solo se considera en bosques andinos, mas no en áreas abiertas andinas.

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 debe tener en cuenta, adicional a 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 del muestreo. Esto puede diferir de otros grupos biológicos, por ejemplo, el muestreo de mosquitos de la familia Culicidae deberá realizarse 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 deberán evaluar cerca de cultivos, donde se encuentran con mayor frecuencia sus hospederos (plagas).

2.5.2.2.3 Unidades de muestreo

La unidad de muestreo (UM) dependerá de las variables o parámetros que se quieran 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 dependerá 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 que por estación de muestreo para realizar una buena evaluación; por el contrario, en proyectos puntuales en la costa o la sierra, es común que una estación de muestreo corresponda a cuatro a cinco UM. Esto deberá ser definido por el biólogo responsable de la línea base de anfibios y reptiles, y el número finalmente elegido deberá estar explicado y justificado en el informe.

Tabla 2.5-2: 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 - 10 trampas	48-72 horas
	Trampas de campana	3 trampas	24 horas
	Trampas pitfall o de caída	10-16 trampas	24-48 horas
	Trampas Malaise	1 trampa	24-48 horas
	Trampas pantraps o Moericke	5-8 trampas	24-48 horas
Presencia, abundancia	Trampas de luz	1 trampa	2-6 horas

Para la selección de las unidades de muestreo se sugiere consultar bibliografía especializada tal como:

- Agosti y Alonso. (2003) *El Protocolo ALL: un estándar para la colección de hormigas del suelo.*
- Basset *et al.* (1997) *A review of methods for sampling arthropods in tree canopies.*
- Biological Survey of Canada. (1994). *Terrestrial arthropod biodiversity: Planning a study and recommended sampling techniques.*
- Cardoso *et al.* (2009). *Ad-hoc vs. standardized and optimized arthropod diversity sampling.*
- Silva *et al.* (2011). *Lineamientos básicos para el diseño y levantamiento de información de línea base en artrópodos.*
- Upton (1991). *Methods for collecting, preserving and studying insects and allied forms.*

2.5.2.2.4 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replicarán para evaluar representativamente los insectos y otros artrópodos en cada hábitat. Se deben seguir las recomendaciones incluidas en la Sección 2.0. Dependiendo de la ubicación del proyecto y de los grupos de artrópodos a evaluar será necesario aplicar esfuerzos específicos.

Por ejemplo, para determinados grupos como las hormigas del suelo, se han desarrollado protocolos, como el protocolo "ALL" ("Ants of the Leaf Litter Protocol"), 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, 2007), por lo cual será necesario utilizar tanto 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 el distanciamiento entre el mismo tipo de trampas tenga como mínimo 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 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 y no es inmediato y se debe esperar a que se manifieste pues la oferta alimenticia se incrementa/reduce propiciamente.

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 debe incluir métodos cualitativos y cuantitativos.

Los métodos cualitativos incluyen, por ejemplo, la colecta directa u oportunista 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 deben aplicar para realizar análisis cuantitativos (abundancia relativa, diversidad beta, entre otros).



Tabla 2.5-3: 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 campo	Referencias
MUESTREO PASIVO					
Trampas pasivas cebadas					
Trampas Cebadas (C)	Suelo, herbáceo	Costa, sierra y selva	Aran. Cara. Form. Rhop. Scar. Stap.	Riqueza, abundancia, estrato, preferencia trófica	Villareal <i>et al.</i> , (2004)
Trampas cebadas elevadas (A)	Arbóreo	Sierra (bosques) y selva	Aran. Chry. Cica. Curc. Form. Scar. Stap.	Riqueza, abundancia, estrato, preferencia trófica	Basset <i>et al.</i> , (1997)
Trampas de campana o Van Someren Rydon (H)	Suelo, herbáceo y arbóreo	Sierra y selva	Rhop. Scar. Stap.	Riqueza, abundancia, estrato	Basset <i>et al.</i> , (1997); Villareal <i>et al.</i> , (2004)
Trampas pasivas no cebadas					
Trampas de caída <i>pitfall</i> (F)	Suelo	Costa, sierra y selva	Aran. Cara. Form. Stap. Tene.	Riqueza, abundancia, estrato	Agosti y Alonso (2003); Agosti <i>et al.</i> , (2000); Alonso y Agosti (2000); Villareal <i>et al.</i> , (2004)
Trampas de intercepción de vuelo (I)	Suelo, herbáceo	Costa, sierra y selva	Cara. Chry. Cica. Curc. Form. Ich. Rhop. Scar. Stap.	Riqueza, abundancia, estrato	Villareal <i>et al.</i> , (2004); Biological Survey of Canada. (1994)
Trampas Malaise (M)	Suelo, herbáceo	Costa, sierra y selva	Aran. Cara. Chry. Cica. Curc. Ich.	Riqueza, abundancia, estrato	Biological Survey of Canada. (1994); Townes (1972)
Trampas canopy Malaise o Malaise aéreas (X↑-X↓)	Arbóreo	Sierra (bosques) y selva	Aran. Cara. Chry. Cica. Curc. Form. Ich. Scar.	Riqueza, abundancia, estrato	Basset <i>et al.</i> , (1997); Biological Survey of Canada. (1994)
Trampas Pantraps amarillas / Moericke	Suelo, herbáceo	Costa, sierra y selva	Chry. Cica. Ich. Stap.	Riqueza, abundancia, estrato	Biological Survey of Canada. (1994)
MUESTREO ACTIVO					
Extractores Winkler o Moczarsky-Winkler (W)	Suelo	Sierra (bosques) y selva	Cara. Form. Opil. Stap.	Riqueza, abundancia, estrato	Agosti y Alonso (2003); Agosti <i>et al.</i> , (2000); Alonso y Agosti (2000); Villareal <i>et al.</i> , (2004)
Trampa de luz (L)	Suelo, herbáceo y arbóreo	Costa, sierra y selva	Arc. Cara. Cica. Ich. Scar.	Presencia, abundancia	Villareal <i>et al.</i> , (2004)

Grupos recomendados: Araneae = Aran. Arctiidae = Arc. Carabidae = Cara. Chrysomelidae = Chry. Cicadellidae = Cica. Curculionidae = Curc. Formicidae = Form. Ichneumonidae = Ichn. Odonata = Odon. Opiliones = Opil. Rhopalocera = Rhop. Scarabaeidae = Scar. Scorpiones = Scor. Staphylinidae = Stap. Tenebrionidae = Tene.

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 deberá realizarse 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 debe considerar 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 coleccionar los individuos capturados. Las muestras una vez tratadas y clasificadas deben ser depositadas en instituciones depositarias, tales como museos de entomología y la Institución Científica Nacional Depositaria de Material Biológico registrada ante el Serfor.

Es importante que la determinación taxonómica de los especímenes obtenidos sea realizada al nivel más inferior de la jerarquía taxonómica como sea posible, idealmente al de especies. Si han de usarse "Unidades Taxonómicas Reconocibles" (RTU), morfoespecies o sistemas similares, estos deben ser considerados como resultados preliminares con fines de determinar una riqueza estimada de la entomofauna del área de estudio, y las asignaciones deberán ser 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 & Johnson 2005.



2.5.2.3 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 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 2.5-4: 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, proporción de especies en las familias de presentes en las unidades de vegetación	Describe la conformación de la comunidad de artrópodos en relación 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 las composición de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto. PMO: comparación de la composición durante el monitoreo
Abundancia	Abundancia relativa (%)	Cantidad o número de individuos de cada especie en relación a la cantidad total de todas las especies de 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. PMO: comparación de valores de abundancia durante el monitoreo
Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Probabilidad de encontrar uno o más individuos de una especie en la unidad de muestreo. Relación de la frecuencia absoluta de una especie entre el total de ocurrencias de todas las especies.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999	PMO: comparación de frecuencia de registro durante el monitoreo
Especies con usos potenciales	Inventario de especies con usos potenciales	Información de insectos útiles o con potencial uso por parte de la pobladores locales	Entrevistas a personas locales.	EI: afectación de especies con usos potenciales. PMA: planes de manejo para especies con usos importantes para la población. PMO: comparación de la presencia de especies con usos potenciales durante el monitoreo

2.5.3 Representación espacial

La línea base de insectos y otros artrópodos debe incluir lo indicado en la Sección 2.0.

2.5.4 Referencias bibliográficas

- Agosti, D. & Alonso, L.E. (2003). El Protocolo ALL: un estándar para la colección de hormigas del suelo. En Fernández F. (ed.), *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Agosti, D.; Majer, J.D.; Alonso, L.E. & Schultz, T.R. (2000). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Alonso, L.E. & Agosti, D. 2000. Biodiversity studies, monitoring of ants: an overview. En: *Ants: Standard methods for measuring and monitoring Biodiversity*. Smithsonian Institution, Washington.
- 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*, Vol. 26(3): 137-142. Diciembre 2011.
- Basset, Y.; Springate, N.D.; Aberlenc, H.P. & Delvare, G. (1997). A review of methods for sampling arthropods in tree canopies. En N.E. Stork, J. Adis & R.K. Didham, (eds.), *Canopy Arthropods*. Londres, Inglaterra: Chapman & Hall
- 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. & Henriques, S.S. (2009). Ad-hoc vs. standardized and optimized arthropod diversity sampling. *Diversity*, 1: 36-51.
- Castañeda, L.; Arellano, G. & 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* Vol.(4) 1992: 29-37.
- Fernández, F. (2003). *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical*: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + 398 pp.
- Fernández, F. y M. J. Sharkey eds. (2006). *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C., xxx + 894 pp.
- Fisher B., Malsch A., Gadagkar R., Delabie, J., Vasconcelos H. & Majer, J. 2000. Applying the ALL Protocol: Selected Case Studies. En: *Ants: Standard methods for measuring and monitoring Biodiversity*, Smithsonian Institution, Washington.
- Krebs, C.J. (1999). *Ecological Methodology*. 2nd Edition, Benjamin Cummings, Menlo Park, 620 p.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity* Blackwell. Oxford, UK.
- Moreno, C.E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Palacio, E. y Whal, D. (2006). Familia Ichneumonidae. En Fernández, F. y M. J. Sharkey eds. (2006). *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C., paginas 293 – 330



- Ramírez, D.; Pérez, D.; Sánchez E. & 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. & Ochoa, J.A. (2011). Lineamientos básicos para el diseño y levantamiento de información de línea base en artrópodos. Documento de trabajo SERNANP-DGANP taller para la elaboración de lineamientos de inventarios de diversidad biológica en áreas naturales protegidas. Lachay, Lima.
- Townes, H. (1972). A light-weight Malaise trap. *Entomology News*, 83 (9): 239-247.
- Upton, M.S. (1991). *Methods for collecting, preserving and studying insects and allied forms*. Brisbane, Australia: The Australian Entomological Society.
- Villareal H., M. Álvarez, S. Córdova, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña (2014). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 236 p.



