

ambiental pudieran exceder de los niveles o estándares tolerables o deterioro del medio ambiente, de tal modo que requerirán necesariamente la elaboración de estudios de impacto ambiental, previo al desarrollo de dichas actividades.

Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, Ley N° 26821

La Ley N° 26821 norma el régimen de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, estableciendo sus condiciones y las modalidades de otorgamiento a particulares, en cumplimiento del mandato contenido en la Constitución Política del Estado y la Ley General del Ambiente. Promueve y regula el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y no renovables, estableciendo un marco adecuado para el fomento a la inversión, procurando un equilibrio dinámico entre el crecimiento económico, la conservación de los recursos naturales y del ambiente y el desarrollo integral de la persona humana.

Dicha Ley establece que la soberanía del Estado se traduce en la competencia que tiene para legislar y ejercer funciones ejecutivas y jurisdiccionales sobre los mismos. En ese sentido, es su responsabilidad promover el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, a través de las Leyes especiales sobre la materia, las políticas del desarrollo sostenible, la generación de la infraestructura de apoyo a la producción, fomento del conocimiento científico tecnológico, la libre iniciativa y la innovación productiva.

Específicamente en el Artículo 3°, la Ley señala que son recursos naturales todo componente de la naturaleza, susceptible de ser aprovechado por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades y que tenga un valor actual o potencial en el mercado.

Por su parte, el Artículo 5° establece que los ciudadanos tienen derecho a ser informados y a participar en la definición y adopción de políticas relacionadas con la conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Les reconoce también, su derecho a formular peticiones y promover iniciativas de carácter individual o colectivo ante las autoridades competentes.

Por último, el Artículo 19° menciona que para el aprovechamiento de los recursos naturales, se otorgarán derechos a los particulares mediante las modalidades que establecen las leyes especiales para cada recurso natural. Sin embargo, en cualquiera de los casos, el Estado conserva el dominio sobre éstos.

Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica, Ley N° 26839 y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 068-2001-PCM

La Ley N° 26839, norma los aspectos relacionados con la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes, en concordancia con los Artículos 66° y 68° de la Constitución Política, a través de la promoción de la conservación de la diversidad de ecosistemas, especies y genes, el mantenimiento de los procesos ecológicos

esenciales, la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de la diversidad biológica y el desarrollo económico del país basado en el uso sostenible de sus componentes.

Esta norma señala que la Estrategia Nacional de la Diversidad Biológica es el instrumento nacional de planificación de la Diversidad Biológica Nacional.

Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Ley N° 29763

Esta Ley, la cual deroga a la Ley N° 27308 y sus Reglamentos, Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI, Decreto Supremo N° 019-2015-MINAGRI, Decreto Supremo N° 020-2015-MINAGRI y Decreto Supremo N° 021-2015-MINAGRI, tiene por objeto normar, regular y supervisar el uso sostenible y la conservación de los recursos forestales y de fauna silvestre del país, compatibilizando su aprovechamiento con la valorización progresiva de los servicios ambientales del bosque, en armonía con el interés social, económico y ambiental de la Nación. Con el propósito de avanzar en un manejo forestal adecuado que apoye el desarrollo social, económico y cultural de los actores sociales de los bosques, acorde con sus aspiraciones y necesidades, en el año 2009 se dio inicio al proceso de elaboración del Proyecto de Ley. La elaboración del Proyecto estuvo a cargo del Poder Ejecutivo bajo el liderazgo de la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre, en estrecha coordinación con otras entidades del Poder Ejecutivo, para lo cual se conformó un Grupo Multisectorial integrado principalmente por el Ministerio de Agricultura, el Ministerio del Ambiente, el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo y el Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre.

Decreto Supremo que aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas, Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI

Esta norma aprueba la actualización de la lista de clasificación sectorial de las especies amenazadas de fauna silvestre establecidas en las categorías de: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y Vulnerable (VU) e incorpora las categorías de: Casi Amenazada (NT) y Datos Insuficientes (DD), como medida de prevención para asegurar la conservación de las especies establecidas en dichas categorías.

Categorización de las especies amenazadas de flora silvestre, Decreto Supremo N° 043-2006-AG

Esta norma aprueba la categorización de 777 especies de flora silvestre bajo algún estatus de conservación, en las siguientes categorías: en peligro crítico (121 especies), en peligro (42 especies), vulnerable (155 especies), y casi amenazado (86 especies). Asimismo, identifica especies amenazadas de orquídeas, clasificándolas de la siguiente manera: 62 especies en peligro crítico, 19 especies en peligro, 220 especies en situación vulnerable, y 31 especies casi amenazadas. Finalmente, clasifica once especies de cactáceas en peligro crítico, 21 en peligro, 16 en situación vulnerable y dos casi amenazadas.

Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338 y su Reglamento, Decreto Supremo N° 001-2010-AG

La Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, busca modernizar y hacer más eficiente el uso del agua tanto en los sectores productivos, como en el doméstico. En esta ley se crea el Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, cuyo objetivo será articular el accionar del Estado para conducir los procesos de gestión integrada y de conservación de los recursos hídricos en los ámbitos de las cuencas, los ecosistemas y los bienes asociados.

En dicha Ley, se precisa que la Autoridad Nacional del Agua es el ente rector y la máxima autoridad técnica normativa del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, teniendo responsabilidad en el funcionamiento del mismo. Asimismo, regula el uso y la gestión de los recursos hídricos, comprendiendo el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a ésta. En lo que resulte aplicable, esta Ley también comprende el agua marítima y atmosférica.

La Ley de Recursos Hídricos declara de interés nacional y necesidad pública la gestión integrada de los recursos hídricos, con el propósito de lograr eficiencia y sostenibilidad en el manejo de las cuencas hidrográficas y los acuíferos para la conservación e incremento del agua, así como asegurar su calidad fomentando una nueva cultura del agua, para garantizar la satisfacción de la demanda de las actuales y futuras generaciones (Artículo 3°).

Ley de Áreas Naturales Protegidas, Ley N° 26834 y su Reglamento, Decreto Supremo N° 038-2001-AG

Esta ley norma los aspectos relacionados con la gestión de las áreas naturales protegidas y su conservación, de conformidad con el Artículo 68° de la Constitución Política del Perú.

De acuerdo a esta norma, las Áreas Naturales Protegidas son los espacios continentales y/o marinos del territorio nacional, expresamente reconocidos y declarados como tales, incluyendo sus categorías y zonificaciones, para conservar la diversidad biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico y científico, así como por su contribución al desarrollo sostenible del país.

La Ley también establece que las Áreas Naturales Protegidas constituyen patrimonio de la Nación y que su condición natural debe ser mantenida a perpetuidad, pudiendo permitirse el uso regulado del área y el aprovechamiento de recursos, o determinarse la restricción de los usos directos.

Las áreas naturales protegidas conforman en su conjunto el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE), a cuya gestión se integran las instituciones públicas del Gobierno Central, Gobiernos Descentralizados de nivel Regional y Municipalidades, instituciones privadas y las poblaciones locales que actúan, intervienen o participan directa o indirectamente en la gestión y desarrollo de estas áreas.

Por otro lado, el Reglamento de la Ley norma la creación, administración, conservación, y gestión de las Áreas Naturales Protegidas en función a las disposiciones establecidas en la Ley N° 26834 – Ley de Áreas Naturales Protegidas, y su Plan Director, siendo la Autoridad Nacional Competente el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), institución adscrita al MINAM que, mediante la Tercera Disposición Complementaria Final del D.L. N° 1013 (Ley de creación, organización y funciones del Ministerio del Ambiente), asumió las funciones de la Ex - Intendencia de Áreas Naturales Protegidas por el Estado del INRENA.

El Reglamento consolida el marco conceptual y normativo para que el desarrollo de las Áreas Naturales Protegidas contribuya al logro de beneficios sociales, económicos, ambientales, educativos y culturales de los pobladores locales comprendidos en su ámbito.

Título XIII del Código Penal, Delitos contra la Ecología, Decreto Legislativo N° 635

Tipifica en los Artículos 304° y 305°, las penas sobre los que, infringiendo leyes, reglamentos o límites máximos permisibles, provoquen o realicen descargas, emisiones, emisiones de gases tóxicos, emisiones de ruido, filtraciones, vertimientos o radiaciones contaminantes en la atmósfera, el suelo, el subsuelo, las aguas terrestres, marítimas o subterráneas, que causen o puedan causar perjuicio, alteración o daño grave al ambiente o sus componentes, la calidad ambiental o la salud ambiental, según la calificación reglamentaria de la autoridad ambiental.

En razón de la naturaleza del proyecto en estudio, el EIA-d deberá prevenir conductas que menoscaben los valores o bienes jurídicos tutelados, conforme al listado de delitos ambientales previstos por el Código Penal y leyes complementarias. A ello, habría que sumar o prever las otras conductas de contenido penal conexas, como serían los delitos contra la salud, la tranquilidad pública o el patrimonio cultural, entre otros.

Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, Decreto Supremo N° 017-2009-AG

Establece un Sistema Nacional de Clasificación de la Tierras según su Capacidad de Uso Mayor, adecuado a las características ecológicas, edáficas y de la diversidad de ecosistemas de las regiones naturales del país. La Clasificación de tierras es un sistema eminentemente técnico - interpretativo cuyo único objetivo es asignar a cada unidad de suelo su uso y manejo más apropiado.

El Sistema de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor está conformado por tres (03) categorías de uso: Grupo de Capacidad de Uso Mayor, Clase de Capacidad de Uso Mayor y Subclase de Capacidad de Uso Mayor. En el Reglamento se explica cada una de las categorías de uso, los requerimientos y la metodología para realizar la clasificación.

Este reglamento busca promover y difundir el uso racional continuado del recurso suelo con el fin de conseguir de este recurso, el óptimo beneficio social y económico dentro de la

concepción y principios del desarrollo sostenible y evitar de esta manera la degradación de los suelos como medio natural de bioproducción y fuente alimentaria, además de no comprometer la estabilidad de las cuencas hidrográficas y la disponibilidad de los recursos naturales que la conforman.

Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación, Ley N° 28296 y su Reglamento, Decreto Supremo N° 011-2006-ED

Los bienes integrantes del Patrimonio Cultural de la Nación, independientemente de su condición privada o pública, están protegidos por el Estado y sujetos al régimen específico regulado en la presente Ley.

El Estado, los titulares de derechos sobre bienes integrantes del Patrimonio Cultural de la Nación y la ciudadanía en general tienen la responsabilidad común de cumplir y vigilar el debido cumplimiento del régimen legal establecido en la presente Ley.

Los bienes del Patrimonio Cultural de la Nación, sean de propiedad pública o privada, están sujetos a las medidas y limitaciones que establecen las leyes especiales para su efectiva y adecuada conservación y protección. El ejercicio del derecho de propiedad de estos bienes está sujeto a las limitaciones establecidas en las medidas administrativas que dispongan los organismos competentes, siempre y cuando no contravengan la Ley y el interés público.

Reglamento de Intervenciones Arqueológicas, Decreto Supremo N° 003-2014-MC

El presente reglamento regula las intervenciones en los bienes inmuebles que conforman el Patrimonio Cultural de la Nación, así como a los bienes muebles que constituyen parte de éstos. Las intervenciones arqueológicas comprenden la investigación con fines científicos, el registro, el análisis, la evaluación, el rescate, la determinación de la potencialidad, el monitoreo de obras, la conservación preventiva y la puesta en valor, o cualquier combinación de estas modalidades u otras actividades que se empleen en bienes arqueológicos, muebles o inmuebles, con intervención física o no de los mismos.

Asimismo, este reglamento, que concierne primordialmente a los bienes del patrimonio cultural inmueble de origen prehispánico, también será de aplicación obligatoria en intervenciones del patrimonio cultural inmueble de origen histórico, sitios paleontológicos y subacuáticos, cuando el tipo de intervención en ellos amerite consideraciones técnicas o metodológicas propias de la arqueología. El Ministerio de Cultura podrá ejecutar de oficio todas las intervenciones arqueológicas como parte de sus funciones, siempre y cuando dichas intervenciones sean acordes con las políticas, lineamientos y objetivos institucionales del ministerio y cumplan la normativa vigente.

Asimismo, la norma establece que el Certificados de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) se derivará: i) de una inspección ocular que atiende a una solicitud, ii) de un Proyecto de Evaluación Arqueológico y iii) de un Proyecto de Rescate Arqueológico que haya

ejecutado excavaciones en área, totales o parciales en la dimensión horizontal, y totales en la dimensión vertical o estratigráficas, hasta alcanzar la capa estéril. Asimismo, señala que el CIRA se deberá de obtener de manera necesaria para la ejecución de cualquier proyecto de inversión pública y privada a excepto en los casos en los que las áreas ya cuenten con CIRA, proyectos que se ejecuten sobre infraestructura preexistente, polígonos de áreas catastradas por el Ministerio de Cultura, áreas urbanas consolidadas y zonas sub acuáticas.

Directiva N° 001-2013-VMPCIC/MC, Normas y Procedimientos para la emisión del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA)

En el marco de las Disposiciones especiales para ejecución de procedimientos administrativos, Decreto Supremo N° 054-2013-PCM y las Disposiciones especiales para la ejecución de procedimientos administrativos y otras medidas para impulsar proyectos de inversión pública y privada, Decreto Supremo N° 060-2013-PCM, se han implementado medidas específicas que simplifican los procedimientos para la obtención del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA).

Ley General de Salud, Ley N° 26842

Esta norma establece que la protección del ambiente (Artículo 103°) es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, teniendo como obligación, mantener dentro de los estándares que, para preservar la salud de las personas, establece la autoridad de salud competente.

Estipula que toda persona natural o jurídica (Artículo 104°) está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, aire o suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente.

Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, aprobada mediante Decreto Legislativo N° 1278

La ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos del 23 de diciembre de 2016, establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la recuperación de componentes, tratamiento o recuperación de suelos, entre otras opciones que eviten su disposición final. La Ley N° 1278 se aplica a las actividades, procesos y operaciones de la gestión y manejo de residuos sólidos, desde la generación hasta su disposición final, incluyendo las distintas fuentes de generación de dichos residuos, en los sectores económicos, sociales y de la población. Asimismo, comprende las actividades de internamiento y tránsito por el territorio nacional de residuos sólidos. No están comprendidos en el ámbito de esta Ley los residuos sólidos de naturaleza radiactiva, cuyo control es de competencia del Instituto Peruano de Energía Nuclear, salvo en lo relativo a su internamiento al país, el cual se rige por lo dispuesto en esta Ley.

Ley que Regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, Ley N° 28256 y su Reglamento, Decreto Supremo N° 021-2008-MTC

Esta Ley tiene por objeto regular las actividades, procesos y operaciones del transporte terrestre de los materiales y residuos peligrosos, con sujeción a los principios de prevención y de protección de las personas, el ambiente y la propiedad. Están comprendidas dentro del alcance de esta norma las actividades de producción, almacenamiento, embalaje, transporte y rutas de tránsito, manipulación, utilización y reutilización, tratamiento, reciclaje y disposición final.

Establece que los titulares de la actividad que utilicen materiales peligrosos están obligados a elaborar o exigir a las empresas contratistas, un plan de contingencias que será aprobado por el sector correspondiente, para los fines de control y fiscalización ambiental.

Por su parte, el objeto del reglamento es establecer las normas y procedimientos que regulan las actividades, procesos y operaciones del transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. Define las competencias del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Ministerio de Salud y de las municipalidades provinciales respecto al transporte terrestre de materiales peligrosos.

Establece que el vehículo o tren que sea utilizado en la operación de transporte terrestre de materiales peligrosos en todo el proceso (recepción a destinatario), deberá contar con una póliza de seguros que cubra los gastos ocasionados por los daños personales, materiales y ambientales derivados de los efectos de un accidente generado por la carga, ocurrido durante dicha operación.

Asimismo, establece la obligatoriedad de capacitar al personal que intervenga en la operación de transporte de materiales peligrosos y la necesidad de estar inscrito en el Registro Nacional de Transporte de Materiales Peligrosos.

Los vehículos y unidades de carga utilizados en el transporte terrestre de materiales peligrosos, deberán reunir los requisitos técnicos generales y específicos señalados en el Reglamento Nacional de Vehículos y sus modificatorias.

Aprueban disposiciones especiales para ejecución de procedimientos administrativos, Decreto Supremo N° 054-2013-PCM

El objeto de esta norma es aprobar las disposiciones especiales para los procedimientos administrativos de autorizaciones y/o certificaciones para los proyectos de inversión en el ámbito del territorio nacional. Dentro de los Proyectos de Inversión considerados se encuentran los de minería, infraestructura agraria, equipamiento de salud, energía, electrificación rural, entre otros.

La norma establece, entre otras cosas, nuevos procedimientos para la emisión del CIRA y la aprobación del Plan de Monitoreo Arqueológico.

Aprueban disposiciones especiales para la ejecución de procedimientos administrativos y otras medidas para impulsar proyectos de inversión pública y privada, Decreto Supremo N° 060-2013-PCM

El objeto de la norma es aprobar disposiciones especiales para agilizar la ejecución de proyectos de inversión pública y privada.

Establece que las entidades públicas deberán aprobar términos de referencia para proyectos de características comunes. Asimismo, establece disposiciones específicas y plazos para el procedimiento de evaluación de los Estudios de Impacto Ambiental Detallados y Semidetallados en el Sector Energía y Minas.

1.6.1.2 Normas de calidad ambiental

Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias, Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.

Publicados el 17 de junio de 2017, se aprueban los nuevos Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire. En el Artículo 2 de la referida norma se indica que Los ECA para Aire son un referente obligatorio para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, a cargo de los titulares de actividades productivas, extractivas y de servicios. Asimismo, los ECA para Aire, como referente obligatorio, son aplicables para aquellos parámetros que caracterizan las emisiones de las actividades productivas, extractivas y de servicios. En el **Cuadro 1.6.1** se presentan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire de acuerdo con el anexo adjunto a dicha norma.

Asimismo, es importante recalcar que no se tomaron en cuenta las nuevas disposiciones para la evaluación de calidad del aire, aprobadas el 2 de diciembre de 2019, mediante D.S. N° 010-2019-MINAM, ya que la evaluación de campo se efectuó antes de que se cumpliera el periodo de gracia (180 días) para aplicarlas luego de que entraran en vigencia.

Cuadro 1.6.1
Estándares de Calidad Ambiental del Aire

Parámetros	Periodo	Valor (µg/ m ³)	Criterio de evaluación	Método de análisis ⁽¹⁾
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercia/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercia/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O ₃)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

Nota: NE significa No Exceder.
(1) o método equivalente aprobado
Elaborado por: INSIDEO.

Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, Decreto Supremo Nº 085-2003-PCM

Esta norma establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.

Estos ECA consideran como parámetro el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT) y toman en cuenta las zonas de aplicación y horarios (**Cuadro 1.6.2**).

Cuadro 1.6.2

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Zonas de Aplicación	Valores Expresados en LAeqT	
	Horario Diurno (07:01-22:00 horas)	Horario Nocturno (22:01-07:00 horas)
Zonas de Protección Ambiental	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.
Elaborado por: INSIDEO.

Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes, Decreto Supremo N° 010-2005-PCM

Establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Radiaciones No Ionizantes, cuya presencia en el ambiente en su calidad de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana y el ambiente. Estos estándares se consideran primarios por estar destinados a la protección de la salud humana (Cuadro 1.6.3).

Cuadro 1.6.3

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes

Rango de Frecuencias	Intensidad de Campo Eléctrico (E)	Intensidad de Campo Magnético (H)	Densidad de Flujo Magnético (B)	Densidad de Potencia (Seq)	Principales aplicaciones (No restrictiva)
(f)	(V/m)	(A/m)	(μ T)	(W/m ²)	
0,025 – 0,8 kHz	250 / f ⁽¹⁾	4 / f ⁽¹⁾	5 / f ⁽¹⁾	-	Redes de energía eléctrica, líneas de energía para trenes, monitores de video

Nota: (1) f está en la frecuencia que se indica en la primera columna "Rango de Frecuencias".

Fuente: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes, D.S. N° 010-2005-PCM.
Elaborado por: INSIDEO.

Límites Máximos Permisibles de la Comisión Internacional para la protección contra Radiaciones no ionizantes (ICNIRP)

Las recomendaciones de la ICNIRP son aceptadas por la Organización Mundial de la Salud y además sirven de base para los estándares de Alemania, Australia – Nueva Zelanda, Japón, a la Unión Europea y otros países. En la presente sección se hace referencia a estos límites como una recomendación para futuras comparaciones de los niveles de radiaciones no ionizantes, más no son exigibles para el proyecto como sí lo son los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes, publicados mediante D.S. N° 010-2005-PCM.

En el Cuadro 1.6.4 a continuación se presenta los Límites Máximos Permisibles para exposición a radiaciones no ionizantes producidas por las líneas eléctricas de 60 Hz.

Cuadro 1.6.4
Límites Máximos Permisibles para 60 Hz (ICNIRP)

Frecuencia (Hz)		E ⁽¹⁾ (KV/m)	H ⁽¹⁾ (A/m)	B ⁽¹⁾ (μT)
Límites ICNIRP para exposición ocupacional	60 Hz	8,3	336	420
Límites ICNIRP para exposición del público en general (Poblacional)		4,2	66,4	83

Nota: (1) E: Intensidad de Campo Eléctrico, medida en kilovoltio/metro (KV/m). H: Intensidad de Campo Magnético, medido en Amperio/metro (A/m). B: Inducción Magnética (μT).

Fuente: ICNIRP, 1998.

Elaborado por: INSIDEO.

Estándares de Calidad Ambiental para Suelo, Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM

De acuerdo con el Artículo 2 de la referida norma, los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo constituyen un referente obligatorio para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, y son aplicables para aquellos parámetros asociados a las actividades productivas, extractivas y de servicios. De superarse los ECA para Suelo, en aquellos parámetros asociados a las actividades productivas, extractivas y de servicios, las personas naturales y jurídicas a cargo de estas deben realizar acciones de evaluación y, de ser el caso, ejecutar acciones de remediación de sitios contaminados, con la finalidad de proteger la salud de las personas y el ambiente. Lo indicado en el párrafo anterior no aplica cuando la superación de los ECA para Suelo sea inferior a los niveles de fondo, los cuales proporcionan información acerca de las concentraciones de origen natural de las sustancias químicas presentes en el suelo, que pueden incluir el aporte de fuentes antrópicas no relacionadas al sitio en evaluación. En el **Cuadro 1.6.5** se presentan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelo de acuerdo con el anexo adjunto a dicha norma.

Cuadro 1.6.5
Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo

Parámetros en mg/kg PS(2)	Usos del Suelo(1)			Métodos de ensayo (7) y (8)
	Suelo Agrícola(3)	Suelo Residencial/ Parques(4)	Suelo Comercial(5)/ Industrial/ Extractivo(6)	
Orgánicos				
Hidrocarburos aromáticos volátiles				
Benceno	0,03	0,03	0,03	EPA 8260(9) EPA 8021
Tolueno	0,37	0,37	0,37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0,082	0,082	0,082	EPA 8260 EPA 8021
Xilenos (10)	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
Hidrocarburos poliaromáticos				
Naftaleno	0,1	0,6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo(a)pireno	0,1	0,7	0,7	EPA 8270
Hidrocarburos de Petróleo				
Fracción de hidrocarburos F1 (11) (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F2 (12) (>C10-C28)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F3 (13) (>C28-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
Compuestos Organoclorados				
Bifenilos policlorados - PCB (14)	0,5	1,3	33	EPA 8082 EPA 8270
Tetracloroetileno	0,1	0,2	0,5	EPA 8260
Tricloroetileno	0,01	0,01	0,01	EPA 8260

Notas:

[**] Este símbolo dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para el uso de suelo agrícola.

Fuente: Estándares de Calidad Ambiental para Suelo, Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM.

Elaborado por: INSIDEO.

**Cuadro 1.6.5 (continuación)
Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo**

Parámetros en mg/kg PS(2)	Usos del Suelo(1)			Métodos de ensayo (7) y (8)
	Suelo Agrícola(3)	Suelo Residencial/ Parques(4)	Suelo Comercial(5)/ Industrial/ Extractivo(6)	
Inorgánicos				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total (15)	750	500	2 000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1,4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Cromo total	**	400	1 000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0,4	0,4	1,4	EPA 3060/ EPA 7199 o DIN EN 15192(16)
Mercurio	6,6	6,6	24	EPA 7471 EPA 6020 o 200.8
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051
Cianuro Libre	0,9	0,9	8	EPA 9013 SEMWW-AWWA-WEF 4500 CN F o ASTM D7237 y/o ISO 17690:2015

Notas:

[**] Este símbolo dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para el uso de suelo agrícola.

Fuente: Estándares de Calidad Ambiental para Suelo, Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM.

Elaborado por: INSIDEO.

1.6.1.3 Normas del Subsector Electricidad aplicables al Proyecto

El proyecto “Estudio de Impacto Ambiental semidetallado de la Central Eólica Mórrope” constituye un proyecto eminentemente eléctrico, por lo que su desarrollo debe ceñirse a la legislación del Subsector Electricidad, que involucra las normativas propias de la Dirección General de Electricidad, del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) y del Comité de Operación Económica del Sistema (COES), dado que son las entidades responsables de hacer cumplir las leyes y regulaciones vinculadas a las actividades eléctricas dentro del país. Asimismo, debe cumplirse la normativa del Ministerio de Energía y Minas (MINEM).

Ley de Concesiones Eléctricas, Decreto Legislativo N° 25844 y su Reglamento, Decreto Supremo N° 009-93

Esta norma, regula lo referente a las actividades relacionadas con la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica. En el Artículo 9° establece que el Estado previene la conservación del medio ambiente y el Patrimonio Cultural de la Nación, así como el uso racional de los recursos naturales en el desarrollo de las actividades relacionadas con la generación, transmisión y distribución de energía.

Por otro lado, según el Artículo 31° inciso "h", los concesionarios de generación, transmisión y distribución están obligados, a cumplir con las normas de conservación del medio ambiente y del Patrimonio Cultural de la Nación. El Artículo 31°, indica que los concesionarios están obligados a conservar y mantener sus obras e instalaciones en condiciones adecuadas para su operación eficiente.

En cuanto al Reglamento, en el Artículo 218° establece que cuando los concesionarios, haciendo uso del derecho que le confiere el Artículo 109° de la ley de concesiones eléctricas, afecten propiedad del estado o de terceros, deberán reparar los daños causados y en caso de no llegar a un acuerdo, se resolverá por un procedimiento arbitral.

Además, en el Artículo 220° señala que las servidumbres de electroductos que se impongan para el sistema de transmisión y distribución, ya sean aéreos y/o subterráneos, comprende:

- La ocupación de la superficie necesaria y de sus aires, para instalación de las estructuras de sustentación de conductores eléctricos, así como la franja de los aires o del subsuelo en el que estos se encuentren instalados; y para el caso de conductores aéreos, está representada por la proyección sobre el suelo de la faja de ocupación de los conductores.

Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas, Decreto Supremo N° 014-2019-EM

Publicado el 5 de julio de 2019, el cual deroga al antiguo reglamento (D.S. N° 029-94-EM), promueve y regula la gestión ambiental de las actividades eléctricas, con la finalidad de manejar los impactos ambientales negativos derivados de tales actividades, en un marco de desarrollo sostenible. El Artículo 7° indica la obligatoriedad de contar con Certificación Ambiental previo al inicio de actividades eléctricas susceptibles de generar impactos ambientales negativos, mientras que en su Artículo 8° señala que los estudios ambientales aplicables a las actividades eléctricas son: Declaración de Impacto Ambiental (DIA) – Categoría I, Estudio de Impacto Ambiental semidetallado (EIASd) – Categoría II y Estudio de Impacto Ambiental detallado (EIAAd) – Categoría III; asimismo establece que el contenido del Estudio Ambiental debe ceñirse a los Términos de Referencia aprobados por el MINEM.

Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011, Resolución Ministerial N° 214-2011-MEM/DM

El objetivo del Código Nacional de Electricidad Suministro, es establecer las reglas preventivas que permitan salvaguardar a las personas (de la concesionaria, de las contratistas en general, de terceros o de ambas) y las instalaciones, durante la construcción, operación y/o mantenimiento de las instalaciones tanto de suministro eléctrico como de comunicaciones, y sus equipos asociados, cuidando de no afectar a las propiedades públicas y privadas, ni el ambiente, ni el Patrimonio Cultural de la Nación. Estas reglas contienen criterios básicos que son considerados necesarios para la seguridad

del personal propio (de la empresa concesionaria, de las contratistas y subcontratistas) y del público, durante condiciones especificadas. Este Código no es un compendio de especificaciones de diseño ni manual de instrucciones.

Se entiende por instalaciones de suministro a las instalaciones de generación, transmisión, distribución y utilización (este último en lo que competa). Todo proyecto o ejecución de obras eléctricas, de comunicaciones o ambas; así como la operación y mantenimiento deberá realizarse de acuerdo a este Código y a las normas complementarias.

Código Nacional de Electricidad – Utilización, Resolución Ministerial N° 037 2006-MEM/DM

Este Código tiene como objetivo establecer las reglas preventivas para salvaguardar las condiciones de seguridad frente a los peligros derivados del uso de la electricidad; así como la preservación del ambiente y la protección del Patrimonio Cultural de la Nación.

Entre otros aspectos, señala que los sistemas eléctricos de suministro y de utilización deben ser compatibles, en lo que se refiere al valor nominal de la tensión, configuración de los sistemas, máxima tensión a tierra, conexión a tierra, neutro flotante, entre otros.

Lineamientos para la Participación Ciudadana en las Actividades Eléctricas (Resolución Ministerial N° 223-2010-MEM/DM)

Esta norma establece los lineamientos necesarios para el desarrollo de los procedimientos de consulta y mecanismos de participación ciudadana que son aplicados durante la elaboración y evaluación de los Estudios Ambientales; y durante el seguimiento y control de los aspectos ambientales de los proyectos y actividades eléctricas.

En el Título segundo de la norma, se presenta los objetivos que persigue la participación ciudadana en el desarrollo de las actividades eléctricas proyectadas o en ejecución, mencionando las etapas del proceso, así como las consideraciones a tener en cuenta. Por otro lado, en el Título tercero, se mencionan los mecanismos de participación ciudadana aplicables a los proyectos de actividades eléctricas, tanto los obligatorios como los complementarios.

Asimismo, en su Título cuarto, Capítulo segundo, Subcapítulos primero y segundo, se norman los procedimientos para llevar a cabo los Talleres Participativos y Audiencias Públicas.

Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo con electricidad 2013, Resolución Ministerial N° 111-2013-MEM/DM

Este reglamento surge por la necesidad de armonizar el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas, publicado mediante R.M. N° 161-2007-MEM/DM, con las disposiciones de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, Ley N° 29783. Con su entrada en vigencia queda sin efecto la edición del Reglamento de Seguridad

y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas aprobada mediante R.M. N° 161-2007-MEM/DM, del 18 de abril de 2007.

El Reglamento tiene como objetivo establecer normas de carácter general y específico para:

- Proteger, preservar y mejorar continuamente la integridad psicofísica de las personas que participan en el desarrollo de las actividades eléctricas, mediante la identificación, reducción y control de los riesgos, a efecto de minimizar la ocurrencia de accidentes, incidentes y enfermedades profesionales.
- Proteger a los usuarios y público en general contra los peligros de las instalaciones y actividades inherentes a la actividad eléctrica.
- Formular planes y programas de control, eliminación y reducción de riesgos.
- Promover y mantener una cultura de prevención de riesgos laborales en el desarrollo de las actividades eléctricas.
- Permitir la participación eficiente de los trabajadores en el sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

Decreto Legislativo N° 1500, Decreto Legislativo que establece medidas especiales para reactivar, mejorar y optimizar la ejecución de los proyectos de inversión pública, privada y público-privada ante el impacto del COVID-19

Este Decreto Legislativo tiene por objeto establecer medidas especiales para facilitar la tramitación, evaluación, aprobación o prórroga de la vigencia de títulos habilitantes en procedimientos administrativos concluidos o en trámite, así como de las certificaciones ambientales. Además, incluye medidas para mejorar y optimizar la ejecución de proyectos de inversión pública, privada y público-privada, a fin de mitigar el impacto y consecuencias ocasionadas por la propagación del COVID-19.

Asimismo, dicho Decreto Legislativo se aplica a las entidades públicas del Gobierno Nacional, titulares de proyectos de inversión pública, privada y público-privada en infraestructura pública y servicios públicos, así como a los Gobiernos Regionales y Gobierno Locales, reconociendo el ejercicio irrestricto de sus competencias.

Igualmente, este D.L. indica que los mecanismos de participación ciudadana deben adecuarse en su desarrollo e implementación, para el estricto cumplimiento de las medidas sanitarias establecidas por el Poder Ejecutivo a consecuencia del brote del COVID-19.

Resolución Ministerial N° 108-2020-MINAM Aprueban “Disposiciones para realizar el trabajo de campo en la elaboración de la línea base de los instrumentos de gestión ambiental”

Esta norma surge por la necesidad de adecuar los lineamientos para las salidas de campo, debido a la pandemia por el COVID-19 y los Estados de Emergencia Nacional y Sanitaria vigentes, según los D.S. N° 116-2020-PCM y D.S. N° 020-2020-SA, respectivamente.

Las disposiciones de la norma establecen las medidas preventivas que deben cumplir los titulares de los proyectos de inversión que efectúen excepcionalmente labores de campo para la elaboración de la línea base de los instrumentos de gestión ambiental durante del Estado de Emergencia Nacional y la Emergencia Sanitaria por el COVID-19, a fin de prevenir el contagio, propagación e impacto sanitario por COVID-19 y son aplicables a los titulares de los proyectos de inversión pública, privada y público-privada que realicen excepcionalmente labores de campo para la elaboración de la línea base de los instrumentos de gestión ambiental durante el Estado de Emergencia y la Emergencia Sanitaria por el COVID-19, sin perjuicio de las disposiciones emitidas por las autoridades sectoriales.

1.6.2 Marco Institucional

El Gobierno del Perú ha designado al Ministerio de Energía y Minas (MINEM), a través de la Dirección General de Electricidad; al Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) y al Comité de Operación Económica del Sistema (COES), como las entidades reguladoras responsables de hacer cumplir las leyes y regulaciones vinculadas a las actividades eléctricas dentro del país en materia de seguridad del abastecimiento de energía eléctrica, calidad del servicio, entre otros.

En el caso específico del presente proyecto, la entidad responsable de la evaluación del Estudio de Impacto Ambiental es la Dirección General de Asuntos Ambientales de Electricidad (DGAAE) del MEM.

Asimismo, el Ministerio del Ambiente (MINAM), como autoridad rectora de la política nacional ambiental, es el responsable la fiscalización de los compromisos ambientales asumidos por las empresas eléctricas a través del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), así como de la protección de las Áreas Naturales Protegidas, a través del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP).

Otras oficinas del gobierno, cuyas funciones se describen en la presente sección, también ejercen atribuciones sobre proyectos eléctricos. El desarrollo de un proyecto eléctrico, sea de generación, transmisión o distribución, en sus etapas de construcción, operación y abandono, requiere contar con autorizaciones y licencias de la autoridad competente correspondiente.

Los aspectos institucionales están relacionados con el conjunto de instituciones públicas y privadas vinculadas con el proyecto en temas ambientales. El rol de las diferentes instituciones se define a continuación:

1.6.2.1 Ministerio del Ambiente (MINAM)

Mediante Decreto Legislativo N° 1013 (14 de mayo de 2008), se aprobó la Ley de creación, organización y funciones del MINAM, el cual es un organismo del poder ejecutivo cuya

función es formular, planificar, dirigir, coordinar, ejecutar, supervisar y evaluar la política nacional del ambiente aplicable a todos los niveles de gobierno.

Además, tiene competencia exclusiva para regular, supervisar y fiscalizar el cumplimiento de las obligaciones ambientales que se realizan en las Áreas Naturales Protegidas, a través del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP); asimismo, tiene competencias para fiscalizar aleatoriamente el cumplimiento de las obligaciones de los titulares de actividades, así como fiscalizar que los organismos competentes se encuentren ejerciendo adecuadamente sus competencias ambientales, a través del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).

Según la Tercera Disposición Complementaria Final, se aprueba la fusión del Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) con el MINAM, siendo este último el ente que incorpora.

La actividad del MINAM comprende las acciones técnico-normativas de alcance nacional en materia de regulación ambiental, entendiéndose como tal el establecimiento de la política, normatividad específica, fiscalización, control y la potestad sancionadora por el incumplimiento de las normas ambientales en el ámbito de su competencia, la misma que puede ser ejercida a través de sus organismos públicos correspondientes.

Finalmente, la Sexta Disposición Complementaria Final dispone la adscripción al MINAM del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), del Instituto Geofísico del Perú (IGN), y del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP); así también, dispone la creación del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), encargado de la fiscalización, la supervisión, el control y la sanción en materia ambiental; y, del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), como ente rector del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE), constituyéndose en su autoridad técnico normativa.

Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles (SENACE)

El Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles (SENACE) es un organismo público técnico especializado, adscrito al Ministerio del Ambiente. De acuerdo a la Ley N° 29968, y al D.S. 003-2015-MINAM, las funciones del SENACE incluyen:

- Aprobar los Estudios de Impacto Ambiental detallados (EIA-d), de acuerdo a lo establecido en su Ley de creación.
- Implementar la Ventanilla Única de Certificación Ambiental en los procedimientos de aprobación de Estudios de Impacto Ambiental detallados (EIA-d).
- Solicitar, cuando corresponda, la opinión técnica de las autoridades con competencias ambientales, así como absolver las consultas y solicitudes de opinión que se le formulen, de acuerdo a la ley.

- Formular propuestas para la mejora continua de los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental, incluyendo mecanismos de coordinación gubernamental y buenas prácticas de relaciones comunitarias y de participación ciudadana.
- Administrar el Registro Nacional de Consultoras Ambientales y el Registro Administrativo de carácter público y actualizado de las certificaciones ambientales de alcance nacional o multirregional concedidas o denegadas por los organismos correspondientes; sin perjuicio de las competencias en materia de fiscalización y sanción que corresponden al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).

Para este proyecto, si bien SENACE no cumple la función de evaluación y aprobación del presente instrumento de gestión ambiental, si es pertinente porque es el ente que administra los registros de consultoras ambientales.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)

El OEFA es el ente rector del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental - SINEFA (de acuerdo a la Ley N° 29325). Tiene la responsabilidad de asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental por todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas. Asimismo supervisa y garantiza que las funciones de evaluación, supervisión, fiscalización, control, potestad sancionadora y aplicación de incentivos en materia ambiental, a cargo de las diversas entidades del Estado, se realicen de forma independiente, imparcial, ágil y eficiente, de acuerdo con lo dispuesto jurídicamente conforme a la Política Nacional del Ambiente.