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 debe caracterizar el componente "hidrobiología continental", es decir, las aguas continentales tanto lóxicas como lénticas que albergan una serie de organismos agrupados en comunidades, las cuales 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 debe tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Ecosistema acuático léntico: donde la presencia del flujo de agua es reducida o nula (lagos, lagunas, conchas, embalses, bofedales y humedales).
- Ecosistema acuático lóxico: con presencia de un 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 se encuentra 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 a 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 encuentran 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.
- Alga filamentosas.

2.6.2 Zoobentos Metodología

2.6.2.1 Revisión de Información Secundaria

Como primer paso, antes de los trabajos de campo se debe consultar la información previa disponible del área de estudio, tales como estudios ambientales, científicos realizados dentro de la misma área y/o áreas cercanas. Además de lo mencionado en la Sección 2.0 Lineamientos generales, se deberá consultar 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 o estudios obtenidos de instituciones científicas, universidades, entre otros.

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 debe identificar 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. Además, con el apoyo de la teledetección y referencias bibliográficas, se debe describir las características hidrográficas más importantes de los ambientes evaluados, tales como cuenca, cauce, caudal y pendiente.

2.6.2.2.2 Ubicación de las estaciones de muestreo

Además de lo indicado en la Sección 2.0, se deberán seguir 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, etc.) que pueda existir 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.
- La evaluación deberá considerar estaciones de muestreo ubicados aguas arriba y aguas abajo de los componentes del proyecto que podrían afectar los cuerpos de agua (por ejemplo, vertimientos de aguas residuales).
- Adicionalmente se deberá tener en cuenta la ubicación de las estaciones de muestreo/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) dependerá de las variables o parámetros que se quieran evaluar, dependiendo del organismo acuático, características del cuerpo de agua o tramo que se esté evaluando, el cual deberá ser elegido por su representatividad (de hábitats) y accesibilidad.

2.6.2.2.4 Esfuerzo de muestreo

Para la determinación del esfuerzo de muestreo a emplear, se deberá tener en cuenta características del área de estudio (costa, sierra, selva) y el tipo de ecosistema acuático. Así mismo se deberá tener en cuenta lo indicado en la Tabla 2.6-1, los cuales son procedimientos establecidos por el MINAM-MHN (2014).



Tabla 2.6-1: 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 – 40 litros)
Zooplancton	Cuantitativo y cualitativo	Muestras concentradas (Filtrado mediante redes de 70 micras)	4-5 réplicas (80-100 litros)
Perifiton ⁸ (Algal y Microorganismos heterótrofos)	Cuantitativo y cualitativo	Raspado en sustratos disponibles	3 a 4 réplicas de (5x5) 25 cm ²
Macrófitas ⁹	Cuantitativo y Cualitativo	Colecta en transectos con empleo de un cuadrante (25 cm lado)	Transecto de 10 m de largo
Macrobentos ¹⁰	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 ¹¹
Necton (peces)	Cuantitativo y cualitativo	Colecta mediante redes Redes de arrastre	Número de lances

2.6.2.2.5 Estacionalidad

Para la evaluación de los organismos acuáticos se sugiere realizar los muestreos dentro de los meses correspondientes a las temporadas de mayor y menor precipitación (o humedad), correspondiente a las temporadas de mayor y menor caudal respectivamente.

2.6.2.2.6 Datos de registro y colecta

Los siguientes datos de registro y colecta se deberán recoger adicionalmente a los indicados en la Sección 2.0:

Datos generales

- Nombre de la cuenca/subcuenca
- Tipo de ecosistema (léntico, lótico)
- Nombre del cuerpo de agua
- Ubicación Política: Departamento, Provincia, Distrito, Localidad

⁸ En casos donde la disponibilidad del agua de los ecosistemas lénticos sea reducida para permitir la colecta de fitoplancton y zooplancton, se deberá colectar a manera de referencia, una muestra compuesta de perifiton conformada por cuatro réplicas, cada una de 5x5 cm (25 cm² de área).

⁹ Metodología disponible en Kent y Coker (1992) y Gómez *et al.* (2016).

¹⁰ En el caso de ambientes se selva, el número de unidades muestrales puede incrementarse dependiendo de los microhábitats representativos que permitan una caracterización representativa de la comunidad.

¹¹ Para la selección de la zona a evaluar, deberá considerarse la profundidad del cuerpo del agua.

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, etc.
- 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, etc.
- 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, etc.
- 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, 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

Fitoplancton y zooplancton

- Volumen filtrado
- Volumen colectado
- Profundidad de la muestra colectada.
- Sustancias o reactivos de fijación y preservación
- Condición aparente del agua

Macrófitas

- Área muestreada
- Número de transectos
- Sustancias o reactivos de fijación y preservación
- Condición del área muestreada (tipo de sustrato, hábitat)

Macrobentos

- Área muestreada
- Condición del área muestreada (tipo de sustrato, hábitat)
- Sustancias o reactivos de fijación y preservación
- Datos del evaluador

Necton

- Tipo de arte de pesca (redes, anzuelos, etc.)
- Esfuerzo de pesca (tiempo, número de lances, tiempo de espera)
- Indicación de especie: nativa, naturalizada, exótica, invasora
- Especies con uso potencial; información a través de pobladores locales e información de referencias bibliográficas.

2.6.2.2.7 Métodos de muestreo en campo

La evaluación de los organismos acuáticos se debe realizar mediante un muestreo aleatorio simple, es decir que cada individuo tenga la misma probabilidad de ser capturado. La aplicación del tipo de muestreo debe considerar aspectos de accesibilidad, seguridad y ubicación respecto a los componentes del proyecto. Cabe indicar, que previo a la evaluación se debe considerar 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 la presencia de la comunidad sea representativa, o en caso se cuenta con información de referencial disponible para el área de estudio.
- La medición de parámetros fisicoquímicos y plancton deberá ser previo a la evaluación de las otras comunidades a fin de evitar la remoción del sustrato.
- Las muestras colectadas deberán ser identificadas por especialistas de cada comunidad biológica, perteneciente a laboratorios de instituciones especializadas o en su caso, laboratorios de instituciones acreditadas.
- Identificar las especies nativas y/o exóticas de importancia para el consumo humano, importancia económica, y bioindicadores de ecosistemas acuáticos. Además se debe indicar aquellas especies acuáticas claves para futuros estudio de índole ambiental.
- Cuando el proyecto prevea realizar el vertimiento de aguas residuales que contengan metales pesados hacia un cuerpo de agua y, además, en el área de estudio se presente el consumo humano o aprovechamiento comercial de peces u otras especies hidrobiológicas, se deberá realizar 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 deberá realizar una comparación referencial de las concentraciones con los estándares nacionales o, en su defecto, internacionales disponibles para las especies evaluadas, tales como CFIA (2014) y ANVISA (2013).

Las evaluaciones de las comunidades acuáticas se podrán realizarán de acuerdo a los procedimientos establecidos en la Tabla 2.6-2 y Tabla 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 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.

Tabla 2.6-2: 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 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-MHN, 2014
Fitoplancton ¹²	Cuantitativo y cualitativo	Filtrado en superficie de un volumen de agua determinado (100 L aproximadamente). Empleo de red estándar de 20 micras	Volumen	Costa, Sierra y Selva	Río, quebrada, laguna, cocha y humedales	Riqueza y abundancia	MINAM-MHN, 2014
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	Río y quebrada	Riqueza y abundancia	MINAM-MHN, 2014
Perifiton ¹³ (Algal y Microorganismos heterótrofos)	Cuantitativo y cualitativo	Raspado en sustratos disponibles	Área	Costa, Sierra y Selva	Río, quebrada	Riqueza y abundancia	MINAM-MHN, 2014

¹² Evaluación de fitoplancton en ecosistemas lóticos, evaluados con mayor frecuencia en ambientes de selva baja.

¹³ En casos donde 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 5x5 cm (25 cm² de área).

Comunidad	Técnica de Análisis	Método	Tipo de medición	Ubicación geográfica	Tipo de ecosistema acuático	Principales datos medidos en campo	Referencias
Macrofitas	Cualitativo	Colecta en transectos, con empleo de un cuadrante de 0.25 cm de lado.	Cobertura	Costa, Sierra y Selva	Río, quebrada	Cobertura	Kent y Coker, 1992; Gómez et al., 2016,
	Cualitativo	Colecta mediante redes (Red D-net)	Área	Costa, Sierra y Selva	Río, quebradas, laguna, cocha y Humedales	Riqueza	MINAM-MHN, 2014
Macrobentos	Cualitativo	Colecta mediante redes (Red de Mano o pantalla)	Área	Costa, Sierra y Selva	Río, quebradas, laguna, cocha y Humedales	Riqueza	MINAM-MHN, 2014
	Cuantitativo	Colecta mediante redes Red Surber	Área	Costa, Sierra y Selva	Río, quebrada	Riqueza y abundancia	MINAM-MHN, 2014
	Cuantitativo	Draga	Área	Costa, Sierra y Selva	Laguna, cocha y Humedales	Riqueza y abundancia	MINAM-MHN, 2014
	Cuantitativo y cualitativo	Colecta mediante redes Redes de arrastre	Área ^(a)	Costa, Sierra y Selva	Río, quebrada	Riqueza y abundancia	MINAM-MHN, 2014
	Cuantitativo y cualitativo	Colecta mediante Red de espera	Área ^(a)	Costa, Sierra y Selva	Remanso de los ríos, laguna, lago y embalse.	Riqueza y abundancia	MINAM-MHN, 2014
Necton (peces)	Cuantitativo y cualitativo	Colecta mediante redes Red Calcal	Área ^(a)	Costa, Sierra y Selva	Río, quebrada,	Riqueza y abundancia	MINAM-MHN, 2014
	Cuantitativo y cualitativo	Colecta mediante redes Atarraya	Área ^(a)	Costa, Sierra y Selva	Río, quebrada laguna, lago y embalse.	Riqueza y abundancia	MINAM-MHN, 2014
	Cuantitativo y cualitativo	Pesca eléctrica	Área ^(a)	Costa y Sierra	Río, quebrada altoandinos	Riqueza y abundancia	MINAM-MHN, 2014

Notas: * Tiempo aplicable en lagunas; (a) Para las evaluaciones de campo para peces (Longitud mínima del tramo de muestreo) se debe considerar el ancho de río siguiente Tabla 2.6-3.