Estas funciones, antes responsabilidad del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), fueron asumidas por la OEFA el 4 de marzo de 2011, de acuerdo con el plazo de transferencia establecido en la Resolución de Consejo Directivo N° 001-2011-OEFA/CD.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP)

El SERNANP es el ente rector del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE). Como autoridad tiene la función de aprobar y establecer los criterios técnicos y administrativos, así como los procedimientos para el establecimiento y la gestión de la Áreas Naturales Protegidas.

En este sentido es importante señalar que, según lo dispuesto en el “Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas” (Decreto Supremo N° 038-2001-AG), los estudios de impacto ambiental y las declaraciones de impacto ambiental de actividades a desarrollarse en Áreas Naturales Protegidas o en sus Zonas de Amortiguamiento requieren contar con la opinión previa favorable del SERNANP. Esto quiere decir que si no hay opinión previa, y además, si ésta no es favorable, ninguna autoridad puede aprobar los estudios de impacto ambiental o las declaraciones de impacto ambiental presentados por el titular de la actividad.

Por otro lado, el “Decreto Supremo que precisa la obligación de solicitar opinión técnica vinculante en defensa del patrimonio natural de las Áreas Naturales Protegidas” (D.S. N° 004-2010-MINAM), precisa la obligación de las entidades de nivel nacional, regional y local, de solicitar la Opinión Técnica Previa Vinculante del SERNANP, ante el desarrollo de actividades orientadas al aprovechamiento de recursos naturales o a la habilitación de infraestructura al interior de las Áreas Naturales Protegidas de administración nacional y/o en sus Zonas de Amortiguamiento o de las Áreas de Conservación Regional, ello en defensa del patrimonio natural existente en dichas áreas.

Es importante señalar que, a diferencia del reglamento de la ley de áreas naturales protegidas, esta norma no restringe la opinión del SERNANP solamente a aquellos proyectos de inversión que requieran DIA o EIA.

1.6.2.2 Ministerio de Energía y Minas (MINEM)

El MINEM tiene como objetivo promover el desarrollo integral de las actividades minero energéticas, normando, fiscalizando y/o supervisando, según sea el caso, su cumplimiento y cautelando el uso racional de los recursos naturales en armonía con el ambiente.

Los órganos de competencia en el sector son la Dirección General de Asuntos Ambientales de Electricidad (DGAAE), Dirección General de Electricidad (DGE), Oficina General de Gestión Social y Dirección Regional de Energía y Minas correspondiente a Lambayeque (DREM – Lambayeque).

Dirección General de Asuntos Ambientales de Electricidad (DGAAE)

La DGAAE es un órgano técnico-normativo dependiente jerárquicamente del Vice-Ministerio de Energía, encargado de proponer y evaluar la política, proponer y/o expedir la normatividad necesaria, así como promover la ejecución de actividades orientadas a la conservación y protección del ambiente referidas al desarrollo de las actividades energéticas y, promover el fortalecimiento de las relaciones armoniosas de las empresas sectoriales con la sociedad civil que resulte involucrada con las actividades del sector.

En ese sentido, la DGAAE es el ente encargado de la certificación ambiental de Estudios de Impacto Ambiental semidetallados, por lo cual es el organismo que evalúa el presente documento para su aprobación.

Dirección General de Electricidad (DGE)

La Dirección General de Electricidad es un órgano técnico normativo, dependiente jerárquicamente del Vice-Ministerio de Energía, encargado de participar en la formulación de la política energética en el ámbito del Subsector Electricidad; proponer y/o expedir, según sea el caso, la normatividad necesaria del Subsector Electricidad; promover el desarrollo de las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica; y coadyuvar a ejercer el rol concedente a nombre del Estado para el desarrollo sostenible de las actividades eléctricas.

Oficina General de Gestión Social

La Oficina General de Gestión Social es el órgano de asesoramiento que depende jerárquicamente del Despacho Ministerial, encargado de promover las relaciones armoniosas entre las empresas minero energéticas y la sociedad civil, incluidos los gobiernos locales y regionales, de propiciar el manejo de mecanismos de diálogo y concertación en el Sector y de colaborar en el diseño de programas de desarrollo sostenible.

Entre sus funciones se encuentran formular políticas y colaborar en el diseño de programas de desarrollo sostenible a favor de las poblaciones asentadas en las zonas de influencia de los proyectos minero-energéticos; proponer las normas legales necesarias para el mejoramiento de las relaciones entre las empresas del Sector, los gobiernos locales y regionales y la sociedad civil, así como para la prevención y solución de conflictos; efectuar el seguimiento a los compromisos sociales que asumen las empresas con las poblaciones involucradas en coordinación con las Direcciones Generales correspondientes; promover, en coordinación con la Dirección General de Asuntos Ambientales de Electricidad y la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, la realización de estudios sociales necesarios para el desarrollo y crecimiento responsable de las actividades privadas en el Sector minero energético, entre otros.

Dirección Regional de Energía y Minas (DREM)

La DREM se encuentra a cargo de orientar las acciones del sector en cada región, proponiendo actividades para mejorar y proteger las condiciones ambientales y ecológicas, así como hacer cumplir las regulaciones a nivel regional. La organización y funciones de las diferentes DREM son establecidas por Decreto Supremo N° 017-93-EM del 5 de mayo de 1993: "Delega en las Direcciones Regionales de Energía y Minas funciones en materia de electricidad, hidrocarburos, minería y medio ambiente" y la Resolución Ministerial N° 097-93-EM/SG del 13 de mayo de 1993: "Aprueba la Estructura Orgánica y Funciones de las Direcciones Regionales de Energía y Minas".

En el caso del presente proyecto, la Dirección Regional de Energía y Minas de Lambayeque (DREM-Lambayeque) forma parte del Proceso de Participación Ciudadana, por lo que ha sido considerada en las diferentes etapas del proceso.

1.6.2.3 Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI)

El MINAGRI es el órgano rector del sector agrario. Está encargado de establecer, diseñar, ejecutar y supervisar la Política Nacional Agraria.

El sector agrario comprende las tierras de uso agrícola, de pastoreo, las tierras forestales, las eriazas con aptitud agraria, los recursos forestales y su aprovechamiento; la flora y fauna; los recursos hídricos; la infraestructura agraria; las actividades de producción, transformación y comercialización de cultivos y de crianzas; y los servicios y actividades vinculados a la actividad agraria como la sanidad, investigación, capacitación, extensión y transferencia de tecnología agraria.

Asimismo, es importante hacer referencia a la Intendencia de Recursos Hídricos, que fue un órgano de línea del ex Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) con la más alta autoridad técnica normativa con relación al uso sostenible del recurso hídrico. Mediante Decreto Supremo N° 014-2008-AG, dicha Intendencia fue absorbida por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), la cual asumió todas las funciones de aquella, salvo las siguientes:

- Supervisar, promover y evaluar la operación y mantenimiento de los sistemas de riego y drenaje en el ámbito nacional.
- Brindar asistencia técnica a las entidades correspondientes en la administración del uso del agua, operación y mantenimiento de los sistemas de riego y drenaje.

Los órganos de interés del Ministerio de Agricultura para el presente Estudio de Impacto Ambiental, se describen a continuación:

Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios (DGAAA)

En el ámbito agrario, es la encargada de ejecutar los objetivos y disposiciones del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, en el ámbito de su competencia. Cuenta con las siguientes unidades orgánicas: Dirección de Gestión Ambiental Agraria y Dirección de Evaluación de Recursos Naturales.

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR)

La Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Ley N° 29763, en el artículo 13 crea el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), como organismo técnico especializado, con personería jurídica de derecho público interno y pliego presupuestal adscrito al Ministerio de Agricultura y Riego.

Asimismo, dicha norma constituye al SERFOR como la Autoridad Nacional Forestal y de Fauna Silvestre encargada de promover la conservación, la protección, el incremento y el uso sostenible del patrimonio forestal y de fauna silvestre dentro del territorio nacional, integrando su manejo con el mantenimiento y mejora de los servicios de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre, en armonía con el interés social, económico y ambiental de la Nación; así como impulsar el desarrollo forestal, mejorar su competitividad, generar y acrecentar los recursos forestales y de fauna silvestre y su valor para la sociedad, para mejorar la calidad de vida de la población. Es importante indicar que el SERFOR asume las funciones de la ex Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre.

1.6.2.4 Ministerio de Salud (MINSA)

El Ministerio de Salud, por medio de las Direcciones Regionales, regula el Sistema Nacional de Salud. Sus funciones son promover, proteger y mejorar la salud y calidad de vida de la población. El Ministerio de Salud es responsable de asegurar la participación de todas las entidades que comprenden el Sistema Nacional de Salud en políticas de salud nacional, y

de promover la participación activa de la población en la implementación de medidas para lograr dichos objetivos, de acuerdo con la Ley del Ministerio de Salud, Ley N° 27657 del 29 de enero de 2002 (modificada por las Leyes N° 28748, N° 28570 y N° 27876), así como con sus Regulaciones Organizacionales, Decreto Supremo N° 023-2005-SA del 01 de enero de 2006 (modificado por los Decretos Supremos N° 023-2006-SA, N° 007-2006-SA y N° 001-2007-SA).

Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)

DIGESA es una agencia bajo la autoridad del MINSA, encargada de normar, supervisar, controlar, evaluar y concertar con los Gobiernos Regionales, Locales y demás componentes del Sistema Nacional Coordinado y Descentralizado de Salud, así como con otros sectores, los aspectos de Protección del Ambiente, Saneamiento Básico, Higiene Alimentaria, Control de Zoonosis y Salud Ocupacional, dentro del marco de la política de salud nacional. Asimismo, es la entidad a cargo de otorgar acreditaciones a las empresas prestadoras o comercializadoras de residuos sólidos para el adecuado manejo, transporte y disposición final de los mismos; así como de evaluar los instrumentos ambientales para el emplazamientos de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos y otorgar la autorización respectiva.

Las tareas de DIGESA son efectuadas también por las Direcciones Regionales de Salud Ambiental (DIRESA), que son autoridades a cargo de evaluar las acciones de salud ambiental requeridas para preservar el ambiente a nivel regional. Adicionalmente, la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA), que representa una autoridad regional, está a cargo de coordinar con los gobiernos locales y regionales el establecimiento de planes, programas y proyectos para controlar la contaminación ambiental que pudiera perjudicar la salud de las comunidades o que pudiera representar un riesgo potencial en el caso de accidentes o desastres naturales. También está facultada para aplicar sanciones establecidas por la legislación de la salud.

1.6.2.5 Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE)

De acuerdo a la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, Ley N° 29783 y su reglamento aprobado mediante D.S. N° 005-2012-TR, el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo es el encargado de aplicar, examinar y evaluar periódicamente la política nacional en seguridad y salud en el trabajo en base a información en materia de:

- Registro, notificación e investigación de los accidentes e incidentes en coordinación con el Ministerio de Salud.
- Registro, notificación e investigación de los incidentes peligrosos.
- Recopilación, análisis y publicación de estadísticas sobre accidentes de trabajo, enfermedades ocupacionales e incidentes peligrosos.

Asimismo, a través de su Sistema de Inspección del Trabajo, tiene a su cargo el adecuado cumplimiento de las leyes y reglamentos relativos a la seguridad y salud en el trabajo, y de

prevención de riesgos laborales. La inspección del trabajo está encargada de vigilar el cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo, de exigir las responsabilidades administrativas que procedan, de orientar y asesorar técnicamente en dichas materias, y de aplicar las sanciones establecidas en la Ley N° 28806, Ley General de Inspección del Trabajo.

1.6.2.6 Ministerio de Cultura (MINCU)

Entre sus funciones se encuentra formular y ejecutar las políticas y estrategias del Estado en materia de desarrollo cultural, defensa, conservación, difusión e investigación del Patrimonio Cultural de la Nación (Ley N° 28296). El Ministerio de Cultura es el encargado de otorgar las autorizaciones para la realización de investigaciones y excavaciones arqueológicas con miras a la expedición del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA), así como aquellos CIRA que involucren el rescate de sitios arqueológicos.

1.6.2.7 Gobiernos Regionales y Locales

A partir del año 2003, el Perú está realizando un nuevo esfuerzo en aras de lograr una completa descentralización. Dicho esfuerzo incluye como normas principales la Ley de Reforma Constitucional que modifica el Capítulo XIV del Título IV de la Constitución Política, Ley N° 27680 del 7 de marzo de 2002; la Ley Orgánica para las Bases de Descentralización, Ley N° 27783 del 20 de julio de 2002; Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, Ley N° 27867 del 18 de noviembre de 2002; y Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N° 27972 de mayo de 2003. De acuerdo con las leyes señaladas, los gobiernos regionales y locales asumen facultades ambientales, exclusivas y compartidas en las materias de su competencia. Entre dichas facultades se encuentran las de promover el uso sustentable de bosques y la biodiversidad, así como el manejo sustentable de los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad ambiental para el caso de las regiones y el poder ejecutivo.

La Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, Ley N° 27867 del 18 de noviembre de 2002, siguió a la Ley de Descentralización y estableció los mismos poderes ambientales exclusivos y compartidos para los Gobiernos Regionales. Ellos están sometidos a la política nacional en cuanto a actividades energéticas.

Con relación a los gobiernos locales, el marco legal indicado ha establecido que estos gozan de poderes ambientales exclusivos y compartidos entre municipalidades, tanto provinciales como distritales.

Sin afectar la autoridad de la DGAAE en los asuntos ambientales de electricidad, las Municipalidades a nivel provincial se encuentran encargadas de regular dentro del ámbito urbano de su jurisdicción, la disposición final de residuos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial; la calidad de aire, los estándares de ruido y la zonificación, entre otras tareas, de conformidad con los Artículos 79° y 80° de la Ley

Orgánica de Municipalidades, Ley N° 27972. Las Municipalidades a nivel distrital se encuentran a cargo de la recolección y manejo de residuos sólidos, del servicio de limpieza pública, así como de la fiscalización respecto de la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente, en coordinación con la correspondiente Municipalidad Provincial.

Dada la ubicación del proyecto, este involucra lo siguientes gobiernos regionales y locales:

- Gobierno Regional de Lambayeque
- Municipalidad Provincial de Lambayeque
- Municipalidad Distrital de Mórrope
- Municipalidad Distrital de Mochumi

1.7 Alcances

En ausencia de Términos de Referencia Comunes para proyectos eólicos, a continuación se presenta el alcance del EIASd de la CE Mórrope, el cual recoge las características del proyecto y la naturaleza de las condiciones socio-ambientales actuales del área de estudio. Asimismo, de acuerdo con la Resolución Directoral N° 0184-2019-MINEM/DGAAE y al Oficio N° 0063-2020-MINEM/DGAAE, se aprobaron los Términos de Referencia Específicos y el Plan de Participación Ciudadana, respectivamente, del Estudio de Impacto Ambiental semidetallado de la Central Eólica Mórrope.

El documento del EIASd es presentado a la Dirección General de Asuntos Ambientales de Electricidad (DGAAE), la cual constituye la autoridad ambiental que revisa y aprueba los Estudios de Impacto Ambiental semidetallados (EIASd).

De la misma manera, el EIASd ha considerado la Ley del SEIA, aprobada en mayo de 2001, y su reglamento, aprobado por D.S. N° 019-2009-MINAM en septiembre de 2009; los cuales establecen un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas.

En relación al alcance geográfico del EIASd, se considera la instalación de 38 aerogeneradores, sus respectivas plataformas de montaje, cableado subterráneo y caminos internos, la construcción de la SE Mórrope y de la SE La Arena, conectadas mediante la construcción de una LTE aérea de 220 kV, la adecuación de los caminos de acceso desde la Carretera Panamericana, la habilitación de depósitos de material excedente (DME) y la construcción de las instalaciones de Operación y Mantenimiento (O&M).

1.7.1 Objetivo general del EIASd

El objetivo general del EIASd de la CE Mórrope es determinar y evaluar los impactos ambientales y socioeconómicos relacionados con la construcción y operación de

infraestructura de generación eólica, estableciendo los planes de manejo ambientales y socioeconómicos requeridos.

1.7.2 Objetivos específicos del EIASd

- Caracterizar el estado actual del área en donde se ejecutará la construcción de la CE Mórrope, mediante la elaboración de la línea base ambiental y social que sirva de partida para la evaluación de los efectos del proyecto.
- Describir los componentes del proyecto CE Mórrope, con la finalidad de entender los mecanismos por los cuales se ejercerían los efectos sobre el ambiente y la sociedad.
- Identificar y evaluar los impactos y riesgos ambientales sobre el área de influencia del proyecto.
- Aplicar la Jerarquía de la Mitigación para gestionar los efectos negativos derivados de la ejecución del proyecto.
- Implementar y desarrollar un Programa de Monitoreo Ambiental, de tal manera que se garantice la efectividad de los planes de manejo, durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento y abandono del proyecto.
- Elaborar un Plan de Abandono que permita asegurar la recuperación y/o equilibrio del área del proyecto, en caso se requiera.
- Cumplir con la legislación vigente en nuestro país aplicable al proyecto.
- Presentar el Plan de Participación Ciudadana en el marco del proyecto.

1.8 Metodología

Para llevar a cabo el EIASd de la CE Mórrope del presente proyecto, se realizó una secuencia de actividades que se señalan a continuación:

- Indicar específicamente aquellas normas, leyes y reglamentos inherentes a la preservación de los recursos naturales y su aprovechamiento racional.
- Describir los componentes y actividades del proyecto en las diferentes etapas.
- Delimitar las áreas de influencia directa e indirecta del EIASd, en base a los diferentes subcomponentes o factores.
- Describir la Línea Base Ambiental y Socioeconómica que caracteriza los componentes del medio físico, biológico, de interés humano, social, económico y cultural.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales y socioeconómicos que el proyecto pueda generar, ya sean negativos o positivos.
- Elaborar una Estrategia de Manejo Ambiental que consiste en un Plan de Manejo Ambiental, Plan de Vigilancia Ambiental, Plan de Relaciones Comunitarias, Plan de Contingencias y Plan de Abandono; para prevenir o mitigar los posibles impactos negativos y potenciar los impactos positivos del proyecto.

Asimismo, para establecer el contenido del EIASd, se ha considerado lo siguiente:

- Términos de Referencia Específicos y el Plan de Participación Ciudadana del “Estudio de Impacto Ambiental semidetallado de la Central Eólica Mórrope” aprobados mediante Resolución Directoral N° 0184-2019-MINEM/DGAAE y mediante Oficio N° 0063-2020-MINEM/DGAAE, respectivamente.
- Guía para la elaboración de la Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, publicada mediante la Resolución Ministerial N° 455-2018-MINAM.
- Guía para la identificación y caracterización de impactos ambientales en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, publicada mediante la Resolución Ministerial N° 455-2018-MINAM.
- Guía de inventario de la flora y vegetación de acuerdo a la Resolución Ministerial N°059-2015-MINAM.
- Guía de inventario de la fauna silvestre de acuerdo a la Resolución Ministerial N°057-2015-MINAM.
- Guía para Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental del Sub-sector Eléctrico, aprobado por R.D. N° 033-96-EM/DGAA (18-11-96).
- Los Términos de Referencia Básicos para EIAsd contenidos en el Anexo III del Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N° 019-2009-MINAM).
- En relación al aspecto arqueológico, se toma la referencia de los procedimientos establecidos por el Ministerio de Cultura, estipulados en el Reglamento de Intervenciones Arqueológicas (D.S. N° 003-2014-MC) y las normas conexas como la Guía N° 001-2017-MC “Guía metodológica para la identificación de los impactos arqueológicos y las medidas de mitigación en el marco de los Proyectos de Evaluación Arqueológica (PEA), Proyectos de Rescate Arqueológico (PRA) y Planes de Monitoreo Arqueológico (PMA), conforme a lo establecido en el Reglamento de Intervenciones Arqueológicas”.