Tabla 2.6-3: 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 - 15 m	50 metros	Completa	Absoluta
< 15 m	>50 metros	Margen Fluvial	Relativa

Fuente: MINAM-MHN, 2014

2.6.2.2.9 Colecta de muestras y determinación taxonómica

Las muestras una vez analizadas y clasificadas deben ser depositadas en colecciones científicas de instituciones nacionales reconocidas, tales como museos de universidades o entidades de investigación.

En caso contar con data histórica, se deberá realizar una actualización taxonómica de los organismos registrados, pudiendo emplearse guías electrónicas de para el fitoplancton y perifiton como Algaebase (www.algaebase.org).

La determinación de especímenes y la nomenclatura debe ser contrastada con la versión más actual de bases mundiales referenciales, como los descritos en la Tabla 2.6-4.

Tabla 2.6-4: Referencias bibliográficas y bases de datos referenciales para determinar la identificación taxonómica de las comunidades acuáticas

Comunidad acuática	Referencias bibliográficas
Plancton y Perifiton	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bellinger, E., Sigeo, D. (2010). <i>Freshwater Algae: identification, enumeration and use as bioindicator</i>. Chichester, West Sussex, UK: Wiley-Blackwell. 290 p. ▪ Bicudo, C., Somus, L. (1982). <i>Desmidióflora Paulista II: Género Micrasterias C. Agardh ex Ralfs</i>. <i>Biblioteca Phycologica</i> 57: 1-230, fig. 1-136. ▪ Bicudo, C.E., Menezes, N. (2006). <i>Géneros de algas de aguas continentales do Brasil. Chave para identificação e descrições</i>. RIMA, São Paulo, 490 pp. ▪ Bourrelly, P. (1981). <i>Les Algues d'eau douce. Les algues jaunes et brune</i>. II. Ed. Boubée, Paris. ▪ Camburn & D., Charles, F. (2000). <i>Diatoms of Low Alkalinity Lakes in the Northeastern United States</i>. Edited by K. E. Camburn & D. F. Charles. 2000. 152 pp. ▪ Dussart BH, Defaye D (1995) <i>Copepoda. Introduction to the Copepoda</i>, vol 7. SPB Academic Publishing bv, The Hague, pp 1-276. ▪ Dumont y Negrea, 2002. <i>Introduction to the class Branchiopoda</i>. Leiden, Backhuys Publishers, 398p. ▪ Fott, B. (1972). <i>Taxonomische Übertragungen und Namensänderungen unter den Algen</i>. V. <i>Tetrasporales</i>. <i>Preslia</i> 44: 193-207. ▪ Geitler, L. (1932). <i>Cyanophyceae</i>. In <i>Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz</i>. (R. Kolkwitz, ed.). Akademische. Verlagsgesellschaft, Leipzig, v.14, p.1-1196. ▪ G Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2017. <i>AlgaeBase</i>. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. http://www.algaebase.org. ▪ Hegewald, E. and Silva, P.C. (1988). <i>Annotated Catalogue of Scenedesmus and Nomenclaturally Related Genera, Including Original Descriptions and Figures</i>. – <i>Bibliotheca Phycol.</i> 80. J. Cramer, Berlin - Stuttgart. ▪ Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. (1997). 'Bacillariophyceae', en <i>Süßwasserflora von Mitteleuropa</i>. Band 2: Teil 1, Naviculaceae. 876 pp. ▪ Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. (2000). 'Bacillariophyceae', in <i>Süßwasserflora von Mitteleuropa</i>. Band 2: Teil 3, Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. 576 pp. ▪ Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. (2004). 'Bacillariophyceae', en <i>Süßwasserflora von Mitteleuropa</i>. Band 2: Teil 4 Achnanthaceae, Navicula s. Str., Gomphonema. 468 pp. ▪ Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. (2008). 'Bacillariophyceae', en <i>Süßwasserflora von Mitteleuropa</i>. Band 2: Teil 2, Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. 611 pp. ▪ Komárek, J. y Anagnostidis, K. (1989). <i>Modern approach to the classification system of</i>

Comunidad acuática	Referencias bibliográficas
	<p>cyanophytes 4-Nostocales. Arch. Hydrobiol. Suppl. 82 (3): 247-345.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Komárek, J. y Anagnostidis, K. (1999). Cyanoprokaryota 1. Teil/1st Part: Chroococcales. En: Büdel B <i>et al.</i> (eds.). SüBwasserflora von Mitteleuropa Band/Volume 19/1. Jena. 548 pp. ▪ Komárek J. & Anagnostidis, K. (2005). Cyanoprokaryota 2. Teil/2nd Part: Oscillatoriales. En: Büdel B. <i>et al.</i> (eds.). SüBwasserflora von Mitteleuropa Band/Volume 19:2. Jena. ▪ Morales, E.A. & 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. ▪ Metzeltin, D., Lange-Bertalot, H. & Garcia-Rodrigues, F. (2005). Diatoms of Uruguay. Iconografía Diatomologica 15:1-736. ▪ Ortega, H., Samanez, I., Castro, E., Hidalgo, M. & 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., 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):029-035. ▪ Paggi, J.C. (1998). Cladocera (Anomopoda y Ctenopoda). En: (S. Coscarón & J.J. Morrone, eds) Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. La Plata. Ediciones Sur. ▪ Prescott, G.W. (1975). Algae of the Western Great Lakes Area. Revised ed. Iowa. W.M. C. Brown Company Publisher. ▪ Ramanathan, K.R. (1964). Ulotrichales. I.C.A.R. 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. ▪ Reynolds, C. (2006). Ecology of phytoplankton (Ecology, Biodiversity and Conservation). New York. Ed. Cambridge Univ. Press. ▪ Ruttner-Kolisko, A. (1974). Plankton Rotifers. Biology and Taxonomy. Die Binnengewässer. Dr. H-J. Elster & Dr. W. Ohle. Stuttgart. Germany. ▪ Samanez, I. (1979). Algas continentales del Perú II: Pucallpa y alrededores. Boletín de Botánica Museo de Historia Natural Serie B 10: 52. ▪ Samanez I. & López D. (2014). Geographical distribution of Boeckella and Neobockella (Calanoida: Centropagidae) in Perú. Revista Peruana de Biología 21 (3): 223-228. ▪ Segers, H. (1995). Rotífera. Volume 2: The Lecanidae (Monogonta). En Dumont H.J.F. (Ed.) Guides to the identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. SPB Academic Publishing. The Hague. ▪ Tell, G., García V. (1986). Euglenophyta Pigmentadas de la Argentina. Buenos Aires, Argentina. J. Cramer.
Macrófitas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ García, P., Fernández, R., Cirujano, S. (2009). Habitantes del agua. Macrófitos. Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, España. 148 p.
Macrobenos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Domínguez, E.; Fernández, H. (2009). Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos. Sistemática y Biología. Tucumán, AR, Fundación Miguel Lillo. 253 p. ▪ Heckman, C. (2001). Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Collembola. Illustrated Keys to Known Families, Genera, and Species in South America. s.l., Springer. 418 p.l ▪ 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., Cummins, K., Berg, M. 2008. An introduction to the aquatic insects of North America. Dubuque, Kendall/Hunt Publishing Company, 1214 p. ▪ Roldán, G. (1988). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Impreso en Impredes Presencia S.A. Bogotá, CO. 216 p. ▪ Roldán, G. (1996). Guía para el estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia. Colombia. Universidad de Antioquia ▪ Roldán (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Uso del Método BMWP/Col. Editorial de la Universidad de Antioquia. Medellín, CO. 170 p.
Nécton	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Géry, J. (1977). Characoids of the world. Neptune City, T.F.H. Publications. ▪ Ferraris, C.J. (2007): Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes: Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types. Zootaxa 1418: 1-628. ▪ 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, Dirección General de Diversidad Biológica - Museo de Historia Natural, UNMSM. ▪ Reis, R. E.; Kullander, S. O. & Ferraris, C. J. (2003). Checklist of the freshwater fishes of South



Comunidad acuática	Referencias bibliográficas
	and Central America. Portro Alegre, EDIPUCRS.

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 2.6-5: 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	<ul style="list-style-type: none"> • IHF 	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de hábitat de ríos altoandinos, en relación con la heterogeneidad de hábitats y la diversidad de componentes biológicos en ríos altoandinos 	Pardo <i>et al.</i> 2002	PMO: comparación con valores registrados en evaluaciones previas.
Fitoplancton / zooplancton	Abundancia	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad • Riqueza • Abundancia relativa (%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimación de número de células/organismos por volumen muestreado • Número de especies • Composición (%) de los principales grupos taxonómicos 	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Kohl <i>et al.</i> , 2006.	PMO: comparación de valores de densidad, riqueza, diversidad y abundancia relativa durante el monitoreo.
Perifiton	Abundancia	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad • Riqueza • Abundancia relativa (%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimación de número de células/organismos por área muestreada (cm²) • Número de especies • Composición (%) de los principales grupos taxonómicos 	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Kohl <i>et al.</i> , 2006.	PMO: comparación de valores de densidad, riqueza, diversidad y abundancia relativa durante el monitoreo.
Macrobentos	Abundancia	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad • Riqueza • Abundancia relativa (%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimación de número de individuos / 1 m² • Número de especies • Composición (%) de los principales grupos taxonómicos. 	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Kohl <i>et al.</i> , 2006.	PMO: Comparación en los de valores de densidad, riqueza, diversidad y abundancia relativa durante el monitoreo.
Macrobentos	Índices bióticos	<ul style="list-style-type: none"> • EPT • ABI • BMWp¹⁴ 	<ul style="list-style-type: none"> • Estado Ecológico 	Acosta <i>et al.</i> 2009; Ríos-Touma <i>et al.</i> 2014 Alba-Tercedor 1996 Carrera <i>et al.</i> 2001	EI: cambios en el índice biótico (EPT) en respuesta al desarrollo de un proyecto. PMO: Comparación en los valores de valores de densidad, riqueza, diversidad, abundancia relativa e índices bióticos (EPT, BMWp, ABI) durante el monitoreo.