1.9 Objetivos y justificación del proyecto

1.9.1 Objetivo General

El objetivo del proyecto es generar energía eléctrica a través del aprovechamiento del recurso eólico, mediante la disposición de hasta 38 aerogeneradores. Se justifica la ejecución del proyecto en el aprovechamiento de un recurso energético no convencional, en este caso la energía eólica, para la producción de energía eléctrica que posteriormente será transmitida al SEIN (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional).

1.9.2 Objetivos específicos

- Apoyar a la diversificación de la matriz energética del Perú al crear potencia instalada en nuevas centrales con recursos energéticos renovables.
- Optimizar el uso del espacio para la generación de energía limpia puesto que este proyecto se dará en un área actualmente no aprovechada de ningún modo, dadas sus condiciones climáticas, por lo que la intervención del terreno se dará en un

ecosistema eminentemente árido, con escasa interacción con centros poblados y actividades humanas.

1.9.3 Beneficios y beneficiarios del proyecto

El principal beneficio del proyecto es la generación de energía a través de una fuente "limpia", evitando la generación de gases de efecto invernadero, en línea con las buenas prácticas internacionales para la reducción de los impactos del cambio climático. El beneficiario de la generación de esta energía es el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), que es el conjunto de líneas de transmisión y subestaciones eléctricas conectadas entre sí, así como sus respectivos centros de despacho de carga, el cual permite la transferencia de energía eléctrica entre los diversos sistemas de generación eléctrica del Perú.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL SEMIDETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA MÓRROPE

CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.0 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Descripción de alternativas

El análisis de alternativas constituye una etapa decisiva de la conceptualización de un proyecto y tiene el objetivo de determinar cuál o cuáles son las mejores opciones para aspectos clave para el desarrollo del mismo.

Este análisis permite comparar, teniendo como punto de partida criterios de diversa índole, aquellas alternativas viables, en términos de características tales como ubicación, tecnología o esquema en general e impactos o riesgos socio-ambientales. Asimismo, este análisis debe realizarse durante las primeras etapas de concepto del proyecto y continuar durante el proceso de diseño. Esto es especialmente importante debido a que cuanto más avanzado se encuentre el proyecto, los cambios fundamentales al concepto son menos probables y por lo tanto las decisiones que se tomen en las primeras etapas del planeamiento tienen una mayor incidencia en el proyecto y su influencia en el entorno.

Este análisis se encuentra alineado con el principio de aplicación de la jerarquía de la mitigación, en el ámbito de la evaluación de impacto ambiental, la cual establece como primera medida a la prevención, es decir, a aquellas medidas dirigidas a evitar o prevenir los impactos ambientales negativos de un proyecto¹. Asimismo, es coherente con lineamientos internacionales en la materia puesto que, de acuerdo con las buenas prácticas para la evaluación y planificación del manejo de impactos sobre la biodiversidad² (Hardner *et al.*, 2015), se deben aplicar medidas secuenciales a través de los cuatro elementos de la jerarquía de la mitigación, el primero de los cuales corresponde a la medida de “Evitar”, mediante la cual se adoptan medidas destinadas a prevenir el impacto sobre los valores de la biodiversidad, como por ejemplo cambiar el diseño espacial de un proyecto para evitar los impactos en lugares específicos, enfoque que se aplica plenamente al análisis de alternativas.

¹ D.S. N° 014-2019-EM. Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas.

² Hardner, J., R.E. Gullison, S. Anstee & M. Meyer.: Buenas Prácticas para la Evaluación y la Planificación del Manejo de Impactos sobre la Biodiversidad. Preparado para el Grupo de Trabajo sobre Biodiversidad para Instituciones Financiera Multilaterales.

Es por este motivo que el análisis de alternativas se presenta antes de la descripción del proyecto, la cual se desarrolla en las secciones siguientes, en donde se detallan las actividades e infraestructura a nivel de factibilidad, es decir con mayor nivel de complejidad.

La presentación del análisis de alternativas debe centrarse en la elección de las características más importantes del proyecto y que por lo tanto requieren una adecuada justificación del proceso de toma de decisiones asociado. La selección de una alternativa sobre la otra debe mejorar el desarrollo del proyecto, incluyendo variaciones que permitirán facilitar las actividades constructivas y mejorar las eficiencias operativas, permitiendo a su vez un mayor nivel de protección ambiental. En el análisis se han considerado criterios ambientales, de interés humano, socioeconómicos y técnico-económicos. Los tres primeros criterios han sido abordados, tanto desde la perspectiva de una posible incidencia sobre los mismos como consecuencia de la ejecución del proyecto, como de los posibles riesgos asociados a estos factores, que podrían afectar la viabilidad del proyecto.

Es importante recordar que la concepción del proyecto “Central Eólica Mórrope” corresponde a un proyecto de aprovechamiento de la energía eólica en un sector árido de la costa norte del Perú. Dicho proyecto permitirá la diversificación de la matriz energética del Perú y el aumento de la seguridad energética mediante la interconexión del mismo al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN). Por otro lado, en el área de estudio, correspondiente al área del proyecto, se presentan superficies planas, las cuales conforman condiciones adecuadas para el emplazamiento de la infraestructura de generación, no existiendo limitaciones topográficas o geológicas que impidan su desarrollo.

En base a lo anteriormente mencionado, el presente análisis se centra únicamente en la evaluación de la selección de las siguientes alternativas diferenciadas:

- Para la central eólica: dos alternativas de arreglo o conformación distinta de la posición de los aerogeneradores.
- Para la línea de transmisión eléctrica de evacuación de la energía al SEIN: tres alineamientos diferentes para la interconexión con la línea de transmisión existente.

2.1.1 Metodología

En términos generales, evaluar alternativas significa compararlas analizando el desempeño de cada una de ellas en relación a una serie de criterios diferenciables entre sí para seleccionar la que presente el más alto desempeño ponderado en relación a las otras alternativas. La evaluación, por tanto, es multicriterio y, en consecuencia, multi e interdisciplinaria (Gómez, 2010).

Es muy importante resaltar que la evaluación de alternativas, así como los pasos que la componen, no debe entenderse como fases secuenciales, sino iterativas, las cuales alternan en un proceso de aprendizaje para buscar la solución más adecuada para el proyecto.

De forma general, la evaluación de alternativas se puede desarrollar de la siguiente manera:

- Identificar y seleccionar los criterios de evaluación, es decir los factores ambientales, socioeconómicos, de interés humano y técnico-económico. Una vez completado este paso, se requiere separar los criterios cuantificables de los cualitativos o intangibles y, entre los primeros, diferenciar los directamente cuantificables de los que sólo puedan medirse a través de algún indicador; para estos últimos, buscar el indicador respectivo. Es de suma importancia que los criterios de evaluación que se adopten sean, en su conjunto, representativos de la calidad ambiental, socioeconómica y cultural del área de referencia y, en la medida de lo posible, independientes.
- Identificar los efectos de cada alternativa sobre cada criterio, en términos de ventajas (positivos) y desventajas (negativos).
- Cuantificar tales efectos utilizando algún tipo de medida. Luego, interpretar y juzgar dichos efectos en términos de comportamiento respecto a los criterios de evaluación y valorarlos en una escala adimensional y homogénea para todos.
- Adoptar un modelo de decisión a partir de los datos anteriores que permita seleccionar una alternativa y ordenarlas según clases de valor.

De acuerdo con los pasos mencionados anteriormente, la evaluación presenta dos fases muy claras:

- Formalizar una matriz de datos para la evaluación.
- Aplicar un modelo de decisión a dicha matriz y decidir en función de los resultados.

En base a esto, se decidió emplear el Análisis de Decisión Multi-Criterio³ (MCDA o MCDM por sus siglas en inglés). Los métodos de MCDA utilizan una matriz de decisión para proporcionar un enfoque analítico y sistemático con respecto a la integración de los niveles de riesgos, incertidumbre y valoración, lo que permite una evaluación y una clasificación de las alternativas, combinando a su vez las dos fases presentadas anteriormente.

Dentro de los métodos de MCDA se encuentra el Proceso de Jerarquización Analítica (AHP por sus siglas en inglés). El AHP⁴ (Saaty, 1980) agrega varias facetas al problema de decisión usando una función de optimización. El objetivo final del AHP es seleccionar la alternativa que obtenga el mayor valor, utilizando un método de comparación cuantitativo

³ Sociedad Internacional de la Toma de Decisiones en base a Multi-criterios (MCDM).

⁴ The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, Saaty, 1980.

que se basa en comparaciones de criterios de decisión entre pares. Todos los criterios individuales deberán ser comparados y se compilarán los resultados en una matriz.

El Proceso de Jerarquización Analítica es ampliamente empleado en diferentes ramas de análisis y toma de decisiones (Coyle, 2004)⁵. El primer paso para el análisis y la toma de decisiones es construir una matriz que exprese los valores relativos de un conjunto de criterios y alternativas. Esto se podrá realizar gracias a la escala de clasificación de Saaty, la cual se presenta en el **Cuadro 2.1.1**.

Se entiende por “criterio” a los aspectos de juicio considerados para el análisis, tales como el criterio ambiental, socioeconómico, técnico-económico o cultural. Además, se entiende por “alternativa”, a las distintas opciones o configuraciones analizadas del proyecto, tales como las Alternativas A y B para el arreglo del parque eólico, y las alternativas A, B y C para la línea de transmisión eléctrica. Para fines de esta explicación, tanto a los criterios como a las alternativas se les denominará “elementos”.

Cuadro 2.1.1
Escala de clasificación de Saaty

Valor de importancia	Definición	Explicación
1	Igual importancia	Ambos elementos contribuyen igualmente a alcanzar el objetivo.
3	Algo más importante	La experiencia y juicio favorecen ligeramente a un elemento sobre el otro.
5	Más importante	La experiencia y juicio favorecen fuertemente a un elemento sobre el otro.
7	Mucho más importante	La experiencia y juicio favorecen muy fuertemente a un elemento sobre el otro. Su importancia es demostrada en la práctica.
9	Absolutamente más importante	La evidencia que favorece a un elemento sobre el otro es de la más alta validez.
2, 4, 6 y 8	Valores intermedios	

Fuente: Análisis Jerárquico de Saaty, 1980.
Elaborado por: INSIDEO.

Una consideración básica y razonable, es que, si un elemento A es absolutamente más importante que un elemento B y se califica como 9, entonces B debe ser absolutamente menos importante que A y clasificada como 1/9, y así para todos los valores de importancia. En el **Cuadro 2.1.2** se presenta un ejemplo.

Cuadro 2.1.2
Ejemplo de clasificación Saaty ante un criterio determinado

Criterio	Elemento A	Elemento B
Elemento A	1	9
Elemento B	0.111	1

⁵ Geoff Coyle: Practical Strategy. Open Access Material. AHP.

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

La comparación entre pares es llevada a cabo entre todos los criterios inicialmente y, luego, entre las alternativas a ser analizadas, enfocadas bajo cada uno de los criterios a utilizar. De esta manera, se completa la matriz, la cual permite soportar los cálculos que se realizarán.

El siguiente paso es el cálculo de los pesos relativos, importancia y valores de los elementos. Para ello se elabora una matriz inicial para la comparación entre pares, en la cual la diagonal principal contiene entradas unitarias, debido a que cada factor es tan importante como sí mismo.

Los expertos deberán analizar y evaluar la ponderación adecuada en base a su experiencia y conocimiento del entorno y proyecto. La matriz de comparación entre elementos se presenta en el **Cuadro 2.1.3** y se denominará Matriz de Preferencia General (OPM, por sus siglas en inglés). Es importante destacar que el número de elementos es dependiente del proyecto o iniciativa analizada, por lo que puede variar en cada uno.

Cuadro 2.1.3
Matriz de preferencia general

OPM	Elemento A	Elemento B	Elemento C
Elemento A	1	X	Y
Elemento B	1/X	1	Z
Elemento C	1/Y	1/Z	1

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Luego de obtener la Matriz de Preferencia General (OPM), se procede a calcular el auto-vector, al cual nombraremos el Vector de Valor Relativo (RVV, por sus siglas en inglés). Este auto-vector se calcula al obtener el cuadrado de la OPM y luego sumar las filas. La suma de cada fila es equivalente a un valor de preferencia de cada elemento; luego, con el fin de normalizar estos valores, estos se expresan como fracciones de una unidad. Tomando como referencia la OPM del **Cuadro 2.1.3**. A continuación, se presenta el cálculo para obtener el RVV:

$$\begin{bmatrix} 1 & X & Y \\ 1/X & 1 & Z \\ 1/Y & 1/Z & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & X & Y \\ 1/X & 1 & Z \\ 1/Y & 1/Z & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a+b+c \\ d+e+f \\ g+h+i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} j \\ k \\ l \end{bmatrix}$$

$$RVV \equiv \begin{bmatrix} j/j+k+l \\ k/j+k+l \\ l/j+k+l \end{bmatrix}$$

El modelo de presentación del RVV se presenta en el **Cuadro 2.1.4**.

Cuadro 2.1.4
Vector de Valor Relativo

RVV	Prioridad
Elemento A	
Elemento B	
Elemento C	

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

En base a esto se puede calcular el Ratio de Consistencia (CR, por sus siglas en inglés) para medir qué tan consistente han sido las comparaciones de atributos. El Ratio de Consistencia se define mediante la siguiente fórmula:

$$CR = \frac{\text{Índice de consistencia de la matriz}}{\text{Índice de consistencia aleatorio}}$$

El Índice de Consistencia de la matriz (CI), está dado por una relación entre el valor Eigen Principal y el número de criterios considerados (n). El valor Eigen Principal (λ_{max}), a su vez, está dado por la suma de los productos entre cada elemento del RVV y la suma de las columnas de la OPM.

$$\lambda_{max} = (1 + 1/X + 1/Y) \left(\frac{j}{j+k+l} \right) + (X + 1 + 1/Z) \left(\frac{k}{j+k+l} \right) + (Y + Z + 1) \left(\frac{l}{j+k+l} \right)$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Este índice de consistencia, luego, es comparado con un índice de consistencia aleatorio, el cual es generado al promediar índices de consistencia de matrices generadas de manera aleatoria. En el **Cuadro 2.1.5** se presenta una lista de índices de consistencia aleatorios variables en función del número de criterios considerados.

Cuadro 2.1.5
Índices de consistencia aleatoria

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice de consistencia aleatorio	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fuente: Análisis Jerárquico de Saaty, 1980.
Elaborado por: INSIDEO.

En caso se obtenga un Ratio de Consistencia mayor a 0,1 ($CR > 0,1$) las comparaciones no son confiables debido a que la priorización contemplada se encuentra muy cerca a la

aleatoriedad. Una vez que se demuestre que las comparaciones de priorización son consistentes y confiables, se procederá a comparar las alternativas. Las alternativas serán comparadas bajo los distintos criterios elegidos y trabajados anteriormente. Se repetirán los pasos antes mencionados. Este paso asegura que las prioridades consideradas son consistentes y, por ende, el criterio empleado se ve fortalecido. Asimismo, en caso se tengan solamente dos criterios como parte del análisis jerárquico, no será necesario el cálculo del ratio de consistencia (CR), ya que los valores de priorización serán proporcionales entre sí y, en consecuencia, consistentes.

Luego, bajo los distintos aspectos considerados, se elaborará la Matriz de Desempeño de las Alternativas (APM, por sus siglas en inglés), tal como se presenta en el **Cuadro 2.1.6**.

Cuadro 2.1.6
Matriz de desempeño de las alternativas

APM	Criterio A	Criterio B	Criterio C
Alternativa 1			
Alternativa 2			
Alternativa 3			
Alternativa 4			

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Esta matriz (APM) resume las capacidades de cada una de las alternativas en términos de los criterios. Sin embargo, esto no es absoluto, sino relativo a los criterios que se eligieron inicialmente y relativo a las alternativas contempladas; en tal sentido, este análisis no descarta una alternativa dada, sino que ve favorable una sobre otra.

Para finalizar el análisis de alternativas, se tomará en cuenta la comparación inicial entre los criterios, la cual se refleja en el RVV. Se combinará el APM con el RVV, con la finalidad de obtener un vector que muestre los resultados finales entre las alternativas (tomando en cuenta la ponderación entre criterios y también el desempeño de cada alternativa por criterio). Este vector final se llamará Vector del Valor Final (VFV, por sus siglas en inglés).

$$VFV = APM \times RVV$$

Este vector final arrojará un valor específico para cada alternativa considerada y la alternativa con mayor valor será la más favorable, dada la priorización de criterios considerada y el desempeño relativo de esta en función de las otras.

2.1.2 Supuestos del análisis

En cada análisis de alternativas, es imperativo identificar los supuestos de partida. Esto permite poner en perspectiva las limitaciones del análisis en función de la relevancia del mismo. El análisis no puede ser considerado válido cuando, después de haber sido completado, los objetivos del proyecto cambian, o en caso de cambios significativos en el

entorno del proyecto, ya sea ambiental o socioeconómico. A continuación, se presentan las consideraciones incorporadas en el análisis de alternativas del presente estudio.

- Los parámetros considerados en la selección de las alternativas del proyecto no variarán de una manera tal que requiera un cambio fundamental en el diseño o en los requerimientos del proyecto.
- El diseño de las instalaciones presentado corresponde al diseño del proyecto que fue utilizado a nivel de pre-factibilidad, motivo por el cual pueden existir discrepancias entre las características de estructuras en esta sección y las características de estructuras a nivel de factibilidad o estudios definitivos. En caso de que sea necesario realizar algún cambio al diseño, se anticipa que este no afectará significativamente las características fundamentales de los elementos analizados. Es importante señalar que el detalle del diseño de las alternativas es menor en comparación con lo expuesto en el presente capítulo para la opción elegida, de tal modo que exista homogeneidad en el nivel de información presentada. Esto es consistente con la aplicación de la Jerarquía de la Mitigación, puesto que las medidas de “Evitar” el impacto se hacen precisamente antes de poseer una descripción detallada de las características del proyecto.

2.1.3 Selección de criterios

Como se mencionó en la metodología del análisis de alternativas, para la presente evaluación será necesaria la selección de criterios bajo los cuales se comparen las diferentes alternativas. Los criterios a considerar son los siguientes:

- Criterio ambiental
- Criterio social
- Criterio técnico-económico
- Criterio cultural

2.1.3.1 Criterio ambiental

Dentro del criterio ambiental se tomaron en cuenta los siguientes sub-criterios:

- **Importancia ecológica del sitio:** referida a la valoración relativa de las alternativas en base a las condiciones ambientales basales (aptitud de suelos, presencia de flora y fauna relevante, entre otros) en cuyo ámbito se emplazaría cada alternativa.
- **Impactos ambientales potenciales asociados:** referidos a la posibilidad de generación de impactos ambientales relevantes diferenciados. Como ejemplos de estos impactos se citan a la pérdida de suelos, vegetación y hábitat de fauna por intervención de la infraestructura.
- **Riesgos ambientales potenciales asociados:** referidos a efectos asociados a cierta probabilidad de ocurrencia, es decir que, a diferencia de los impactos, no existe certeza que ocurran, aunque no se descarta su ocurrencia dadas las características

de la actividad y la naturaleza ambiental en donde se desarrollaría el proyecto. Como ejemplo de estos riesgos se cita a la probabilidad de colisión de aves con los aerogeneradores durante la etapa de operación y mantenimiento.

Estos tres sub-criterios permiten diferenciar entre el contexto sobre el cual se desarrolla cada alternativa considerada (Importancia ecológica del sitio) y los efectos diferenciados de cada alternativa sobre el entorno (Impactos ambientales potenciales diferenciados y Riesgos ambientales potenciales asociados).