¹⁴ Este índice presenta adaptaciones en los valores de sensibilidad de familias de macrobentos para las regiones de Colombia (Roldán 2001) y Chile (Figueroa 2004), en relación con la ubicación del proyecto se deberá seleccionar la referencia adecuada.

Organismo	Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Peces	Abundancia	<ul style="list-style-type: none"> Densidad Riqueza 	<ul style="list-style-type: none"> Estimación de número de células/organismos por volumen muestreado Número de especies Composición (%) de los principales grupos taxonómicos 	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Kohl <i>et al.</i> , 2006.	PMO: comparación de valores de riqueza y abundancia, durante el monitoreo.
	Abundancia relativa	Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE)	Indicador del número de individuos capturados bajo un esfuerzo empleado (área de red, tiempo de espera, N° personas)	Gulland 1964	EI: cambios en el CPUE en respuesta al desarrollo de un proyecto. PMO: comparación de valores de densidad durante el monitoreo.
Peces	Metales en tejido	Concentración de metales	Determinación de la concentración de metales en tejido de peces, comparado con guías de referencia.	CFIA (2014) ANVISA (2013)	PMO: comparación de valores de densidad durante el monitoreo
	Especies nativas, naturalizadas, exóticas, invasoras	Abundancia total Inventario georreferenciado	Información georreferenciada de especies	Ortega <i>et al.</i> 2012	PMO: comparación de presencia y abundancia durante el monitoreo
Integridad biótica	IBH ¹⁵	<ul style="list-style-type: none"> Riqueza o diversidad de especies. Los seis criterios que se consideran son: Número de especies: Characiformes, Siluriformes, Gymnotiformes, Composición trófica de las especies. Los tres criterios que se consideran son: Omnívoros, Detritívoros y Carnívoros. Abundancia y condición de 	Grado en el que el hábitat mantiene una comunidad equilibrada, integrada, y adaptada. Estado de conservación del ambiente acuático.	Ortega <i>et al.</i> (2007 y 2010)	PMO: caracterización durante las evaluaciones

¹⁵ Aplicable en ambientes de selva.

Organismo	Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
		los peces. Los tres criterios que se consideran son: número d individuos, saludables, no lesionados.			

Notas: EPT= porcentaje de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera; ABI= Andean Biotic Index; BMWP/Col = Biological Monitoring Working Party.



2.6.3 Representación espacial

Los mapas hidrobiológicos deberán incluir 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;
- En la medida de lo posible, representación de la áreas donde se registra un uso del recurso hídrico poblacional, asociado a usos primarios, recreativos, acuícolas, pesqueros, agrícolas, ganaderos e industriales.

2.6.4 Referencias bibliográficas

- Acosta, R.; Ríos-Touma, B.; Rieradevall, M. & Prat, N. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos Andinos (C.E.R.A) y su aplicación en dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, 28 (1) 35-64.
- Alba-Tercedor, J. (1996). Macroinvertebrados acuático y calidad de las aguas de los ríos-IV Simposio del Agua en Andalucía, Almería II: 203-2013.
- ANVISA) Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria. (2013). Resolución Directorial Colegiada N° 42. Reglamento técnicos MERCOSUR sobre los límites máximos de contaminantes inorgánicos en alimentos. www.anvisa.org.br.
- Bellinger, E., Sigeo, D. (2010). *Freshwater Algae: identification, enumeration and use as bioindicator*. Chichester, West Sussex, UK: Wiley-Blackwell. 290 p.
- Bicudo, C., Somus, L. (1982). Desmidióflora Paulista II: Género *Micrasterias* C. Agardh ex Ralfs. *Biblioteca Phycologica* 57: 1-230, fig. 1-136.
- Bicudo, C.E., Menezes, N. (2006). Géneros de algas de aguas continentales do Brasil. Chave para identificação e descrições. RIMA, São Paulo, 490 pp.
- Bourrelly, P. (1981). *Les Algues d'eau douce. Les algues jaunes et brunes*. II. Ed. Boubée, París.
- Camburn & D., Charles, F. (2000). *Diatoms of Low Alkalinity Lakes in the Northeastern United States*. Edited by K. E. Camburn & D. F. Charles. 2000. 152 pp.
- Carrera, C., Fierro, K. (2001). *Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Quito, EC, Ecoeficiencia 56 p.
- (CFIA) Canadian Food Inspection Agency (2014). *Canadian guidelines for chemical contaminants and toxins in fish and fish products*. Fish, Seafood and Production Division, Nepean. www.inspection.gc.ca.
- Domínguez, E. & Fernández, H. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología*. Tucumán-Argentina: Fundación Miguel Lillo.
- Dumont y Negrea, 2002. *Introduction to the class Branchiopoda*. Leiden, Backhuys Publishers, 398p.
- Dussart BH, Defaye D (1995) *Copepoda. Introduction to the Copepoda*, vol 7. SPB Academic Publishing bv, The Hague, pp 1-276.
- Ferraris, C.J. (2007): Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes: Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types. *Zootaxa* 1418: 1-628.
- Fott, B. (1972). *Taxonomische Übertragungen und Namensänderungen unter den Algen*. V. Tetrasporales. *Preslia* 44: 193-207.
- Geitler, L. (1932). *Cyanophyceae*. In Rabenhorst's *Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. (R. Kolkwitz, ed.). Akademische. Verlagsgesellschaft, Leipzig, v.14, p.1-1196.
- 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
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2017). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>.
- Heckman, C. (2001). *Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Collembola. Illustrated Keys to Known Families, Genera, and Species in South America.* s.l., Springer. 418 p.l
- Hegewald, E. and Silva, P.C. (1988). *Annotated Catalogue of Scenedesmus and Nomenclaturally Related Genera, Including Original Descriptions and Figures.* – *Bibliotheca Phycol.* 80. J. Cramer, Berlin - Stuttgart.
- Kent, M., Coker, P. (1992). *Vegetation description and analysis. A practical approach.* Chichester: Ed. Jhon Wiley y Sons. 363 p.
- 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: Büdel B *et al.* (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa Band/Volume 19/1.* Jena. 548 pp.
- Komárek J. & Anagnostidis, K. (2005). *Cyanoprokaryota 2. Teil/2nd Part: Oscillatoriales.* En: Büdel B. *et al.* (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa Band/Volume 19:2.* Jena.
- Krammer, K. (1997). *Die Cymbelloiden Diatomeen Eine monographie der weltweit bekannten taxa. Teil2, Encyonema part., Encyonopsis and Cymbellopsis.* J. Cramer, Berlin, Stuttgart. 469 pp.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1997). 'Bacillariophyceae', en *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2: Teil 1, Naviculaceae.* 876 pp.
- 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. 703 pp.
- Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. (2000). 'Bacillariophyceae', in *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2: Teil 3, Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae.* 576 pp.
- Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. (2004). 'Bacillariophyceae', en *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2: Teil 4 Achnanthaceae, Navicula s. Str., Gomphonema.* 468 pp.
- Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. (2008). 'Bacillariophyceae', en *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2: Teil 2, Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae.* 611 pp.
- 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.
- Merritt R., K., Cummins, Berg, M. (2008). *An Introduction to the aquatic insects of North America.* Fourth edition. Dunuque: Kendall Hunt Publishing Company.
- Metzeltin, D., Lange-Bertalot, H. & Garcia-Rodríguez, F. (2005). *Diatoms of Uruguay.* *Iconografía Diatomologica* 15:1-736.
- Ministerio de la Producción (2015). "Aprueban Texto Único de Procedimientos Administrativos" - TUPA del Ministerio de la Producción aprobado por el Decreto Supremo N° 010-2015-PRODUCE.
- Morales, E.A. & 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.
- MUSM-MHN, (2014). *Métodos de Colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: Plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú.* Departamento de Limnología e Ictiología del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Ministerio del Ambiente.
- Ortega, H., Samanez, I., Castro, E., Hidalgo, M. & 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., M. Hidalgo, N. Salcedo, E. Castro & Riofrío C. (2001). Diversity and Conservation of Fish of the Lower Urubamba Region, Peru. 143-150 p. En: Urubamba: Biodiversity of a Peruvian Rainforest. Alonso, A., F. Dallmeier and P. Campbell, eds. 2001. SI/MAB Series #7. Smithsonian Institution, Washington, D.C.
 - Ortega, H; B. Rengifo; I. Samanez & 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 pp.
 - 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):029-035.
 - 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, Dirección General de Diversidad Biológica - Museo de Historia Natural, UNMSM.
 - Paggi, J.C. (1998). Cladocera (Anomopoda y Ctenopoda). En: (S. Coscarón & J.J. Morrone, eds) Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. La Plata. Ediciones Sur.
 - 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., & Vidal-Abarca, M. R. (2002). El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. Limnetica 21(3-4): 115-133
 - Prescott, G.W. (1975). Algae of the Western Great Lakes Area. Revised ed. Iowa. W.M. C. Brown Company Publisher.
 - Ramanathan, K.R. (1964). Ulotrichales. I.C.A.R. 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. & 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). New York. Ed. Cambridge Univ. Press.
 - Ríos-Touma, B., Acosta, C., 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. Impreso en Impreades Presencia S.A. Bogotá, CO. 216 p.
 - Roldán, G. (1996). Guía para el estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia. Colombia. Universidad de Antioquia.
 - Roldán (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Uso del Método BMWP/Col. Editorial de la Universidad de Antioquia. Medellín, CO. 170 p.
 - Ruttner-Kolisko, A. (1974). Plankton Rotifers. Biology and Taxonomy. Die Binnengewässer. Dr. H-J. Elster & Dr. W. Ohle. Stuttgart. Germany.
 - Samanez, I. (1979). Algas continentales del Perú II: Pucallpa y alrededores. Boletín de Botánica Museo de Historia Natural Serie B 10: 52.
 - Samanez I. & López D. (2014). Geographical distribution of Boeckella and Neobockella (Calanoida: Centropagidae) in Perú. Revista Peruana de Biología 21 (3): 223-228.
 - Schwoerbel, J. 1970. Methods of Hydrobiology (Freshwater biology). Pergamon Press, London. 200 p.
 - Segers, H. (1995). Rotífera. Volume 2: The Lecanidae (Monogonta). En Dumont H.J.F. (Ed.) Guides to the identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. SPB Academic Publishing. The Hague