Asimismo, tal como se presentó en la **Sección 2.1.1**, los criterios y sub-criterios necesitan ser ponderados, es decir expresar su valor relativo. En el **Cuadro 2.1.7** se presenta la matriz en donde se comparan los pesos relativos para los sub-criterios ambientales de acuerdo a la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.7
Pesos relativos – sub-criterios ambientales

Sub-criterio	Importancia ecológica del sitio	Impactos ambientales potenciales asociados	Riesgos ambientales potenciales asociados
Importancia ecológica del sitio	1,000	3,000	0,143
Impactos ambientales potenciales asociados	0,333	1,000	0,125
Riesgos ambientales potenciales asociados	7,000	8,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Estos resultados se justifican en que, dadas las condiciones ambientales del área como escasa vegetación, escasa estructura para el hábitat de fauna en el área de emplazamiento directo de la infraestructura y la presencia cercana de áreas de interés relativo por la presencia de avifauna, como la línea costera, y focos de atracción, también para la avifauna, relacionados con la presencia de residuos sólidos; estas hacen posible que los riesgos sean más relevantes para el análisis que los mismos impactos.

Es importante señalar que los impactos ambientales de una iniciativa como esta son menores, debido a que una central eólica no tiene la capacidad de desestructurar grandes extensiones de terrenos, aun cuando el área que cubre esta central eólica es grande. La separación de los aerogeneradores para evitar interferencias en su eficiencia hace que las obras sean puntuales y espaciadas, lo cual repercute en un área intervenida no continua o fragmentada, con menor relevancia desde el punto de vista del impacto generado.

Por otro lado, la operación de los aerogeneradores sí constituye un riesgo para cierto tipo de avifauna y un grupo de murciélagos, motivo por el cual la evaluación de riesgos sí representa un aspecto relevante y de gran peso al momento de la toma de decisiones. En

ese sentido, se consideran las recomendaciones del Banco Mundial⁶ sobre la importancia de evitar la creación de elementos artificiales en el entorno que pudieran atraer a las aves y murciélagos hacia la instalación de energía eólica, razón por la cual es que se toman en cuenta los potenciales riesgos ambientales que el proyecto presenta, en cuanto a la colisión de aves o murciélagos con las aspas de los aerogeneradores.

Con respecto a la importancia ecológica del sitio, el valor es intermedio puesto que el área, de acuerdo con las evaluaciones de línea base realizadas, no presenta particularidades importantes, no existen áreas naturales protegidas en las cercanías, ni existen sitios considerados de relevancia para fines de conservación por sus altos valores de biodiversidad.

En base al cuadro anterior, se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de los sub-criterios (**Cuadro 2.1.8**).

Cuadro 2.1.8
Vector de Valor Relativo – sub-criterios ambientales

Sub-criterio	Prioridad
Importancia ecológica del sitio	0,149
Impactos ambientales potenciales asociados	0,067
Riesgos ambientales potenciales asociados	0,784

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Del Vector de Valor Relativo (RVV) se puede inferir que el sub-criterio “Riesgos ambientales potenciales asociados” presenta una mayor prioridad que la “Importancia ecológica del sitio” y esta a su vez que los “Impactos potenciales asociados”.

Con el fin de verificar que el RVV sea consistente, se evaluó el ratio de consistencia de este, obteniendo que su equivalencia es 0,036, siendo menor a 0,1 y, por lo tanto, cumpliendo con el criterio de consistencia anteriormente expuesto.

2.1.3.2 Criterio social

Dentro del criterio social, se tomaron en cuenta los siguientes sub-criterios:

- Condiciones del entorno social: referidas a las características sociales relevantes del entorno cercano a las alternativas, como la cercanía a centros poblados, la propiedad superficial, el conocimiento del proyecto y las percepciones al respecto.
- Impactos sociales potenciales asociados: referidos a la posibilidad de generación de impactos sociales significativos diferenciados, tales como cambios en las

⁶ Grupo Banco Mundial, 2015. Guías sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad para la Energía Eólica del Banco Mundial.

expectativas de beneficio social en el área. También se consideran impactos ambientales de relevancia social, tales como la ocurrencia de ruidos molestos.

En el **Cuadro 2.1.9** se presenta la matriz donde se comparan los pesos relativos para los sub-criterios sociales de acuerdo a la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.9
Pesos relativos – sub-criterios sociales

Sub-criterio	Condiciones del entorno social	Impactos sociales potenciales asociados
Condiciones del entorno social	1,000	4,000
Impactos sociales potenciales asociados	0,250	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Los pesos elegidos se basan en la siguiente justificación:

- La central eólica se encontraría emplazada en áreas no pobladas y sin uso actual debido a su aridez, motivo por el cual los impactos sociales negativos serían bastante limitados y de menor relevancia para el análisis.
- La infraestructura de transmisión eléctrica tiene muy poca capacidad de impactar directamente a las variables socioeconómicas en forma negativa, debido a que el emplazamiento directo está asociado únicamente con las patas de las torres y algunas restricciones asociadas al tamaño de cultivos y exclusión de viviendas en la franja de servidumbre.
- Aun cuando los impactos son acotados por estas razones, la presencia de propiedad superficial (en este caso de la Comunidad Campesina San Pedro de Mórrope) o de sitios en donde se realiza algún tipo de actividad, es más relevante que los impactos mismos, debido a la mayor probabilidad de conflictos, principalmente por percepciones asociadas a efectos negativos de la operación de una línea de transmisión.

El **Cuadro 2.1.10** presenta el RVV, el cual detalla la prioridad en función de los sub-criterios antes mencionados.

Cuadro 2.1.10
Vector de valor relativo – sub-criterios sociales

Sub-criterio	Prioridad
Condiciones del entorno social	0,800
Impactos sociales potenciales asociados	0,200

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Del Vector de Valor Relativo (RVV) se puede inferir que el sub-criterio “Condiciones del entorno social” tiene una prioridad mayor con respecto al sub-criterio “Impactos sociales potenciales asociados”.

2.1.3.3 Criterio técnico-económico

Dentro del criterio económico se tomaron en cuenta los siguientes sub-criterios:

- Consideraciones para la etapa de construcción: referidas principalmente a la facilidad relativa de las tareas de preparación del área, los costos totales y unitarios⁷, y costos asociados a la adquisición de derechos sobre posesiones y propiedad comunal de terrenos superficiales.
- Consideraciones para la etapa de operación y mantenimiento: referidos a los requerimientos técnicos para el buen funcionamiento de las instalaciones, tales como el mantenimiento de la infraestructura de generación y de evacuación de la energía.
- Consideraciones para la etapa de abandono: La elección de la ubicación también empleó criterios referidos a las facilidades ofrecidas por las alternativas para cumplir con los objetivos del Plan de Abandono, en cuanto a la idoneidad del terreno y de las actividades propuestas para el retorno a condiciones similares a las originales.

En el **Cuadro 2.1.11** se presenta la matriz donde se comparan los pesos relativos para el criterio económico de acuerdo a la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.11
Pesos relativos – sub-criterios técnicos-económicos

Sub-criterio	Consideraciones para la etapa de construcción	Consideraciones para la etapa de operación y mantenimiento	Consideraciones para la etapa de abandono
Consideraciones para la etapa de construcción	1,000	7,000	7,000
Consideraciones para la etapa de operación y mantenimiento	0,143	1,000	2,000
Consideraciones para la etapa de cierre	0,143	0,500	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Esta calificación se justifica en los altos costos para la instalación de una central eólica de este tipo, debido a que los aerogeneradores son fabricados exclusivamente en el extranjero, se necesita un transporte y montaje complejo y altamente especializado, en comparación con las obras de mantenimiento que son menores en términos de retos técnicos ingenieriles y también económicos. Lo mismo es aplicable para la línea de transmisión, puesto que su instalación demanda un despliegue bastante mayor que el despliegue requerido para la etapa operativa. Las consideraciones técnicas y económicas para la etapa de abandono,

⁷ En general, los costos fueron trabajados de manera relativa, por lo que estos no corresponden necesariamente a los costos totales del proyecto.

son intermedias debido a que si bien los retos (desmontaje, demolición) son mayores que para la etapa operativa, no tienen el alcance complejo de las actividades necesarias de la etapa constructiva.

El **Cuadro 2.1.12** presenta el RVV, el cual detalla la prioridad en función de los sub-criterios antes mencionados.

Cuadro 2.1.12
Vector de valor relativo – sub-criterios económicos

Sub-criterio	Prioridad
Consideraciones para la etapa de construcción	0,777
Consideraciones para la etapa de operación y mantenimiento	0,137
Consideraciones para la etapa de cierre	0,086

Fuente: INSIDEO, 2020.

Elaborado por: INSIDEO.

Con el fin de verificar que el RVV sea consistente, se evaluó el ratio de consistencia de este, obteniendo que su equivalencia es 0,021, siendo menor a 0,1 y, por lo tanto, cumpliendo con el criterio de consistencia anteriormente expuesto.

De acuerdo con estos resultados, las consideraciones técnico-económicas para la etapa constructiva son muy relevantes, en comparación con las otras etapas, motivo por el cual la calificación de su prioridad es alta.

2.1.3.4 Criterio cultural

Dentro del criterio cultural se tomaron en cuenta los siguientes sub-criterios:

- Presencia de restos arqueológicos: referido a la identificación de restos arqueológicos en el área de emplazamiento de las alternativas propuestas y al estado de obtención del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) que circunscriba dicha área.
- Riesgo de afectación de restos arqueológicos: referido a los sub-superficiales. Dada la incertidumbre respecto a la presencia de restos arqueológicos sub-superficiales, esta probabilidad será evaluada principalmente en relación a la proporción del área de emplazamiento de las alternativas.

En el **Cuadro 2.1.13** se presenta la matriz donde se comparan los pesos relativos para el criterio cultural de acuerdo a la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.13
Pesos relativos – sub-criterios culturales

Sub-criterio	Presencia de restos arqueológicos	Riesgo de afectación de restos arqueológicos
Presencia de restos arqueológicos	1,000	0,250
Riesgo de afectación de restos arqueológicos	4,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

El sub-criterio “Riesgo de afectación de restos arqueológicos” es mayor que el sub-criterio “Presencia de restos arqueológicos” puesto que si bien la zona presenta algunos restos, tales como conchales y otros vestigios fragmentados, existe incertidumbre en cuanto a la presencia de restos por debajo de la superficie, de allí la relevancia de los posibles hallazgos durante las primeras fases de la etapa constructiva, lo cual es de especial interés para la gestión cultural del proyecto.

El **Cuadro 2.1.14** presenta el RVV, el cual detalla la prioridad en función de los sub-criterios antes mencionados.

Cuadro 2.1.14
Vector de valor relativo – sub-criterios culturales

Sub-criterio	Prioridad
Presencia de restos arqueológicos	0,200
Riesgo de afectación de restos arqueológicos	0,800

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

2.1.4 Ponderación de criterios

Finalmente, luego de haber asignado los pesos relativos entre los sub-criterios, se procede a asignar la ponderación final entre los criterios ambiental, social, técnico-económico y cultural. En el **Cuadro 2.1.15** se presenta la matriz de comparación entre pares para la importancia entre criterios.

Cuadro 2.1.15
Importancia entre criterios

Criterio	Criterio ambiental	Criterio social	Criterio técnico-económico	Criterio cultural
Criterio ambiental	1,000	2,000	1,000	3,000
Criterio social	0,500	1,000	1,000	4,000
Criterio técnico-económico	1,000	1,000	1,000	4,000
Criterio cultural	0,333	0,250	0,250	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Con el fin de verificar que el RVV es consistente, se evaluó el ratio de consistencia de este, obteniendo que este es equivalente a 0,031. Ya que este resultó menor a 0,1, cumple con el criterio de consistencia anteriormente expuesto.

En base al **Cuadro 2.1.15** se obtiene el RVV, el cual presenta la prioridad en función de los criterios, como se puede ver en el **Cuadro 2.1.16**.

Cuadro 2.1.16
Vector de Valor Relativo - Criterios

Criterio	Prioridad
----------	-----------

Criterio ambiental	0,352
Criterio social	0,264
Criterio técnico - económico	0,302
Criterio cultural	0,082

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Tomando en cuenta la ponderación entre los sub-criterios y entre los criterios, en el **Cuadro 2.1.17** se presenta la ponderación final a nivel de sub-criterio.

Cuadro 2.1.17
Ponderación final de sub-criterios

Criterio	Prioridad	Sub-criterio	Ponderación secundaria	Ponderación final
Criterio ambiental	0,352	Importancia ecológica del sitio	0,149	0,053
		Impactos ambientales potenciales asociados	0,067	0,024
		Riesgos ambientales potenciales asociados	0,784	0,276
Criterio social	0,264	Condiciones del entorno social	0,800	0,211
		Impactos socioeconómicos potenciales asociados	0,200	0,053
Criterio técnico - económico	0,302	Consideraciones para la etapa de construcción	0,777	0,235
		Consideraciones para la etapa de operación y mantenimiento	0,137	0,041
		Consideraciones para la etapa de abandono	0,086	0,026
Criterio cultural	0,082	Presencia de restos arqueológicos	0,200	0,016
		Riesgo de afectación de restos arqueológicos	0,800	0,065

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

2.1.5 Alternativas de la infraestructura asociada

Como se mencionó previamente, el análisis de alternativas para la presente evaluación consistirá en la elección de la ubicación de la infraestructura de generación (central eólica propiamente dicha) y de la infraestructura de transmisión eléctrica de evacuación hacia el SEIN.

En ese sentido, en primer lugar, se realizará el análisis en cuanto a la infraestructura para la central eólica (dos alternativas de arreglo o conformación distinta de la posición de los aerogeneradores). Definido ello, se procederá a la evaluación respecto al modo diferente de conexión con el SEIN (tres alineamientos diferentes para la interconexión con la línea de transmisión existente). Finalmente, se tendrá la conclusión de la mejor alternativa ambiental y técnica, en cuanto a los diferentes planteamientos establecidos.

Es importante indicar que no se consideró pertinente ni útil evaluar otras alternativas debido a que el resto de la infraestructura es estándar para proyectos eólicos como el presentado. Asimismo, la infraestructura de apoyo que pudiera tener relevancia para el análisis está relacionada con la ubicación de las alternativas de ubicación de los

aerogeneradores, motivo por el cual no son independientes para ser consideradas en el análisis.

2.1.5.1 Arreglo de la Central Eólica

Las alternativas propuestas para la infraestructura de generación en la Central Eólica Mórrope son las siguientes:

- A) Configuración original compuesta por 45 aerogeneradores de aproximadamente 3,9 MW cada uno.
- B) Configuración alterna compuesta por 52 aerogeneradores de aproximadamente 3,9 MW cada uno.
- C) Configuración final compuesta por 38 aerogeneradores de aproximadamente 6,0 MW cada uno.

A continuación, se presenta una breve descripción de las tres alternativas:

Alternativa A – Esta alternativa está conformada por cuatro grupos de aerogeneradores más o menos paralelos al litoral. Entre las particularidades de este arreglo figura la presencia de un grupo particular de aerogeneradores ubicados al sur de la central, en la colindancia con un depósito de residuos sólidos. El aerogenerador más cercano se encuentra a aproximadamente 200 m al mencionado depósito. Asimismo, el aerogenerador más cercano al litoral se encuentra aproximadamente a 500 m de la línea costera. En la **Imagen 2.1.1** se presenta la configuración de esta alternativa.

Imagen 2.1.1
Configuración de la Alternativa A



Fuente: Google Earth, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Alternativa B - Esta alternativa está conformada por cuatro grupos de aerogeneradores más o menos paralelos al litoral y un grupo en forma perpendicular (en el extremo noroeste). El aerogenerador más cercano al depósito de residuos sólidos se encuentra a aproximadamente 750 m del mismo. Asimismo, el aerogenerador más cercano al litoral se encuentra aproximadamente a 700 m de la línea costera. En la **Imagen 2.1.2** se presenta la configuración de esta alternativa.

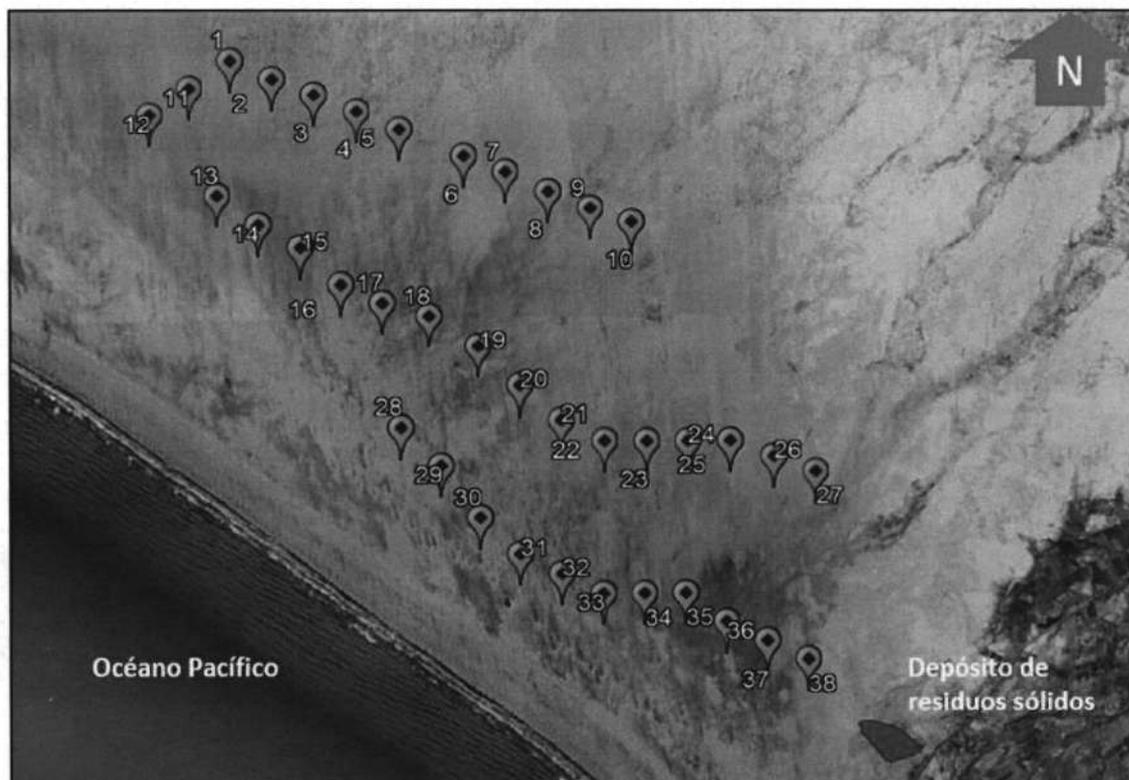
Imagen 2.1.2
Configuración de la Alternativa B



Fuente: Google Earth, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Alternativa C – Esta alternativa está conformada por tres grupos de aerogeneradores, más retirados del litoral que las anteriores alternativas, con el aerogenerador más cercano a la orilla a una distancia aproximada de 1,3 km. Además, esta configuración dispone a los aerogeneradores de tal manera que no ocupen al área inundable identificada al noroeste, en caso de precipitaciones anormales ocasionadas por eventos de El Niño. Finalmente, el aerogenerador más cercano al depósito de residuos sólidos se encuentra a aproximadamente a 750 m de este. En la **Imagen 2.1.3** se presenta la configuración de esta alternativa.