- Tell, G. & García V. (1986). Euglenophyta Pigmentadas de la Argentina. Buenos Aires, Argentina. J. Cramer.
- Montaña, 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, Vol. 4 N°2. p. 73-82
- D. Granados; M.Á. Hernandez; G.F. López. Ecología de las zonas ribereñas. Revist Chapingo Serie Ciencias Forestales y de Ambiente 12(1): 55-69,2006.
- Resolución Ministerial N° 547-2013-MEM-DM, Términos de Referencia para Estudios de Impacto Ambiental de proyectos de inversión con características comunes o similares en el Subsector Electricidad
- "Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú" publicado por el MINAM en el 2014.

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 debe caracterizar el componente “organismos acuáticos”, es decir, las comunidades acuáticas representadas por los productores primarios (fitoplancton, pastos marinos y macroalgas); secundarios (zooplancton y macroinvertebrados bentónicos) y las comunidades de vertebrados (peces, tortugas y mamíferos marinos). Se debe tener 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, y adheridas por un rizoide a un sustrato duro. Como pigmento principal presentan a la clorofila, y en ocasiones es acompañada de otros pigmentos de colores variados que enmascaran a este. 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 nunca superar 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: se refiere al conjunto de organismos heterótrofos que componen el plancton. Entre ellos se pueden encontrar organismos herbívoros, carnívoros y omnívoros.
- Macroinvertebrados bentónicos (macrobentos): se refiere a los 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 crustáceos, moluscos y anélidos, entre otros.
- Peces: se refiere a los animales vertebrados acuáticos, generalmente ectotérmicos (regulan su temperatura a partir del medio ambiente) y con respiración branquial. Suelen encontrarse recubiertos por escamas, y dotados de aletas, que favorecen su desplazamiento en el agua.
- Tortugas marinas: se refiere a los reptiles que forman parte de los quelonioideos (Clasificación científica: familia Chelonioidea), son de sangre fría y habitan en todos los océanos. Son exclusivamente marinas, solamente salen a tierra para anidar.
- Mamíferos marinos: se refiere a los vertebrados que poseen mamas y se han adaptado a la vida en el mar o dependen de él 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 debe consultar la información previa disponible del área de estudio, tales como estudios ambientales, científicos realizados dentro de la misma área y/o áreas cercanas. Además de lo mencionado en la Sección 2.0 Lineamientos generales, se deberá consultar 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 deberá seguir lo indicado en la Sección 2.0. Los especialistas deberán analizar las imágenes satelitales disponibles, fotografías aéreas, cartografía y mapas batimétricos de la zona, para definir preliminarmente la ubicación y distribución de las potenciales estaciones de muestreo.

2.7.2.2.2 Ubicación de estaciones de muestreo

La definición de la ubicación final de las estaciones de muestreo debe ser realizada en campo y debe tomar en consideración diversos aspectos limitantes como la profundidad (evaluación estratigráfica), la distancia a la costa, la influencia de la descarga ribereña, tipo de sustrato, temporada del año y el diseño del estudio. Adicionalmente se deberá tener 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 variará para cada subcomponente, de acuerdo al 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 batimétrica¹⁶), 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) dependerá de las variables o parámetros que se quieran evaluar. El número de estaciones de muestreo dependerá de las características del área, cercanía a la costa, profundidad, tipo de sustrato, dimensiones del área, tipo de proyecto y en función al tipo de estudio. El número finalmente elegido deberá estar explicado y justificado en el informe.

2.7.2.2.4 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo dependerá del organismo acuático a evaluar, para lo cual se deberá aplicar una metodología estandarizada planteada a través de referencias bibliográficas o instrumentos ambientales aprobados en zonas similares al área de estudio. Se deben seguir 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, dado al efecto del aporte de sedimentos por los ríos que varía en función de la temporada húmeda y seca; y el efecto de la gradiente de temperatura del agua de mar (específicamente del Temperatura Superficial del Mar-TSM) durante los meses más cálidos y fríos.

2.7.2.2.6 Datos de registro y colecta

Los siguientes datos de registro y colecta son adicionales a los indicados en la Sección 2.0, según corresponda:

¹⁶ Profundidad

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 el 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, etc.).
- 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 (2017) y literatura especializada.

Para los mamíferos marinos:

- N° 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).
- Especies migratorias y si están incluidas en los Apéndices de la CMS (Convención sobre Especies Migratorias).

En el caso específico de especies gregarias como los lobos marinos se deberá considerar adicionalmente:

- Estructura poblacional (crías, añeros, juveniles, hembras, machos adultos y machos subadultos).
- Época reproductiva (dependiendo de la especie).
- Estatus de protección según el D.S 004-2014-MINAGRI y la UICN.

Para las tortugas marinas:

- N° milla náutica.
- Número de individuos registrados.
- Especies migratorias y si están incluidas en los Apéndices de la CMS (Convención sobre Especies Migratorias).
- Estatus de protección según normativa nacional y listas internacionales vigentes (IUCN, CITES).

2.7.2.2.7 Métodos de muestreo en campo

La evaluación debe incluir 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 2.7-1: Métodos recomendados para la evaluación cuantitativa según organismo acuático¹⁷

Organismo acuático	Método de acuerdo a unidad de muestreo	Tipo de sustrato	Principales parámetros medidos en 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	Sanchez <i>et al.</i> (1989). IMARPE 2017.
	Metodología de transectos líneas. Buceo semiautónomo y empleo de cuadrado metálico de 0.25 / 1 m ² de área.	Sustrato duro / sustrato blando (pastos marinos)	Cobertura, Riqueza, Biomasa	Vásquez y Vega (2001), Martínez <i>et al.</i> (2005), Espinoza <i>et al.</i> (2009), López <i>et al.</i> (2014)
Fitoplacton	Colecta con botella Niskin (volumen de agua (500 mL)	Columna de agua	Volumen colectado, apariencia del agua	Sanchez <i>et al.</i> , (1988) APHA, AWWA, WEF. (2011). IMARPE (2010a) Reguera <i>et al.</i> , (2011)
Zooplacton e lctioplancton	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	Ayón <i>et al.</i> , (2008). IMARPE (2008).
Bentos	Metodología de transectos líneas. Colecta con tubo cilíndrico "Core" de 18.5 cm de diámetro	Sustrato blando / Intermareal	Cobertura, área de muestreo	Penchaszadeh (1971). Tarazona <i>et al.</i> , (1986).
	Metodología de transectos líneas. Empleo de un cuadrante metálico de 25 cm de lado	Sustrato duro / Intermareal	Cobertura, área de muestreo	Paredes, C. 1974. Paredes y Tarazona. 1980.
	Metodología de transectos líneas. 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, área de muestreo	Pringle; J.D. (1984). Ojeda, y Dearborn, (1989). Tarazona y Castillo, E. (1999).
Peces	Pesca embarcada (uso de diferentes tipos de redes)	NA	Riqueza, abundancia, longitud, peso	IMARPE (2011).
	Muestreo de pesca de orilla ¹⁸	NA	Esfuerzo de muestreo (tiempo, tipo de red) Riqueza, abundancia, longitud, peso	Smallwood <i>et al.</i> , (2011). IMARPE (2011)
	Censo de peces: Metodología de transectas y registros de peces por tiempo definido.	NA	Riqueza, abundancia, CPUE	García <i>et al.</i> , (2014)

¹⁷ Para estudios específicos como evaluaciones de bosques de *Kelps* o medusas, se deberá considerar bibliografía especialidad, con una metodología debidamente justificada acorde a las condiciones del área de estudio.

¹⁸ Encuestas a los pescadores donde 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, etc.) y características de las artes de pesca (área de las redes, número y tamaño de anzuelos, etc.)

Organismo acuático	Método de acuerdo a unidad de muestreo	Tipo de sustrato	Principales parámetros medidos en campo	Referencias
Mamíferos marinos	Metodología de transectos lineales (en mar) (avistamientos)	NA	Riqueza, abundancia relativa, diversidad	Buckland <i>et al.</i> (2001) Buckland <i>et al.</i> (2004) Hedley and Buckland (2004). Hedley <i>et al.</i> (1999). Wennemer <i>et al.</i> (1998) Kinzey <i>et al.</i> (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 <i>et al.</i> , (1998) Kinzey <i>et al.</i> , (1999)

NA: no aplica

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 similitud en la metodología de muestreo, puede realizarse en la medida que sea posible, la curva de acumulación de especies, con el objetivo de cuantificar si el esfuerzo de muestro empleado ha sido el suficiente para conseguir un inventario fiable de la riqueza del área. Se debe elegir uno de los métodos descritos en la Sección 2.0 y aplicarlo para los registros.

Sin embargo previamente, en caso contar con data histórica, se deberá realizar una actualización taxonómica de los organismos registrados, pudiendo emplearse guías electrónicas, como 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 deberán ser identificadas por especialistas de cada comunidad perteneciente a laboratorios de instituciones especializadas o por instituciones acreditadas, como por ejemplo la entidad nacional INACAL (Instituto Nacional de Calidad Ambiental).

La determinación de especímenes y la nomenclatura debe ser contrastada con la versión más actual de bases mundiales referenciales, tales como las que se lista en la Tabla 2.7-2.