Imagen 2.1.3
Configuración de la Alternativa C



Fuente: Google Earth, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Es importante mencionar que, dados los criterios expuestos en la **Sección 2.1.3**, una misma característica, p. ej., emplazamiento, no necesariamente obtendrá una misma ponderación relativa en distintos sub-criterios. Por ejemplo, es factible que el emplazamiento de una alternativa considerada sea más favorable al evaluarla bajo el lente del criterio ambiental, pero sea la menos favorable bajo el criterio social. En tal sentido, de acuerdo con la metodología expuesta, se evaluarán las alternativas primero independientemente por criterio y luego se ponderarán las características y criterios con el fin de obtener un valor final que englobe las ventajas y desventajas de cada alternativa en un solo valor final.

Criterios ambientales

Importancia ecológica del sitio

En el **Cuadro 2.1.18** se presenta la matriz en donde se comparan los pesos relativos de las tres alternativas para el criterio ambiental 'Importancia ecológica del sitio', de acuerdo a la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.18

Pesos relativos – criterio ambiental – Importancia ecológica del sitio

Alternativas	Arreglo de la central eólica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	0,200	0,143
Alternativa B	5,000	1,000	0,200
Alternativa C	7,000	5,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Si bien es cierto que la importancia ecológica del ámbito en donde se desarrollarían las tres alternativas es baja, dado que el proyecto se encuentra, principalmente, en un desierto con presencia de vegetación xerofítica (**Fotografía 2.1.1**), las Alternativas A y B presentan mayor cercanía a lugares de interés para la avifauna, por lo que son desventajosas en perspectiva con la Alternativa C.

Fotografía 2.1.1

Vista de parte del área prevista de emplazamiento de los aerogeneradores



Fuente: INSIDEO, 2020.

En base al cuadro anterior, se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas (**Cuadro 2.1.19**).

Cuadro 2.1.19

Vector de Valor Relativo – criterio ambiental – Importancia ecológica del sitio

Alternativas	Prioridad
Alternativa A	0,061
Alternativa B	0,211
Alternativa C	0,728

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Impactos ambientales potenciales asociados

En relación al criterio 'Impactos ambientales potenciales asociados', el **Cuadro 2.1.20** presenta la matriz en donde se comparan los pesos relativos de las tres alternativas de acuerdo a la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.20

Pesos relativos – criterio ambiental – Impactos ambientales potenciales asociados

Alternativas	Arreglo de la central eólica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	0,500	0,250
Alternativa B	2,000	1,000	0,333
Alternativa C	4,000	3,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.

Elaborado por: INSIDEO.

La Alternativa A, al estar más cerca a sitios de interés para la avifauna, es más desfavorable en cuanto a los impactos asociados a la perturbación derivada de las actividades constructivas sobre estos espacios. Asimismo, la Alternativa B se encuentra más cercana al litoral que la Alternativa C, por lo que la primera es a su vez, más desfavorable que la segunda. Si bien es cierto no se espera que estas actividades, para las tres alternativas, sean generadoras de impactos significativos, dadas las puntuales obras en términos espaciales y temporales, se espera una preferencia por la Alternativa C, puesto que la emisión de ruidos tendría menor alcance espacial en perspectiva con la Alternativa A y puesto que su mayor distanciamiento al litoral genera menores riesgos asociados que las Alternativas A y B. Para los tres casos, no se espera que las contribuciones de material particulado sean de interés, debido al grado de humedad del suelo y tamaño de partículas asociadas a la dispersión por movimiento de tierras. Asimismo, la intervención de suelos es menor para la Alternativa C, dado su menor número de aerogeneradores.

En base al cuadro anterior, se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas (**Cuadro 2.1.21**).

Cuadro 2.1.21

Vector de Valor Relativo – criterio ambiental – Impactos ambientales potenciales asociados

Alternativas	Prioridad
Alternativa A	0,136
Alternativa B	0,238
Alternativa C	0,626

Fuente: INSIDEO, 2020.

Elaborado por: INSIDEO.

Riesgos ambientales potenciales asociados

En relación al criterio 'Riesgos ambientales potenciales asociados', el **Cuadro 2.1.22** presenta la matriz en la cual se comparan los pesos relativos de las tres alternativas de acuerdo a la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.22

Pesos relativos – criterio ambiental – Riesgos ambientales potenciales asociados

Alternativas	Arreglo de la central eólica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	0,143	0,125
Alternativa B	7,000	1,000	0,250
Alternativa C	8,000	4,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Los valores asignados a los pesos relativos de cada alternativa se basan en lo siguiente:

- La Alternativa A, al estar más cerca a sitios de interés para la avifauna, es más desfavorable en cuanto a los riesgos asociados a la colisión con las aspas durante la etapa operativa. En el área de estudio, se ha detectado la presencia de dos sitios de interés por la relativa singularidad de la avifauna: el primero de ellos relacionado con la línea costera debido a la presencia de aves migratorias y residentes que utilizan el espacio como fuente de alimento, y el segundo asociado a un depósito de residuos sólidos que es un foco de atracción de significativas concentraciones de aves (2.1), como el gallinazo de cabeza negra *Coragyps atratus*.
- Existen estudios sobre las distancias a tener en cuenta al momento de disponer aerogeneradores cerca de zonas de aglomeración de aves, como es el caso del depósito de residuos sólidos en cuestión (LAG VSW, 2014)⁸. Asimismo, la Guía de Buenas Prácticas para el Desarrollo Eólico en Argentina (2019)⁹ menciona medidas de gestión de impactos en aves y murciélagos, con respecto a la importancia de mantener una cierta distancia entre los focos de aglomeración de aves o murciélagos y los aerogeneradores y líneas de transmisión eléctrica que conforman un parque eólico. En esta guía se recomienda alejar las instalaciones de generación como mínimo 500 m de cuerpos de agua o lugares de interés para fauna. En esta misma guía también sugieren alejar, como mínimo, 1000 m las líneas de transmisión del parque de los focos de interés para fauna. Por otro lado, las Guías sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad para la Energía Eólica del Banco Mundial¹⁰ sugieren como medida de gestión evitar la creación de elementos artificiales en el entorno que pudieran atraer a las aves y a los murciélagos hacia la instalación de energía eólica.
- Las Alternativas B y C cumplen con estas distancias de seguridad, motivo por el cual son significativamente más favorables que la Alternativa A.

⁸ Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG VSW) (2014): Recommendations for distances of wind turbines to important areas for birds as well as breeding sites of selected bird species. Ber. Vogelschutz 51: 15-42

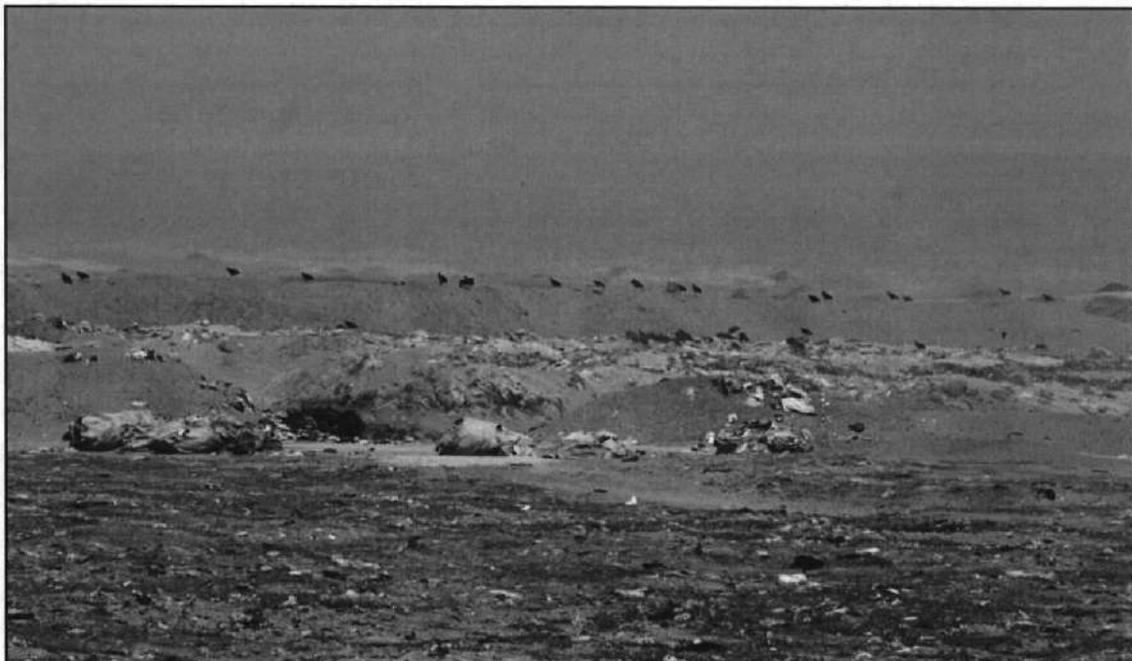
⁹ BID, IFC, 2019. Guía de Buenas Prácticas para el Desarrollo Eólico en Argentina. Gestión de Impactos en Aves y Murciélagos.

¹⁰ Grupo Banco Mundial, 2015. Guías sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad para la Energía Eólica del Banco Mundial.

- Por su parte, la Alternativa C es más favorable que la Alternativa B, debido a que, a pesar de su similar distancia con la zona de aglomeración de aves en el depósito de residuos sólidos, su línea de aerogeneradores más cercana al litoral se encuentra más alejada por un aproximado de 500 m, lo cual contribuye a reducir el riesgo de colisión de aves de litoral con las aspas.
- No se espera que ninguna de las alternativas sea relevante en cuanto a riesgos por muertes de murciélagos por barotrauma¹¹ debido a que el área no presenta estructura vegetal importante para estos mamíferos voladores y las evaluaciones de línea base biológica no han registrado ninguna especie de quirópteros en el área de estudio.

Fotografía 2.1.2

Presencia de gallinazos en el depósito de residuos sólidos



Fuente: INSIDEO, 2020.

En base al cuadro anterior, se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas (**Cuadro 2.1.23**).

Cuadro 2.1.23

Vector de Valor Relativo – criterio ambiental – Riesgos ambientales potenciales asociados

Alternativas	Prioridad
Alternativa A	0,051

¹¹ Grupo Banco Mundial, 2015. Guías sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad para la Energía Eólica del Banco Mundial.

9.500

Alternativa B	0,253
Alternativa C	0,697

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

2.1 Criterios sociales

Condiciones del entorno social

En el **Cuadro 2.1.24** se presenta la matriz en donde se comparan los pesos relativos de las tres alternativas para las 'Condiciones del entorno social', de acuerdo a la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.24
Pesos relativos – criterios sociales - Condiciones del entorno social

Alternativas	Arreglo de la central eólica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	0,500	0,333
Alternativa B	2,000	1,000	0,500
Alternativa C	3,000	2,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

En los tres casos, toda la disposición de la central eólica (aerogeneradores) se encuentra dentro de los límites de la Comunidad Campesina San Pedro de Mórrope, pero el arreglo de la Alternativa A, al estar más al sur con respecto a las Alternativas B y C, se encuentra más cercana al área de actividades humanas del sector de Yéncala León. Por este motivo, los aerogeneradores en la Alternativa A tendrían una mayor dimensión paisajística desde las cuencas visuales de estas áreas pobladas, siendo posiblemente fuente de percepciones negativas en mayor proporción que las Alternativa B y C. Por otro lado, los aerogeneradores de la Alternativa B se encuentran más cercanos al litoral que los de la Alternativa C, por lo que serían algo más perceptibles por parte de los pescadores de la zona.

En base al cuadro anterior, se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas (**Cuadro 2.1.25**).

Cuadro 2.1.25
Vector de Valor Relativo – criterios sociales - Condiciones del entorno social

Alternativas	Prioridad
Alternativa A	0,163
Alternativa B	0,297
Alternativa C	0,540

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Impactos sociales potenciales asociados

En el **Cuadro 2.1.26** se presenta la matriz en donde se comparan los pesos relativos de las tres alternativas para el criterio social 'Impactos sociales potenciales asociados' de acuerdo a la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.26

Pesos relativos – criterios sociales - Impactos sociales potenciales asociados

Alternativas	Arreglo de la central eólica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	1,000	1,000
Alternativa B	1,000	1,000	1,000
Alternativa C	1,000	1,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.

Elaborado por: INSIDEO.

Los valores asignados a los pesos relativos entre las tres alternativas se basan en que no representan impactos sociales negativos diferentes, al estar la totalidad de los arreglos en un área eriaza sin uso actual. Asimismo, los suelos áridos con muy escasa capacidad para el desarrollo de actividades agrícolas no son aptos para el desarrollo de actividades económicas de este tipo bajo márgenes de rentabilidad aceptables. No se espera que la generación de ruidos o emisiones de material particulado como consecuencia de la instalación de los aerogeneradores sea de relevancia en ninguno de los casos, puesto que no existen receptores sensibles adyacentes al área de emplazamiento de la infraestructura. En la fase operativa, tampoco se espera que las emisiones de ruido constituyan impactos sobre receptores sensibles, debido a su lejanía y escaso alcance geográfico de las contribuciones sonoras.

No se espera que ninguna de las tres alternativas represente impactos por parpadeo de sombras (*shadow flicker*), el cual se produce cuando el sol pasa por detrás de la turbina eólica y proyecta una sombra. Al girar las palas del rotor, las sombras se proyectan por el mismo punto, provocando un efecto denominado parpadeo de sombras. El parpadeo de sombras puede constituir un problema cuando en las proximidades hay receptores potencialmente sensibles (por ejemplo, viviendas, centros de trabajo y espacios o centros de enseñanza o de atención a la salud), o cuando estos están ubicados con una orientación específica hacia la instalación de generación de energía eólica¹², situación inexistente en el área puesto que las viviendas más cercanas se encuentran a varios kilómetros del aerogenerador más cercano.

En base al cuadro anterior, se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas (**Cuadro 2.1.27**).

Cuadro 2.1.27

Vector de Valor Relativo – Impactos sociales potenciales asociados

Alternativas	Prioridad
Alternativa A	0,333
Alternativa B	0,333
Alternativa C	0,333

¹² Grupo Banco Mundial, 2015. Guías sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad para la Energía Eólica del Banco Mundial

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Criterios técnicos-económicos

Consideraciones para la etapa de construcción

En el **Cuadro 2.1.28** se presenta la matriz en donde se comparan los pesos relativos de las tres alternativas para el criterio técnico-económico – consideraciones para la etapa de construcción de acuerdo a la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.28
Pesos relativos – criterio técnico-económico – consideraciones para la etapa de construcción

Alternativas	Arreglo de la central eólica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	0,500	0,333
Alternativa B	2,000	1,000	0,500
Alternativa C	3,000	2,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Los pesos relativos asignados obedecen a que, en el caso de la Alternativa A, el ratio de inversión previsto es de aproximadamente 1,35 M US\$/MW, mientras que, para la Alternativa B, es de aproximadamente 1,30 M US\$/MW. Esto se debe a que hay costos asociados a la construcción del proyecto que no varían dentro de un cierto rango de cantidad de aerogeneradores, tales como la construcción de accesos y componentes auxiliares. Es por esto que la Alternativa B, al aprovechar mejor los componentes auxiliares que la alternativa A presenta un ratio de inversión más competitivo. Asimismo, para la Alternativa C, el ratio de inversión previsto es de 1,30 M US\$/MW, igual que para la Alternativa B.

Otro criterio técnico a considerar para el análisis es que la Alternativa C es más ventajosa que las Alternativas A y B, dado que, al considerar un modelo de aerogenerador más grande, puede generar la misma cantidad de energía con una menor cantidad de aerogeneradores.

En base al cuadro anterior, se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas (**Cuadro 2.1.29**).

Cuadro 2.1.29
Vector de Valor Relativo – criterio técnico-económico – consideraciones para la etapa de construcción

Alternativas	Prioridad
Alternativa A	0,163
Alternativa B	0,297
Alternativa C	0,540

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Consideraciones para la etapa de operación y mantenimiento

La matriz en donde se comparan los pesos relativos de las tres alternativas para el criterio económico 'Consideraciones para la etapa de operación y mantenimiento' se presenta en el **Cuadro 2.1.30**.

Cuadro 2.1.30

Pesos relativos – criterio técnico-económico – consideraciones para la etapa de operación y mantenimiento

Alternativas	Arreglo de la central eólica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	0,500	0,200
Alternativa B	2,000	1,000	0,200
Alternativa C	5,000	5,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.

Elaborado por: INSIDEO.

Los pesos relativos asignados obedecen a que, en el caso de la Alternativa A, el ratio de inversión prevista en la operación y mantenimiento de la central eólica es de 24 000 US\$/MW, mientras que para la Alternativa B, es de 23 000 US\$/MW. Por su parte, el ratio de inversión previsto en la operación y mantenimiento para la Alternativa C también es de 23 000 US\$/MW. Al igual que para la etapa de construcción, esto se debe a un mejor aprovechamiento de recursos e instalaciones auxiliares para la operación y mantenimiento, los cuales no varían dentro de cierto rango de cantidad de aerogeneradores. En base al **Cuadro 2.1.31** se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas.

Cuadro 2.1.31

Vector de Valor Relativo – criterio técnico-económico – consideraciones para la etapa de operación y mantenimiento

Alternativas	Prioridad
Alternativa A	0,110
Alternativa B	0,177
Alternativa C	0,713

Fuente: INSIDEO, 2020.

Elaborado por: INSIDEO.

Consideraciones para la etapa de abandono

La matriz en donde se comparan los pesos relativos de las tres alternativas para el criterio económico 'Consideraciones para la etapa de abandono' se presenta en el **Cuadro 2.1.30**.

Cuadro 2.1.32

Pesos relativos – criterio técnico-económico – consideraciones para la etapa de abandono

Alternativas	Arreglo de la central eólica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	1,000	1,000
Alternativa B	1,000	1,000	1,000

Alternativa C	1,000	1,000	1,000
---------------	-------	-------	-------

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Para la etapa de abandono, aun cuando la Alternativa C presenta un menor número de aerogeneradores que las Alternativas A y B, se considera que la diferencia económica no sería de relevancia para que favorezca a una de las alternativas. En base al **Cuadro 2.1.33** se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas.

Cuadro 2.1.33

Vector de Valor Relativo – criterio técnico-económico – consideraciones para la etapa de abandono

Alternativas	Prioridad
Alternativa A	0,333
Alternativa B	0,333
Alternativa C	0,333

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Criterios culturales

Presencia de restos arqueológicos

En el **Cuadro 2.1.34** se presenta la matriz en donde se comparan los pesos relativos de las tres alternativas para el criterio cultural ‘Presencia de restos arqueológicos’ de acuerdo a la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.34

Pesos relativos – criterio cultural – Presencia de restos arqueológicos

Alternativas	Arreglo de la central eólica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	1,000	1,000
Alternativa B	1,000	1,000	1,000
Alternativa C	1,000	1,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Los valores asignados a los pesos relativos de cada alternativa se basan principalmente en que, de manera preliminar mediante la evaluación arqueológica correspondiente, se han registrado indicios de restos arqueológicos en los alrededores de las tres alternativas por igual, por lo que el entorno del patrimonio cultural arqueológico es el mismo y las puntuaciones para las tres alternativas tienen los mismos valores.

En base al cuadro anterior, se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas para el criterio cultural de ‘Presencia de restos arqueológicos’ (**Cuadro 2.1.35**).

Cuadro 2.1.35

Vector de Valor Relativo – criterio cultural – Presencia de restos arqueológicos

Alternativas	Prioridad
--------------	-----------

Alternativa A	0,333
Alternativa B	0,333
Alternativa C	0,333

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Riesgo de afectación de restos arqueológicos

En el **Cuadro 2.1.36** se presenta la matriz en donde se comparan los pesos relativos de las tres alternativas para el criterio cultural 'Riesgo de afectación de restos arqueológicos' de acuerdo a la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.36
Pesos relativos – criterio cultural – Riesgo de afectación de restos arqueológicos

Alternativas	Arreglo de la central eólica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	1,000	1,000
Alternativa B	1,000	1,000	1,000
Alternativa C	1,000	1,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Los valores asignados a los pesos relativos de cada alternativa se basan en el hecho que no se espera que ninguna de las alternativas dañe restos arqueológicos puesto que se contará con el Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) para el momento de la intervención del terreno y de un Plan de Monitoreo Arqueológico (PMA), durante la ejecución de los trabajos tempranos constructivos, sea cual fuese la posición de los aerogeneradores. Asimismo, para las tres alternativas, se estarían tomando las medidas adecuadas, por lo cual el riesgo de afectación por cualquier contingencia es similar para los tres casos.

En base al cuadro anterior, se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas para el criterio cultural de 'Riesgo de afectación de restos arqueológicos' (**Cuadro 2.1.37**).

Cuadro 2.1.37
Vector de Valor Relativo – criterio cultural – Riesgo de afectación de restos arqueológicos

Alternativas	Prioridad
Alternativa A	0,333
Alternativa B	0,333
Alternativa C	0,333

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Resultados

Finalmente, luego de haber asignado los pesos relativos de los diferentes criterios entre las alternativas, se procede a asignar la ponderación final entre las opciones para el arreglo

(ubicación de los aerogeneradores) de la Central Eólica Mórrope. En el **Cuadro 2.1.38** se presenta la matriz de desempeño de alternativas.

Cuadro 2.1.38

Matriz de desempeño de alternativas – arreglo de la Central Eólica Mórrope (ubicación de aerogeneradores)

Alternativas	Prioridad									
	Criterio ambiental			Criterio social		Criterio técnico-económico			Criterio cultural	
	Importancia ecológica del sitio	Impactos ambientales potenciales asociados	Riesgos ambientales potenciales asociados	Condiciones del entorno social	Impactos sociales potenciales asociados	Consideraciones para las etapas de:			Presencia de restos arqueológicos	Riesgo de afectación de restos arqueológicos
Construcción						Operación	Abandono			
Alternativa A	0,061	0,136	0,051	0,163	0,333	0,163	0,110	0,333	0,333	0,333
Alternativa B	0,211	0,238	0,253	0,297	0,333	0,297	0,177	0,333	0,333	0,333
Alternativa C	0,728	0,626	0,697	0,540	0,333	0,540	0,713	0,333	0,333	0,333

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Tomando en cuenta la ponderación entre los sub-criterios y criterios presentada en el **Cuadro 2.1.17** y la matriz de desempeño presentada en el **Cuadro 2.1.38**, se puede obtener el vector de valor final. Como se presentó en la metodología (**Sección 2.1.1**), se deberá multiplicar la Matriz de Desempeño de Alternativas por el Vector de Valor Relativo, en este caso la ponderación entre los sub-criterios. El resultado final, el Vector del Valor Final (VFV), se presenta en el **Cuadro 2.1.39**.

Cuadro 2.1.39

Vector de Valor Final – arreglo de la central eólica (ubicación de aerogeneradores)

Alternativas	Criterio	Valor Final
Alternativa A	Ambiental	0,020
	Social	0,052
	Técnico-económico	0,051
	Cultural	0,027
Total		0,151
Alternativa B	Ambiental	0,087
	Social	0,080
	Técnico-económico	0,086
	Cultural	0,027
Total		0,280
Alternativa C	Ambiental	0,246
	Social	0,132
	Técnico-económico	0,165
	Cultural	0,027
Total		0,569

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

De lo expuesto y analizado, se puede concluir que la **Alternativa C** es la opción más favorable bajo los diferentes criterios analizados.

2.1.5.2 Línea de transmisión eléctrica

Las alternativas propuestas para la línea de transmisión eléctrica de evacuación de la energía generada en la Central Eólica Mórrope al SEIN son las siguientes:

- A) Línea de transmisión eléctrica de 12,07 km
- B) Línea de transmisión eléctrica de 12,93 km
- C) Línea de transmisión eléctrica de 9,01 km

A continuación se presenta una breve descripción de las tres alternativas:

Alternativa A – Esta alternativa está conformada por una línea de transmisión eléctrica de aproximadamente 12,07 km de longitud ubicada al norte del área de la central eólica.

Alternativa B – Esta alternativa está conformada por una línea de transmisión eléctrica de aproximadamente 12,93 km de longitud ubicada al norte del área de la central eólica.

Alternativa C – Esta alternativa está conformada por una línea de transmisión eléctrica de aproximadamente 9,01 km de longitud ubicada al noreste del área de la central eólica.

En la **Imagen 2.1.4** se presenta el alineamiento de cada una de estas alternativas. Es importante mencionar que las medidas de las líneas de transmisión eléctrica de cada alternativa se calculan a partir del punto en el que divergen, sin contar la porción de la línea de transmisión eléctrica que es común a cada una de ellas, la cual se encuentra dentro del parque eólico propiamente dicho.

Imagen 2.1.4

Ubicación de las tres alternativas para la línea de transmisión eléctrica de la Central Eólica Mórrope



Azul: Alternativa A; verde: Alternativa B; rojo: Alternativa C.

Fuente: Google Earth, 2020.

Elaborado por: INSIDEO.

Es importante mencionar que, dados los criterios expuestos en la **Sección 2.1.3**, una misma característica, p. ej., emplazamiento, no necesariamente obtendrá una misma ponderación relativa en distintos sub-criterios. Por ejemplo, es factible que el emplazamiento de una alternativa considerada sea más favorable al evaluarla bajo el lente del criterio ambiental y sea la menos favorable bajo el criterio social. En tal sentido, de acuerdo con la metodología expuesta, se evaluarán las alternativas primero independientemente por criterio y luego se ponderarán las características y criterios con el fin de obtener un valor final que englobe las ventajas y desventajas de cada alternativa en un solo valor final.

Criterios ambientales

Importancia ecológica del sitio

En el **Cuadro 2.1.40** se presenta la matriz en donde se comparan los pesos relativos de las tres alternativas para el criterio ambiental 'Importancia ecológica del sitio' de acuerdo a la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.40
Pesos relativos – criterio ambiental – Importancia ecológica del sitio

Alternativas	Línea de transmisión eléctrica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	0,500	0,250
Alternativa B	2,000	1,000	0,333
Alternativa C	4,000	3,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Los valores asignados a los pesos relativos de cada alternativa se basan en que, si bien es cierto que la importancia ecológica del ámbito en donde se desarrollarían las tres alternativas es baja, dado que el proyecto se encuentra, principalmente, en un desierto con presencia de vegetación xerofítica, la Alternativa A presenta traslape con un ecosistema de matorral xerofítico que constituye un ecotono entre el bosque seco (**Fotografía 2.1.3**), por lo que es desventajosa en perspectiva con las Alternativas B y C. La presencia de este ecotono crea condiciones para una mayor presencia de fauna, incluyendo avifauna, ya que encuentra alimento y refugio en mayor cantidad, lo cual eleva la importancia ecológica del área.

Si bien la Alternativa B presenta similar longitud que la Alternativa A, no presenta el mismo nivel de traslape con esta formación vegetal que la Alternativa A. La Alternativa C es la más ventajosa debido a que en gran parte de su longitud existe una cobertura vegetal muy escasa.

En base al cuadro anterior, se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas (**Cuadro 2.1.41**).

Cuadro 2.1.41
Vector de Valor Relativo – criterio ambiental – Importancia ecológica del sitio

Alternativas	Prioridad
Alternativa A	0,136
Alternativa B	0,238
Alternativa C	0,626

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Fotografía 2.1.3

Vista del matorral xerofítico sobre el cual se emplazarían las Alternativas A o B de la línea de transmisión eléctrica



Fuente: INSIDEO, 2020.

Impactos ambientales potenciales asociados

En relación al criterio 'Impactos ambientales potenciales asociados', el **Cuadro 2.1.42** presenta la matriz en donde se comparan los pesos relativos de las tres alternativas de acuerdo a la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.42**Pesos relativos – criterio ambiental – Impactos ambientales potenciales asociados**

Alternativas	Línea de transmisión eléctrica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	0,500	0,200
Alternativa B	2,000	1,000	0,250
Alternativa C	5,000	4,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.

Elaborado por: INSIDEO.

Los valores asignados a los pesos relativos de cada alternativa se basan en que la Alternativa A, al estar sobre sitios de interés como el ecotono entre el bosque seco y el desierto, presentaría más intervención de vegetación natural, tanto por la habilitación de las torres como por la construcción de caminos de acceso. Asimismo, esta estructura vegetal crea condiciones para una mayor presencia de fauna, ya que encuentra alimento y refugio en mayor cantidad respecto a la zona desértica. En cuanto a la Alternativa B, es más ventajosa que la Alternativa A, ya que presenta menor traslape con esta formación vegetal y, por lo tanto, menores impactos sobre la flora y fauna como consecuencia de la habilitación de la infraestructura. La Alternativa C es la de menores consecuencias en

términos ambientales puesto no presenta un traslape importante con vegetación y está alineada con un camino existente, no necesitándose nuevos accesos para su construcción.

En base al cuadro anterior, se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas (**Cuadro 2.1.43**).

Cuadro 2.1.43

Vector de Valor Relativo – criterio ambiental – Impactos ambientales potenciales asociados

Alternativas	Prioridad
Alternativa A	0,116
Alternativa B	0,199
Alternativa C	0,685

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Riesgos ambientales potenciales asociados

En relación al criterio ‘Riesgos ambientales potenciales asociados’, el **Cuadro 2.1.44** presenta la matriz en donde se comparan los pesos relativos de las tres alternativas de acuerdo a la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.44

Pesos relativos – criterio ambiental – Riesgos ambientales potenciales asociados

Alternativas	Línea de transmisión eléctrica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	0,500	0,250
Alternativa B	2,000	1,000	0,333
Alternativa C	4,000	3,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Los valores asignados a los pesos relativos de cada alternativa se basan en que la Alternativa A, al estar en sitios de interés para la avifauna, es más desfavorable en cuanto a los riesgos asociados a la colisión de individuos con las torres y cableado y a la electrocución. La Alternativa B es algo más favorable debido a que presenta un menor traslape con la formación vegetal de interés, aunque si posee estructura vegetal, como la agrícola, que significa también la presencia de riesgos asociados. En cuanto a la Alternativa C, es la de menor riesgo por colisión y electrocución de fauna voladora debido a la pobre cobertura vegetal y baja estratificación de la vegetación adyacente, lo cual significa una baja oferta de recursos para la fauna voladora susceptible a choques y electrocución. En base al cuadro anterior, se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas (**Cuadro 2.1.45**).

Cuadro 2.1.45

Vector de Valor Relativo – criterio ambiental – Riesgos ambientales potenciales asociados

Alternativas	Prioridad
Alternativa A	0,136
Alternativa B	0,238
Alternativa C	0,626

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Criterios sociales

Condiciones del entorno social

En el **Cuadro 2.1.46** se presenta la matriz en donde se comparan los pesos relativos de las tres alternativas para las 'Condiciones del entorno social', de acuerdo a la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.46

Pesos relativos – criterios sociales - Condiciones del entorno social

Alternativas	Línea de transmisión eléctrica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	1,000	0,500
Alternativa B	1,000	1,000	0,500
Alternativa C	2,000	2,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Los valores asignados a los pesos relativos de cada alternativa se basan en que, en los casos de las Alternativas A y B, al atravesar numerosos campos de cultivo, existe la posibilidad de mayor interacción social y potencialidad de percepciones negativas (como, por ejemplo, relacionadas a las radiaciones no ionizantes), así como de posibles conflictos por el uso del suelo. La Alternativa C es la más ventajosa debido a que tiene traslape con campos de cultivo únicamente en su tramo final, los cuales se encuentran en estado de abandono debido al estrés hídrico. En base al cuadro anterior, se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas (**Cuadro 2.1.47**).

Cuadro 2.1.47

Vector de Valor Relativo – criterios sociales - Condiciones del entorno social

Alternativas	Prioridad
Alternativa A	0,250
Alternativa B	0,250
Alternativa C	0,500

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Impactos sociales potenciales asociados

En el **Cuadro 2.1.48** se presenta la matriz en donde se comparan los pesos relativos de las tres alternativas para el criterio social ‘impactos sociales potenciales asociados’ de acuerdo a la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.48
Pesos relativos – criterios sociales - Impactos sociales potenciales asociados

Alternativas	Línea de transmisión eléctrica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	1,000	0,500
Alternativa B	1,000	1,000	0,500
Alternativa C	2,000	2,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 200.
Elaborado por: INSIDEO.

Los valores asignados a los pesos relativos de cada alternativa se basan en que las dos primeras alternativas (A y B) presentan similares desventajas en cuanto al posible impacto debido a la presencia de campos agrícolas y viviendas cercanas. Adicionalmente al impacto (aunque menor) por el emplazamiento directo de las torres, es de relevancia para el análisis, las restricciones en el uso del suelo debido a la imposición de la faja de servidumbre que limita el tamaño de los cultivos (**Fotografía 2.1.4**) y restringe el emplazamiento de viviendas. Por otro lado, debido a la presencia de viviendas asociadas a estos cultivos, es más probable la generación de impactos por ruido y presencia humana durante las actividades constructivas. En este escenario, la Alternativa C es más ventajosa puesto que no atraviesa sectores poblados ni con actividad humana actual.

Fotografía 2.1.4

Cultivo de algodón presente en donde se emplazarían las Alternativas A o B de la línea de transmisión eléctrica



Fuente: INSIDEO, 2020.

En base al cuadro anterior, se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas (**Cuadro 2.1.49**).

Cuadro 2.1.49

Vector de Valor Relativo – Impactos sociales potenciales asociados

Alternativas	Prioridad
Alternativa A	0,250
Alternativa B	0,250
Alternativa C	0,500

Fuente: INSIDEO, 2020.

Elaborado por: INSIDEO.

Criterios técnicos-económicos

Consideraciones para la etapa de construcción

En el **Cuadro 2.1.50** se presenta la matriz en donde se comparan los pesos relativos de las tres alternativas para el criterio técnico-económico 'Consideraciones para la etapa de construcción' de acuerdo a la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.50
Pesos relativos – criterio técnico-económico – Consideraciones para la etapa de construcción

Alternativas	Línea de transmisión eléctrica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	0,333	0,143
Alternativa B	3,000	1,000	0,250
Alternativa C	7,000	4,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.
 Elaborado por: INSIDEO.

Los valores asignados a los pesos relativos de cada alternativa se basan en que la Alternativa A representa los mayores retos constructivos en términos técnicos y económicos puesto que atraviesa lugares más agrestes que habilitar, en particular para los accesos. La Alternativa B es comparativamente más ventajosa que la anterior, puesto que aprovecha de una mejor manera los caminos existentes e interviene menor vegetación natural, por lo que los costos constructivos también serían menores.

La Alternativa C es la más ventajosa de todas, ya que está alineada sobre una trocha carrozable existente, lo cual devendría en menores habilitaciones y gastos asociados. Además, al ser la alternativa más corta, significa menores costos por un menor número de torres y menor longitud de cableado. Los menores costos asociados a pagos de servidumbre también se reflejan en este análisis, puesto que las Alternativas A y B demandarían esfuerzos significativamente más engorrosos y onerosos en términos de negociación por traslape de áreas agrícolas de uso actual.

Finalmente, aun considerando que el monto estimado de inversión para la construcción de la línea de transmisión eléctrica es de US\$ 200 000/km para cualquiera de las alternativas, las Alternativas A y B, debido a su considerable mayor longitud, representarían un costo significativamente más elevado que la Alternativa C, siendo esta última más conveniente en términos económicos.

En base al cuadro anterior, se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas (**Cuadro 2.1.51**).

Cuadro 2.1.51

Vector de Valor Relativo – criterio técnico-económico – Consideraciones para la etapa de construcción

Alternativas	Prioridad
Alternativa A	0,083
Alternativa B	0,210
Alternativa C	0,707

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Consideraciones para la etapa de operación y mantenimiento

La matriz en donde se comparan los pesos relativos de las dos alternativas para el criterio económico 'Consideraciones para la etapa de operación y mantenimiento' se presenta en el **Cuadro 2.1.52**.

Cuadro 2.1.52

Pesos relativos – criterio técnico-económico – Consideraciones para la etapa de operación y mantenimiento

Alternativas	Línea de transmisión eléctrica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	0,500	0,333
Alternativa B	2,000	1,000	0,500
Alternativa C	3,000	2,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

De forma similar al análisis anterior, la longitud y posición de las alternativas juega un papel importante para los gastos operativos. Las Alternativas A y B representan desventajas debido a la necesidad de mantenimiento de caminos más largos, negociación constante con población asociada a los campos de cultivo para el ingreso de equipos de mantenimiento e inspección y gastos operativos mayores debido a un número mayor de torres y una mayor longitud del cableado. Por el contrario, la Alternativa C es la más ventajosa, debido a una menor longitud del camino de acceso que además aprovecharía el mantenimiento de la central eólica puesto que el acceso es el mismo, evitándose duplicidades. Asimismo, un menor número de torres y una menor longitud del cableado repercuten en costos operativos menores, así como la no necesidad de interacción con actividades económicas como la agricultura y ganadería.

En base al cuadro anterior, se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas (**Cuadro 2.1.53**).

Cuadro 2.1.53

Vector de valor relativo – criterio técnico-económico – Consideraciones para la etapa de operación y mantenimiento

Alternativas	Prioridad
Alternativa A	0,163
Alternativa B	0,297
Alternativa C	0,540

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Consideraciones para la etapa de abandono

La matriz en donde se comparan los pesos relativos de las tres alternativas para el criterio económico ‘Consideraciones para la etapa de abandono’ se presenta en el **Cuadro 2.1.54**.

Cuadro 2.1.54

Pesos relativos – criterio técnico-económico – Consideraciones para la etapa de abandono

Alternativas	Línea de transmisión eléctrica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	0,500	0,167
Alternativa B	2,000	1,000	0,333
Alternativa C	6,000	3,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

De forma similar al análisis anterior, las Alternativas A y B presentan mayores retos logísticos y económicos para el abandono, puesto que se deben incorporar aspectos como revegetación y rehabilitación de terrenos de cultivo, a diferencia de la Alternativa C, la cual se encuentra sobre terrenos casi desprovistos de vegetación o perturbados por el camino existente.

En base al cuadro anterior, se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas (**Cuadro 2.1.55**).

Cuadro 2.1.55

Vector de Valor Relativo – criterio técnico-económico – Consideraciones para la etapa de abandono

Alternativas	Prioridad
Alternativa A	0,111
Alternativa B	0,222
Alternativa C	0,667

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Criterios culturales

Presencia de restos arqueológicos

En el **Cuadro 2.1.56** se presenta la matriz en donde se comparan los pesos relativos de las tres alternativas para el criterio cultural 'presencia de restos arqueológicos' de acuerdo a la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.56

Pesos relativos – criterio cultural – Presencia de restos arqueológicos

Alternativas	Línea de transmisión eléctrica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	0,500	0,167
Alternativa B	2,000	1,000	0,250
Alternativa C	6,000	4,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

En base al cuadro anterior, se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas para el criterio cultural de 'Presencia de restos arqueológicos' (**Cuadro 2.1.57**).

Cuadro 2.1.57

Vector de Valor Relativo – criterio cultural – Presencia de restos arqueológicos

Alternativas	Prioridad
Alternativa A	0,106
Alternativa B	0,193
Alternativa C	0,702

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Los resultados del vector de valor relativo (RVV) se basan principalmente en que, de manera preliminar mediante la evaluación arqueológica correspondiente, se han registrado indicios de restos arqueológicos en el área y, asumiendo una magnitud de vestigios similares, se espera que las alternativas de mayor longitud y con mayor traslape sobre áreas no perturbadas representen retos mayores, como es el caso de las Alternativas A y B frente a la Alternativa C.