Tabla 2.7-2: Referencias para la determinación taxonómica de las especies de organismos acuáticos

Organismo acuático	Referencias para determinación taxonómica
Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acleto C. 1973. Las algas marinas del Perú. Bol. Soc. Per. Bot. 6 (1 y 2): 1-164. ▪ Dawson E., Acleto C., Foldvik N. 1964. The seaweeds of Perú. Nova Hedwigia, Beih. 13: 1-111, 80 pls. ▪ Guiry M, Guiry G. 2017. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. http://www.algaebase.org. ▪ Hoffman A, Santelices B. 1997. Flora marina de Chile central. Ediciones de la Universidad Católica de Chile, Santiago, 434 pp. ▪ Huisman JM, Saunders GW. 2007. Phylogeny and Classification of the Algae. In: McCarthy PM y Orchard E. (Eds.) 2007. Algae of Australia: Introduction. ABRIS, Canberra, CSIRO Publishing, Melbourne, Australia, 66-103. ▪ Bustamante D, Ramirez M. 2009. El género <i>Polyisiphonia</i> sensu lato, en la costa norte y centro-



Organismo acuático	Referencias para determinación taxonómica
	sur del Chile (18-41°S) (Rhodophyta, Rhodomelaceae). Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 58: 31 – 50.
Fitoplancton	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinación Semicuantitativa de Fitoplancton: Sánchez, S., E. Delgado y F. Chang. 1996. Características del fitoplancton superficial en Paita, Chimbote, Callao, Pisco e Ilo (MOPAS 9510). Inf. Prog. Inst. Mar Perú, Nº 33: 53-70. ▪ Determinación Cuantitativa de Fitoplancton: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10200. C.1, F.2, c.1, 22nd Ed. 2012. Plankton. Concentration. Techniques. Phytoplankton Counting Techniques. ▪ Instituto del Mar del Perú. 2010. Manual de Procedimientos para el Muestreo y Ensayo Semicuantitativo y Cuantitativo del Fitoplancton Potencialmente Tóxico ▪ Balech E, Ferrando H. 1964. Fitoplancton marino. Ed. Universal Buenos Aires. 147 pp. ▪ Gutierrez D, Arones K, Chang F, Quipuzcoa L, Villanueva P. 2005. Impacto de la variación oceanográfica estacional e interanual sobre los ensamblajes de microfitorplancton, mesozooplancton, ictioplancton y macrozoobentos de dos áreas costeras del norte del Perú entre 1994 y 2002. Bol. Instituto del Mar del Perú-Callao, Vol. 22 / Nos. 1 y 2. ▪ Hasle G, Syvertsen E. 1997. Marine diatoms. In: Tomas C. (ed.). Identifying Marine Phytoplankton: Chapter 2. Academic Press, Inc. San Diego 5-385 pp. ▪ Heimdal B. 1997. Modern Coccolithophorids. In: Tomas C. (ed.). Identifying Marine Phytoplankton: Chapter 6. Academic Press, Inc. San Diego 731-831 pp. ▪ Ochoa N y Gomez O. 1997. Dinoflagelados del mar peruano como indicadores de masas de agua durante los años 1982 a 1985. Bol. Inst. Mar Perú. 16 (2): 1-60. ▪ Steidinger K, Tangen K. 1997. Dinoflagellates. In: Tomas C. (ed.). Identifying Marine Phytoplankton: Chapter 3. Academic Press, Inc. San Diego. 387-584 pp. ▪ UNESCO. 1981. Programa de Plancton del Pacífico Oriental. Informe de la UNESCO sobre Ciencias del Mar (11):25-26.
Zooplacton e Ictioplancton	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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. ▪ 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, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. ▪ Santander, H., 1981. The zooplankton in an upwelling area off Peru. In: Richards, F.A. (Ed.), Coastal Upwelling Coastal and Estuarine Sciences, vol. 1. American Geophysical Union, Washington, DC, pp. 411-416. ▪ Santander, H., Carrasco, S., Luyo, G., 1981a. El zooplancton del área norte del Perú. Boletín Instituto del Mar del Perú Volumen Extraordinario, 245-253. ▪ Santander, H., Luyo, G., Carrasco, S., Veliz, M., Sandoval, O., 1981b. Catálogo de zooplancton en el mar Peruano, primera parte: Area Pisco-San Juan. Boletín Instituto del Mar del Perú 6, 1-75.
Bentos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alamo, V. y Valdivieso, V. 1997. Lista sistemática de Moluscos Marinos del Perú. Instituto del Mar del Perú. Segunda edición, revisada y actualizada. Callao-Perú. ▪ Chirigno, N. 1970. Lista de Crustáceos del Perú (Decápoda y Stomatopoda) con Datos de su Distribución Geográfica. Instituto del Mar del Perú. Informe Nº 35. Callao-Perú. ▪ Fauchald K. 1977. The Polychaete Worms Definitions and Keys to the Orders, Families and Genera. Natural History Museum of Los Angeles County. Science series, 28. pp. 1 – 160. ▪ Marincovich L. 1973. Intertidal mollusks of Iquique, Chile. Bulletin of the Natural History Museum of Los Angeles County 16: 1-49. ▪ Guzmán N, Saá S, Ortlieb L. 1998. Estudios Oceanológicos. Volumen 17. Facultad de Recursos del Mar. Universidad de Antofagasta de Chile. ▪ Espoz C, Linderg D, Castilla J, Simison W. 2004. Los patelogastrópodos intermareales de Chile y Perú. Revista Chilena de Historia Natural. pp. 257 – 283. 77: 257-283. ▪ Aldea C, 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 ISSN 0717 – 652X. ▪ Paredes C, Cardoso F. 2007. La Familia Calyptraeidae en el Perú (Gastropoda: Caenogastropoda). Rev. Perú. biol. 13(3): 177 – 184. ISSN 1727-9933. ▪ Méndez M, Aguilar P. 1977. Notas sobre Crustáceos del Mar del Perú y la Familia Porcellanidae (Decapoda, Reptantia, Anomura). Anales Científicos UNA. pp. 85-108. Perú. ▪ Méndez M. 1981. Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustacea: Decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú. Bol. Inst. Mar Perú – Callao. Vol. 5, pp. 1-170. ▪ Méndez M. 1982. Crustáceos comerciales y otras especies comunes en el litoral peruano. Boletín

Organismo acuático	Referencias para determinación taxonómica
	<p>de Lima. Nº 20. Editorial Los Pinos. Lima, Perú.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Méndez, M. 1985. Claves de Identificación y Distribución de los Langostinos y Camarones (Crustácea : Decapoda) del Mar y Ríos de la Costa del Perú. Instituto del Mar del Perú. Boletín Vol.5. ▪ Moscoso, Víctor. Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. Boletín del Instituto del Mar del Perú. ISSN 0458 – 7766. Vol. 27, Nº 1-2. Ene-Dic 2013. Perú. ▪ Tarazona, Juan. (1974). Lista de poliquetos sedentarios hallados en el Perú. Laboratorio de Zoología General. Departamento de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Rev. Per. Biol. 1 (2); 164-167 Julio-Diciembre, 1974 ▪ Uribe, R., Rubio, J., Carbajal, P. y Berrú, P. Invertebrados marinos bentónicos del litoral de la región de Áncash, Perú. Boletín del Instituto del Mar del Perú. ISSN 0458 – 7766. Vol. 28, Nº 1-2. Enero-Diciembre 2013. Callao-Perú. ▪ Guía de campo ilustrada para reconocimiento de especies de moluscos bivalvos con valor comercial. Instituto del Mar del Perú. Programa presupuestal 0095. "Fortalecimiento de la pesca artesanal". 2015. Lima, Perú.
Peces	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chirichigno N, Velez J. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú. 2da Ed. Instituto del Mar del Perú. pp 1-496. ▪ Chirichigno N, Cornejo M. 2001. Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. 1ra Ed. Instituto del Mar del Perú. pp 1-314.
Mamíferos marinos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jefferson T, S Leatherwood y M. Webber. 1993. Marine Mammals of the World. United Nations Environment Program, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 320p. ▪ Leatherwood, Reeves, Perrin y Evans. 1998. Ballenas, delfines y marsopas del Pacífico nororiental y de las aguas árticas adyacentes, una guía para su identificación. Informe Especial No 6. Comisión Interamericana del Atún Tropical. La Jolla, California. 244 p. ▪ Reeves R, B Stewart, P Clapham y J Powell. 2002. Guide to Marine mammals of the World. National Audubon Society. New York. 528p. ▪ 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 (PNUMA/España/CPPS). 75 pp.
Tortugas marinas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caribbean Conservation Corporation & Sea Turtle Survival League (www.cccturtle.org) ▪ NOAA Fisheries Office of Protected Resources (www.nmfs.noaa.gov/pr/species/turtles) ▪ Pritchard, P.C.H. y J.A. Mortimer. Taxonomía, Morfología Externa e Identificación de las Especies, p. 21-38. En: Eckert, K.L., K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M.A. Donnelly (Editores). 2000 (Traducción al español). Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Pub. No. 4. ▪ 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 campo, 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 2.7-3: 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)	Cobertura	Cobertura relativa (%)	Relación de la cobertura de una especie y el área de muestreo.	Ramírez y Osorio 2000	PMO: comparación de valores de cobertura durante el monitoreo.
	Biomasa	<ul style="list-style-type: none"> Densidad Riqueza Biomasa relativa Distribución de especies 	<ul style="list-style-type: none"> Estimación del peso (gramos) por 1 m² Número de especies Composición (%) de los principales grupos taxonómicos 	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Kohl <i>et al.</i> , 2006.	EI: cambios en la riqueza de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto. PMO: comparación de valores de cobertura durante el monitoreo.
Fitoplancton, zooplancton, ictioplancton	Abundancia	<ul style="list-style-type: none"> Densidad Riqueza Abundancia relativa 	<ul style="list-style-type: none"> Estimación de número de células/organismos por volumen muestreado Número de especies Composición (%) de los principales grupos taxonómicos 	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Kohl <i>et al.</i> , 2006.	EI: cambios en la riqueza y abundancia de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto. PMO: comparación de valores de densidad, riqueza y abundancia durante el monitoreo. Caracterización de especies indicadoras de floraciones algales.
			<ul style="list-style-type: none"> Estimación de número de individuos / 1 m² Número de especies Composición (%) de los principales grupos taxonómicos 	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Kohl <i>et al.</i> , 2006.	EI: cambios en la riqueza y abundancia de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto. PMO: comparación de valores de densidad, riqueza y abundancia durante el monitoreo.
Bentos	Abundancia	<ul style="list-style-type: none"> Densidad Riqueza Abundancia relativa Distribución de especies 	<ul style="list-style-type: none"> Estimación de kg / 1 m² Número de especies Composición (%) de los principales grupos taxonómicos 	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Kohl <i>et al.</i> , 2006.	PMO: comparación de valores de densidad, riqueza y abundancia durante el monitoreo.
			<ul style="list-style-type: none"> Densidad Riqueza Abundancia relativa 	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Kohl <i>et al.</i> , 2006.	PMO: comparación de valores de densidad, riqueza y abundancia durante el monitoreo.

Organismo	Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Peces	Abundancia	<ul style="list-style-type: none"> Densidad Riqueza Abundancia relativa Distribución de especies 	<ul style="list-style-type: none"> Estimación de número de células/organismos por volumen muestreado Número de especies Composición (%) de los principales grupos taxonómicos 	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Kohl <i>et al.</i> , 2006.	EI: cambios en la riqueza y abundancia de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto. PMO: comparación de valores de riqueza y abundancia, durante el monitoreo. Rango de tallas mínima en función a lo recomendado por PRODUCE.
	Abundancia relativa	Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE)	Indicador del número de individuos capturados bajo un esfuerzo empleado (área de red, tiempo de espera, N° personas)	Gulland 1964	PMO: comparación de valores de densidad durante el monitoreo.
Mamíferos marinos/ Tortugas marinas	Abundancia	Abundancia relativa (%)	Cantidad o número de individuos de cada especie en relación a la cantidad total de todas las especies de en una unidad	Buckland <i>et al.</i> 2001	EI: variación de la abundancia relativa de las especies representativas en el área de estudio. PMO: 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.	Registro de especies migratorias presentes en Perú de acuerdo a la CMS.	CMS	EI: Evaluar impactos en especies migratorias. PMO: comparación de presencia de especies migratorias durante el monitoreo.

2.7.3 Representación espacial

La línea base de organismos acuáticos marinos debe incluir lo indicado en la Sección 2.0.

Procesamiento digital y análisis de imágenes satelitales con herramientas como programas de geomática, revisión de cartas náutica del Hidronav (Dirección de Hidrografía y Navegación); asimismo, dependiendo del tipo de proyecto se deberá incluir la batimetría.

2.7.4 Referencias bibliográficas

- Alamo, V., Valdivieso, V. (1997). Lista sistemática de Moluscos Marinos del Perú. Instituto del Mar del Perú. Segunda edición, revisada y actualizada. Callao-Perú.
- APHA, AWWA, WEF. (2011). Standard methods for the examination of water and wastewater. Part 10200 Planckton. 22 edition. 1496 pp.
- Arias-Schreiber, M & C. Rivas. 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 Programa Instituto del mar del Perú N°73, p 40 – 66.
- Ayón, P., Criales-Hernández, M., Schwamborn, R., Jürgen, H. (2008). Zooplankton research off Peru: A review. *Progress in Oceanography* 79: 238-255.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L. and Thomas, L. 2001. *Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Oxford University Press, Oxford, UK. vi+xv+432pp.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L. and Thomas, L. 2004. *Advanced Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Oxford University Press, Oxford, UK. 416pp.
- Chirichigno, Norma. (1970). Lista de Crustáceos del Perú (Decápoda y Stomatopoda) con Datos de su Distribución Geográfica. Instituto del Mar del Perú. Informe N° 35. Callao-Perú.
- 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. COI de UNESCO y OIEA, Paris y Viena 2011. Manuales y Guías de la COI, 59
- Espinoza, J., Islebe, G.A., Hernández, H.A. (2009). El sistema ecológico de la bahía de Chetumal / Corozal: costa occidental del Mar: Capítulo 5 "Vegetación acuática sumergida". 148-158 pp.
- García, V.; Reyes, H., Balart, E., Ríos, E., Lluch, E., 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.
- Gulland, J.A. 1974. . Catch per unit effort as a measure of abundance. *Rapp. P-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer*, 155: 8-14
- Hedley, S. and Buckland, S.T. 2004. Spatial models for line transect sampling. *J. Agric. Bio. Env. Stat.* 9: 181-99.
- Hedley, S., Buckland, S.T. and Borchers, D.L. 1999. Spatial modeling from line transect data. *J. Cetacean Res. Manage.* 1(3): 255-64.
- Imparte. 2000. Memorias 2000 - Informe Final presentado al Ministerio de Pesquería. 90p.
- IMARPE (2008). Crucero 0811-12 de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos. Informe ejecutivo. 36pp.
- IMARPE (2010a) Manual de Procedimientos para el Muestreo y Ensayo Semicuantitativo y Cuantitativo del Fitoplancton Potencialmente Tóxico (Instituto del Mar del Perú, 2010)



- IMARPE (2010). Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos. Informe comerciales y áreas de pesca artesanal en la región Lima entre Punta Litera - Playa Grande (Barranca y Huara de la Región Lima).
- IMARPE (2011). Manual de muestreo de la pesquería pelágica. Informe progresivo N° 157.
- IMARPE (2015). Evaluación poblacional de *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh., 1820) en las bahías de Pisco y Paracas, otoño 2010. Informe Instituto del Mar del Perú ISSN0378-7702, Vol 42(4): 504-509.
- IMARPE (2017). Bancos naturales de invertebrados marinos comerciales en el litoral de la región Lambayeque, Perú. Setiembre 2014. Informe ISSN 0378-7702. Volumen 44 (1): 11pp.
- Kinzey, D., Olson, p., y Gerrodette, T. (1999) Marine Mammal Data Collection Procedures on Research Ship line-Transsect Surveys by the Southwest Fisheries Science Center. NOAA. 32 pp
- López, J., Riosmena, R., Rodríguez, J., Hinojosa, G. (2014). La planta acuática *Ruppia marítima* en el noroeste de México: aumento de su presencia y efectos en la cadena trófica. En: Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México. A.M. LOW-PFENG, P.A. QUIJÓN & E.M. PETERS-RECAGNO. SEMARNAT, INECC, UPEI, Vol. 1: 471-491.
- Martínez, E.; Correa, J., Faugeron, S., Mansilla, A., Ávila, M., Camus, P. (2005). Levantamiento demográfico y genético del alga roja *Gigartina skottsbergii* Setchell Et Gardner (Rhodophyta, Gigartinales) a lo largo de su rango de distribución en el Pacífico Sur. *Cienc. Tecnol. Mar.* 28(1): 63-74.
- Méndez, Matilde. (1985). Claves de Identificación y Distribución de los Langostinos y Camarones (Crustácea: Decapoda) del Mar y Ríos de la Costa del Perú. Instituto del Mar del Perú. Boletín Vol.5.
- Ojeda, P.; 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.; Tarazona, J. (1980). Las comunidades de Mitilidos del mediolitoral rocoso del departamento de Lima. *Rev. Peru. Biol.* 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). *Inst. Biol. Mar. 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.
- PRODUCE (2017). Tallas mínimas de pescados. Revisada el 07 de noviembre de 2017: <http://www.produce.gob.pe/landing/pescayconsumoresponsable/tallas-minimas/tabla-de-medida.pdf>
- 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.
- Sanchez, S., Tarazona, J., Flores, R., Maldonado, R., Carbajal, G. (1988). Características del fitoplancton de invierno en la bahía Independencia, Perú. *Memorias del 2do congreso latinoamericano de ciencias del mar.* Instituto del Mar del Peru, volumen extraordinario. Tomo I. 59-66.
- Sanchez, I.; Fajardo, M., Oliveiro, C. (1989). Estudio Florístico estacional de las algas en bahía Magdalena, B.C.S. México. *Inv. Mar. CICIMAR* 4(1): 35-48.



- Smallwood, C. B., Pollock, K. H., Wise, B.S., Hall, N.G. and 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 No. 216. Final NRM Report - Project No. 09040. Department of Fisheries, Western Australia. 60pp.
- Tarazona, Juan. (1974). Lista de poliquetos sedentarios hallados en el Perú. Laboratorio de Zoología General. Departamento de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Rev. Per. Biol. 1 (2); 164-167 Julio-Diciembre, 1974
- Tarazona J., Arntz, W., Canahuire, E., Ayala, Z., 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", dentro del Noveno Congreso Latinoamericano de Zoología. Boletín Inst. Mar Perú. Vol. Extraordinario: 55-64.
- Tarazona, J.; Paredes, C.; Igrada, M. (1986). Estructura del macrobentos en las playas arenosas de la zona de Lima, Peru. Revista de Ciencias de la UNMSM. 74 (1): 103-116.
- Tarazona J., Castillo, E. (1999). El macrozoobentos de fondo blando frente a la bahía de Catarindo durante el fenómeno "El Niño 1997-98". Re. Peru. Biol. Vol. Extraordinario: 39-46.
- Uribe, R., Rubio, J., Carbajal, P. y Berrú, P. Invertebrados marinos bentónicos del litoral de la región de Áncash, Perú. Boletín del Instituto del Mar del Perú. ISSN 0458 – 7766. Vol. 28, Nº 1-2. Enero-Diciembre 2013. Callao-Perú.
- Vásquez, J., Vega, A. (2001). Chondracanthus chamissoi (Rhodophyta, Gigantinales) in northern Chile: ecological aspects for management of wild population. Journal of applied phycology 13: 267-277
- Wennemer, J.; Gagnon, C.; Boyé, D.; Gong, G. 1998. Summary of marine mammal and turtle observations during the 1997 nearfield water quality surveys. Boston: Massachusetts Water Resources Authority. Report ENQUAD 98-03. 17p.



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, poniendo 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, y dependerá de los biólogos responsables de la línea base determinar las variables más relevantes que se incluirán finalmente en este análisis. Dos conceptos importantes a tener en cuenta son:

- Biodiversidad: variedad de especies vegetales y animales que viven en un espacio determinado (Halffter, 1994). Para fines del presente capítulo, se refiere a todas las especies que se pueden encontrar en un mismo hábitat (unidades de vegetación o cuerpos de agua), considerando todos los hábitats presentes en el área de estudio.
- Sensibilidad: grado de susceptibilidad del ambiente a ser afectado por una perturbación o conjunto de perturbaciones externas (Rebolledo, 2009). Para fines del presente capítulo, se refiere a los elementos vulnerables (por ejemplo, especies amenazadas o grado de fragmentación) que se encuentran presentes o caracterizan a un determinado hábitat (unidades de vegetación o cuerpos de agua).

La combinación de estas variables permite realizar un análisis integral que produzca información útil para el evaluar los impactos del proyecto en los elementos más vulnerables, así como una mejor identificación y desarrollo de estrategias de manejo que tengan como principal meta preservar la integridad del ecosistema.

No es necesario realizar trabajo de campo para este capítulo, pues toda la información se extrae de las secciones previas (2.1-2.7). Sin embargo, será necesario la participación de diversos especialistas a nivel multidisciplinario (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 coincide 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 pues eso depende de la facilidad con la que se puede obtener la información pertinente dentro de cada taxón.

El análisis general puede considerar criterios relacionados a: **i) la importancia biológica del ecosistema**; donde 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); **ii) nivel de vulnerabilidad del ecosistema**, tales 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, entre otros). Todos estos criterios se enmarcan en la capacidad de recuperación del ecosistema, es decir 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 2.8-1: Criterios o atributos para el análisis de la biodiversidad

Tipo de criterio	Criterios / atributos evaluados para cada hábitat	Secciones de la LBB										
		Flora y Vegetación	Epífitas	Pastizales	Recursos Forestales	Aves	Mamíferos	Anfibios y Reptiles	Insectos	Hidrobiología continental	Ecosistema marino	Conectividad
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 (IUCN)	X	X		X	X	X	X			X	
	Número de especies con amenaza 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 especie clave	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 hábitat					X						
	Valor del bosque (S/. /m ³)				X							
	Volumen del bosque (m ³ /ha)				X							
Categoría del bosque				X								
Vulnerabilidad del ecosistema	Rareza del hábitat (% que ocupa del área de estudio)	X								X		X



Tipo de criterio	Criterios / atributos evaluados para cada hábitat	Secciones de la LBB										
		Flora y Vegetación	Epifitas	Pastizales	Recursos Forestales	Aves	Mamíferos	Anfibios y Reptiles	Insectos	Hidrobiología continental	Ecosistema marino	Conectividad
(paisaje)	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 le asignará 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 dependerá del criterio de los especialistas involucrados y podrá ser adaptada de acuerdo 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 2.8-2: 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 (IUCN)*	1 = Casi Amenazada (NT)
	2 = Vulnerable (VU)
	4 = En Peligro (EN)
	8 = Peligro Crítico (CR)
Número de especies con amenaza por caza / comercio (CITES)*	1 = Apéndice II
	4 = Apéndice I
Número de especies endémicas*	0 = no endémicas
	1 = endémicas de 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



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
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 debe multiplicar 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, la cual muestra un escenario hipotético a manera de ejemplo.

Tabla 2.8-3: Ejemplos de valores obtenidos de la línea base para los criterios o atributos para el análisis de la biodiversidad

Hábitat	Riqueza de especies		N° de especies amenazadas				N° 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

Fuente: 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 2.8-4: 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 N° de especies amenazadas					Ponderación por N° 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

Fuente: elaboración propia.



Finalmente, esta ponderación se debe ordenarse 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 2.8-5: 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 al 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

Fuente: 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 se necesiten).

En caso de proyectos medianos y grandes, se recomienda que el análisis no sólo se realice a nivel de hábitats, sino también se incorpore las localidades o zonas del área de estudio. De esta manera no se generalizarán los hallazgos para las unidades de vegetación de mayores dimensiones, y el mapa representará 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.
- Sánchez, E. (2009). Línea Base Biológica del EIA del Proyecto de Prospección Sísmica 2D en el Lote 123-124. Conoco Philips.





Anexo 3

3 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.

3.0.2 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), MEFO
- 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 considerarse 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:

$$n = \frac{Z^2 p (1-p) N}{e^2 (N-1) + Z^2 p (1-p)}$$

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 (ENAHOG) 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 (ENAH) 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.proeiband.es.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 resolutive 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 resolutive 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 resolutoria de los servicios de salud local.
- Portal web de la OMS: Cuenta con recomendaciones en relación a indicadores logísticos para establecer la capacidad resolutoria 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 resolutoria 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 habitantes¹;
- Tasa de promotores de salud por habitantes;
- Tasa de camas hospitalarias por habitantes;
- Tiempo promedio para el traslado hacia el establecimiento de salud local;

¹ 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.



- 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.



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 confiere 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 (ENAH) 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.²



Clasificador Nacional de Ocupaciones 2015. Basado en la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones 2008 elaborado por la OIT. INEI, 2016.

- 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).
- 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 dividiendo 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 consumo³.

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.)



³ 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-administrativos. Esta identificación puede apoyar de manera referencial el trabajo de campo.
- Áreas 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 profundidad e historias de vida.

- Considerar 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.

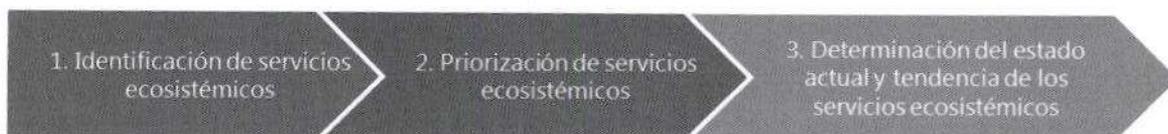
Los métodos y criterios sobre la evaluación de los servicios ecosistémicos están en constante evolución y actualización, por tanto los métodos propuestos en la presente guía son recomendaciones generales sin ser limitativos a la aplicación de nuevos métodos y modelos.

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 4.1-1: Etapas generales para la elaboración de 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 4.1-1: 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-Ruiz *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 association 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.millenniumassessment.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/ecosystems-services-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-Ruiz, 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 de 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 transversal a realizar, según la metodología de campo es realizar una sección transversal con registro continuo, variante entre 1,0 a 0,50 m de distancia, según la amplitud del río 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 Block. 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.



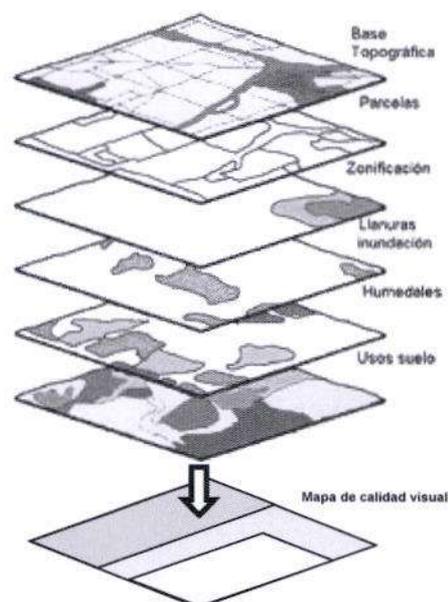
4.3.2.3 Evaluación visual del paisaje

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 para generar el mapa de calidad visual.

Tabla 4-2: Matriz de determinación de Calidad Visual del Paisaje

Aspecto	Ponderación y descripción		
Geomorfología	Valor: 5 Relieve muy montañoso, marcado y prominente o bien, relieve de gran variedad superficial o sistema de dunas o presencia de algún rasgo muy singular.	Valor: 3 Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	Valor: 1 Colinas suaves, fondos de valle planos, poco o ningún detalle singular.
	Valor: 5 Gran variedad de formaciones vegetales, con formas, texturas y distribución interesantes.	Valor: 3 Alguna variedad en la vegetación, pero sólo uno o dos tipos.	Valor: 1 Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación.
Agua	Valor: 5 Factor dominante en el paisaje, apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidos, cascadas), láminas de agua en reposo.	Valor: 3 Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje.	Valor: 0 Ausente o inapreciable.
	Valor: 5 Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve.	Valor: 3 Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Valor: 1 Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.
Fondo Escénico	Valor: 5 El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	Valor: 3 El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	Valor: 0 El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.
	Valor: 6	Valor: 2	Valor: 1

Aspecto	Ponderación y descripción		
Rareza	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 4-3: 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:

$$CAV = P \times (D + E + V + R + C)$$

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 4-4: Matriz de niveles de Capacidad de Absorción Visual (CAV)

Factor	Característica	Valores de CAV	
		Númérico	Nominal
Pendiente (P)	Muy empinado (pendiente > 55 %).	1	Baja
	Moderadamente empinado (25-55 % pendiente).	2	Moderada
	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 4-5: 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) (Tabla 4-5).



Tabla 4-6: Matriz de clasificación visual

Fragilidad visual \ Calidad visual	Baja	Media	Alta
	BAJA	5	3
MEDIA	4	1	
ALTA			

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.

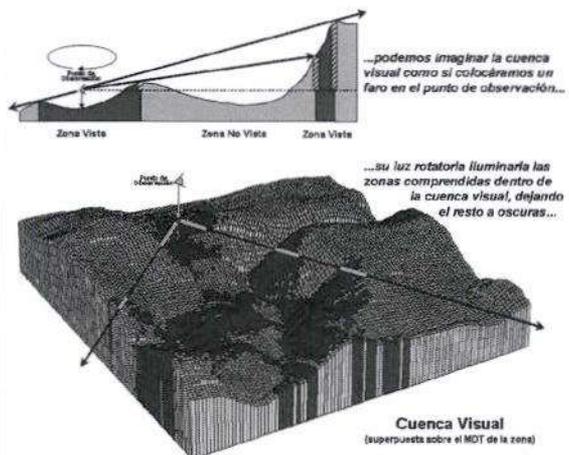
4.3.2.4 Análisis de visibilidad

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-Pedrerros, 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-Pedreras, 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.