Riesgo de afectación de restos arqueológicos

En el **Cuadro 2.1.58** se presenta la matriz en donde se comparan los pesos relativos de las tres alternativas para el criterio cultural 'Riesgo de afectación de restos arqueológicos' de acuerdo con la clasificación de Saaty.

Cuadro 2.1.58

Pesos relativos – criterio cultural – Riesgo de afectación de restos arqueológicos

Alternativas	Línea de transmisión eléctrica		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1,000	0,500	0,200
Alternativa B	2,000	1,000	0,333
Alternativa C	5,000	3,000	1,000

Fuente: INSIDEO, 2020.

Elaborado por: INSIDEO.

En base al cuadro anterior, se determina el RVV, el cual presenta la prioridad en función de las alternativas para el criterio cultural de 'Riesgo de afectación de restos arqueológicos' (**Cuadro 2.1.59**).

Cuadro 2.1.59
Vector de Valor Relativo – criterio cultural – Riesgo de afectación de restos arqueológicos

Alternativas	Prioridad
Alternativa A	0,122
Alternativa B	0,230
Alternativa C	0,649

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Los resultados del vector de valor relativo (RVV) se basan en que no se espera que ninguna de las alternativas dañe restos arqueológicos, puesto que se contará con el Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) para el momento de la intervención del terreno y de un Plan de Monitoreo Arqueológico (PMA), durante la ejecución de los trabajos tempranos constructivos. Sin embargo, a mayor longitud sobre terrenos no perturbados previamente, se espera que los riesgos de hallazgos de restos arqueológicos sean mayores y, por lo tanto, que también lo sea el riesgo de despliegue logístico de los instrumentos de prevención de daños al patrimonio. Esta estimación significa un considerable favorecimiento a la Alternativa C sobre las demás.

Resultados

Finalmente, luego de haber asignado los pesos relativos de los diferentes criterios entre las alternativas, se procede a asignar la ponderación final entre las opciones para la ubicación de la línea de transmisión eléctrica para la evacuación de la energía de la Central Eólica Mórrope. En el **Cuadro 2.1.60** se presenta la matriz de desempeño de alternativas.

Cuadro 2.1.60

Matriz de desempeño de alternativas – ubicación de la línea de transmisión eléctrica de la Central Eólica Mórrope

Alternativas	Prioridad									
	Criterio ambiental			Criterio social		Criterio económico			Criterio cultural	
	Importancia ecológica del sitio	Impactos ambientales potenciales asociados	Riesgos ambientales potenciales asociados	Condiciones del entorno social	Impactos sociales potenciales asociados	Consideraciones para las etapas de:			Presencia de restos arqueológicos	Riesgo de afectación de restos arqueológicos
Construcción						Operación	Abandono			
Alternativa A	0,136	0,116	0,136	0,250	0,250	0,083	0,163	0,111	0,106	0,122
Alternativa B	0,238	0,199	0,238	0,250	0,250	0,210	0,297	0,222	0,193	0,230
Alternativa C	0,626	0,685	0,626	0,500	0,500	0,707	0,540	0,667	0,702	0,649

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Tomando en cuenta la ponderación entre los sub-criterios y criterios presentada en el **Cuadro 2.1.17** y la matriz de desempeño presentada en el **Cuadro 2.1.60**, se puede obtener el Vector de Valor Final. Como se presentó en la metodología (**Sección 2.1.1**), se deberá multiplicar la Matriz de desempeño de alternativas por el Vector de Valor Relativo, en este caso la ponderación entre los sub-criterios. El resultado final, el Vector del Valor Final (VFV) se presenta en el **Cuadro 2.1.61**.

Cuadro 2.1.61
Vector de Valor Final - ubicación de la línea de transmisión eléctrica

Alternativas	Criterio	Valor Final
Alternativa A	Ambiental	0,047
	Social	0,066
	Técnico-económico	0,029
	Cultural	0,010
Total		0,152
Alternativa B	Ambiental	0,083
	Social	0,066
	Técnico-económico	0,067
	Cultural	0,018
Total		0,234
Alternativa C	Ambiental	0,222
	Social	0,132
	Técnico-económico	0,205
	Cultural	0,054
Total		0,613

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Como se observa, la **Alternativa C** obtiene un mayor Vector de Valor Final, lo cual implica que, por lo expuesto y analizado, esta alternativa es la opción más favorable bajo los diferentes criterios analizados.

2.2 Localización

La CE Mórrope se localiza en los distritos de Mórrope y Lambayeque, pertenecientes a la provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque. La ubicación política de la central se muestra en la **Figura 1.4.1**.

En la **Tabla 2.2.1** se presentan las coordenadas referenciales aproximadas de la ubicación de los aerogeneradores y torres de medición propuestos para la CE Mórrope. En la **Tabla 2.2.2** se presentan las coordenadas referenciales aproximadas (centroides) de las instalaciones, tales como las instalaciones de operación y mantenimiento, las áreas de disposición de material excedente de excavaciones, área de almacenamiento de aerogeneradores y componentes, instalaciones auxiliares, piscina de agua industrial, planta de concreto y subestaciones. En la **Tabla 2.2.3** se presentan las coordenadas aproximadas de los caminos de acceso existentes a mejorar y a utilizar y de los caminos internos nuevos, y en la **Tabla 2.2.4** se presentan las coordenadas referenciales de las líneas subterráneas propuestas. Finalmente, en la **Tabla 2.2.5** se presentan las

coordenadas aproximadas de los vértices de la línea de transmisión eléctrica asociada a la central eólica.

En la **Figura 2.2.1** se presenta la disposición referencial de las instalaciones propuestas para la CE Mórrope, mientras que en la **Figura 2.2.2** se presenta el arreglo general del proyecto.

2.3 Accesos al proyecto

El acceso a la CE Mórrope, desde la ciudad de Lima por la carretera Panamericana Norte, se encuentra a la altura del kilómetro 790 de dicha vía, por un camino afirmado a la altura de Cruz de Medianía, el cual llega hasta los diferentes componentes del proyecto.

Para la ejecución de las actividades del proyecto, el acceso se realizará por vía terrestre. Los aerogeneradores y otros componentes de grandes dimensiones o peso entrarán al Perú en barco, a través de los puertos de Paita y Salaverry, ubicados en los departamentos de Piura y La Libertad, respectivamente. El transporte desde el puerto de desembarque al lugar de emplazamiento de las obras se realizará en camiones especiales utilizando la red vial existente.

Los pesos y longitudes aproximados de los componentes del aerogenerador se muestran en el **Cuadro 2.3.1**.

Cuadro 2.3.1
Medidas aproximadas de los componentes de los aerogeneradores

Elemento	Peso (ton)	Longitud (m)
Hub	50	4,0
Pala	25	83,5
Góndola	95	15,0
Torre (sección inferior)	90	15,0
Torre (sección media)	75	22,0
Torre (sección superior)	60	30,0

Fuente: EGEPISAC, 2020.

Elaborado por: INSIDEO.

Los principales obstáculos que se consideran son más de índole logísticos por el tamaño de la carga, por lo que será necesaria la utilización de transportes con sobredimensión.

Para el recorrido que se realizará, se tendrá en cuenta las precauciones en cuanto a tonelaje y longitudes necesarias, con el objetivo de viabilizar el transporte y no deteriorar el estado de las carreteras. Se estima que el transporte de equipos durante la construcción del proyecto no requerirá mejoramientos en las carreteras. Sin perjuicio de lo anterior, previo al inicio de la construcción del proyecto, EGEPISAC realizará un estudio detallado de las carreteras a utilizar en el transporte de equipos, e identificará la real necesidad de refuerzos o mejoramientos. Los trabajos y permisos que sean necesarios hacer o tramitar serán coordinados con las autoridades pertinentes, en este caso el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

La velocidad de los camiones de carga será regulada de acuerdo al tipo de carretera, volumen de tráfico, tipos de vehículos, carga y condiciones específicas del sitio según sea necesario para garantizar la seguridad y el eficiente flujo vehicular.

Al llegar a la entrada al proyecto en la altura de Cruz de Medianía, se usará el acceso principal al proyecto, el cual recorre aproximadamente 9,40 km hasta llegar al área de instalación de los aerogeneradores. Los equipos serán depositados en el área de almacenamiento de aerogeneradores y componentes al interior de la CE Mórrope o directamente dispuestos en las plataformas de montaje, si la secuencia logística lo permite.

2.4 Criterios de diseño

En el diseño de las infraestructuras de obra civil se han tenido en cuenta los siguientes criterios básicos de diseño, técnicos y medioambientales:

Criterios técnicos:

- Diseño de las obras principales considera una posible inundación en eventos extremos para ciertas áreas de la central eólica.
- Se determinan características geométricas y estructurales de los caminos a partir de las dimensiones de los componentes principales. Entre estos, pendiente máxima, anchura, radios de curvatura horizontales y verticales mínimos, etc.
- Plataformas y cimentaciones en función de las cargas del aerogenerador.
- Zanjas en función de los circuitos eléctricos a canalizar.

Criterios ambientales:

- La ubicación de las actuaciones (implantación de aerogeneradores y áreas de maniobra y apertura de nuevos caminos) se realizará, en la medida de lo posible, respetando las restricciones arqueológicas y ambientales de la zona.
- Se ha optimizado la huella en función a la cercanía a la línea costera y otros sitios de interés debido a la importancia de la avifauna.
- El diseño de caminos se ha realizado aprovechando al máximo la red de caminos existentes y minimizando el movimiento de tierras.
- Los materiales de excavación serán reutilizados en todo lo posible, los excedentes se llevarán a las cuatro áreas de disposición de material excedente de excavaciones consideradas para el proyecto.

Red de caminos de la central eólica:

La red de caminos de la central eólica estará constituida por accesos a los aerogeneradores para su montaje y mantenimiento, así como para al resto de los componentes del proyecto.

En el diseño de la red de caminos, se contempla la adecuación de los caminos existentes en los tramos en los que no tengan los requisitos mínimos necesarios para la circulación de los vehículos especiales, que son los que transportarán las piezas necesarias para la construcción de la central eólica. En aquellos puntos donde no existan caminos se prevé la construcción de nuevos caminos con las siguientes características:

- Ancho útil del camino: aproximadamente 6 m. Se aplicarán distintos sobrecanchos en función del radio de curvatura, según especificaciones del fabricante del aerogenerador (la explanada estará compactada > 98% P.M.)
- Pendiente longitudinal máxima: 10%, aunque puntualmente se utilicen pendientes superiores (hasta 14% en tramos cortos y puntuales ≤ 200 m).
- Radio mínimo de curvatura en el eje: variable, 5 a 90 m.
- Firmes de espesor variable, desde 0 a 85 cm
- Desmorte: talud 1/1, con aristas redondeadas de radio 2 m.
- Terraplén: talud 3/2, igualmente con aristas redondeadas de radio 2 m.
- Firme: talud 3/2.
- Elementos de drenaje longitudinal: cunetas laterales en tierra de hasta 1,0m de ancho y 0,5m de profundidad.
- Elemento de drenaje transversal: vados hormigonados en los puntos bajos de caminos que crucen zonas de escurrimiento frecuente.

Como características más importantes de los caminos de la central eólica hay que señalar el hecho de que se cumple con las especificaciones mínimas necesarias con un aprovechamiento máximo de los caminos existentes, por lo que la afección resultante es la menor posible.

2.5 Características del proyecto

El proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de hasta 38 aerogeneradores y sus respectivos equipos de media y alta tensión, con una potencia instalada total de la central eólica de hasta 228 MW. Para tales efectos, se requiere la instalación de componentes permanentes y temporales, los cuales se describen a continuación.

En el **Anexo 2.5.1** se presentan los planos de detalle de componentes del proyecto.

2.5.1 Componentes temporales

Los componentes temporales son todos aquellos necesarios para la habilitación o ejecución del proyecto hasta su entrada en operación. En otras palabras, es aquella infraestructura habilitada provisoriamente durante la etapa de construcción del proyecto, la cual en este caso incluirá lo siguiente:

- Instalaciones auxiliares
- Área de almacenamiento de aerogeneradores y componentes
- Áreas de disposición de material excedente de excavaciones
- Planta de concreto
- Piscina de agua industrial

A continuación, se describe cada uno de los componentes temporales que componen el proyecto.

2.5.1.1 Instalaciones auxiliares

El área de las instalaciones auxiliares agrupa una cantidad de componentes de apoyo necesarios para la construcción, incluyendo:

- Oficinas
- Comedores
- Baños
- Estacionamientos
- Sistema de provisión de agua potable
- Sistema de disposición de aguas servidas
- Sistema de generación de energía eléctrica
- Área de acopio central temporal de residuos

Es importante mencionar que el proyecto no contempla campamento, ya que el personal pernoctará en las localidades más cercanas al proyecto, en sus propias casas, o en edificios u hoteles alquilados de terceros. Dada la ubicación del proyecto, cercano a grandes ciudades que cuentan con todos los servicios necesarios como Chiclayo y Lambayeque, tanto el personal de EGEPISAC como sus contratistas podrán albergarse en estos lugares.

Oficinas

Se refieren a módulos tipo container y corresponden a las oficinas de administración, contratistas, vigilancia y otros, las cuales contarán con salas de reuniones y servicios higiénicos propios (ver sección Baños).

Comedores

Los comedores son espacios habilitados para la alimentación del personal en donde se contará con los servicios básicos de atención al personal. Tendrán capacidad suficiente para atender la cantidad máxima de trabajadores durante la etapa de construcción.

La comida será preparada por un servicio de terceros contratado en sus propias instalaciones y solo se entrega en los comedores. Es importante señalar que no se generarán efluentes por la manipulación de los alimentos.

El espacio de los comedores se encontrará en módulos tipo container similar al de las oficinas o en una instalación tipo toldo, siempre cumpliendo con las normativas y condiciones sanitarias correspondientes.

Baños

Se instalarán baños de tipo container en las instalaciones auxiliares, los cuales estarán conectados al sistema de provisión de agua potable descrito. Asimismo, tendrán una conexión de tubería al sistema de tratamiento de aguas residuales sin infiltración a terreno. Los residuos serán retirados periódicamente por una empresa especializada.

Estacionamientos

Se habilitará un área para el estacionamiento de los diferentes tipos de vehículos que se requieren durante la construcción del proyecto, tales como camionetas y buses para el transporte del personal en las inmediaciones de las oficinas. Existirá otra área de estacionamientos para la maquinaria requerida para la construcción.

Sistema de provisión de agua potable

El agua potable se usará para consumo humano (durante la etapa de construcción). Para estos efectos se habilitarán hasta seis (06) tanques de almacenamiento de agua potable con una capacidad de 10 m³ cada uno, los cuales totalizan 60 m³. Estos tanques dotarán de agua potable a las instalaciones auxiliares y estarán construidos de materiales prefabricados (p. ej. tipo Rotoplast).

En los frentes de trabajo e instalaciones auxiliares el abastecimiento de esta agua se realizará también mediante bidones plásticos transparentes, de 20 litros cada uno, etiquetados y con sistema de llave para su uso manual.

El abastecimiento de los tanques de almacenamiento se realizará a través de camiones cisterna en forma periódica, los mismo que deberán de cumplir con los estándares de agua para consumo humano de acuerdo al Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano aprobado mediante Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

Cabe destacar que tanto el proveedor del agua potable, así como el transportista de la misma, deberá contar con el permiso correspondiente del sector competente para la realización de sus actividades.

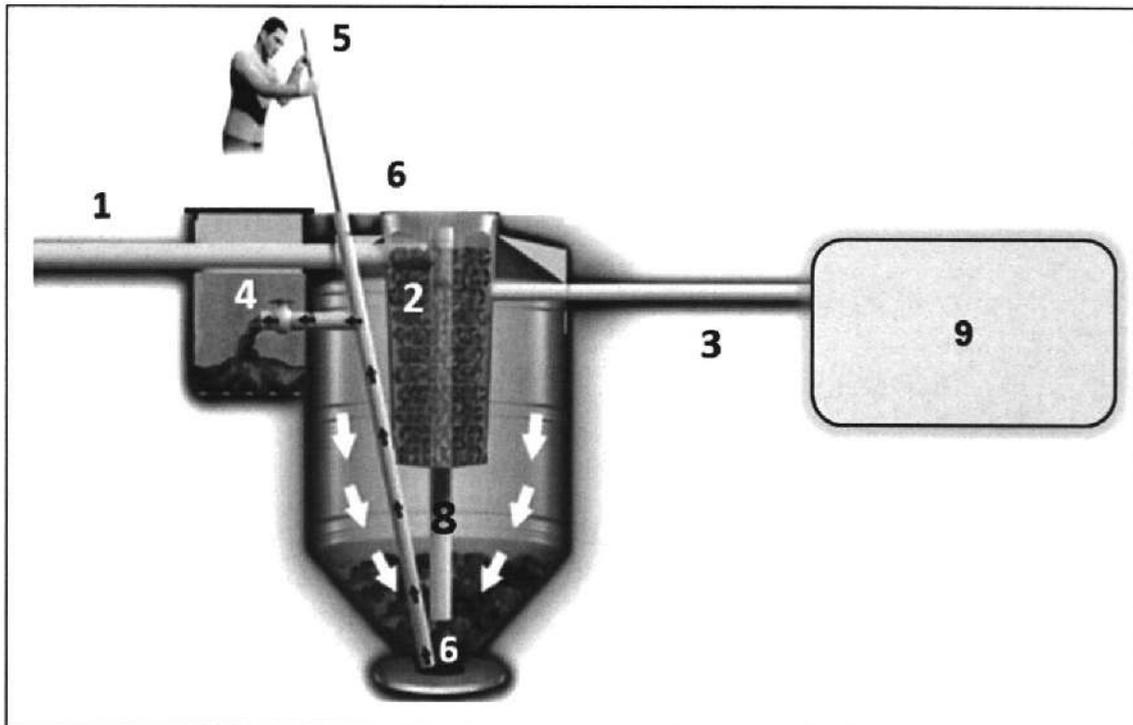
Sistema de disposición de aguas servidas

El manejo de las aguas servidas durante la etapa de construcción será mediante la implementación de un sistema de biodigestores y baños químicos para los trabajadores del proyecto. En el **Anexo 2.5.2** se presenta la ficha técnica de los biodigestores.

Biodigestores

Se instalarán hasta tres (03) biodigestores, de 7 m³ cada uno, que se encontrarán enterrados y no permitirán la infiltración de sus aguas o lodos (**Ilustración 2.5.1**). Son biodigestores autolimpiables, fabricado con polietileno de alta tecnología, que asegura una vida útil de más de 35 años, según las características del fabricante, por lo que no requiere de realizar actividades de mantenimiento adicionales al retiro de agua pre-tratada y lodos.

Ilustración 2.5.1
Esquema del biodigestor



Leyenda:

1. Tubería PVC para entrada de aguas negras
2. Filtro biológico con aros de plástico (pets)
3. Tubería PVC para salida de aguas tratadas al tanque de almacenamiento de agua pre-tratada
4. Válvula esférica para extracción de lodos
5. Tubería para evacuación de lodos. Esta tubería también sirve para limpiar el conducto de salida de lodos en caso de obstrucción.
6. Tapa clic para cierre hermético
7. Base cónica para acumulación de lodos
8. Tubería de PVC de acceso directo a sistema interno para limpieza y/o desobstrucción con la finalidad de facilitar el mantenimiento del sistema.
9. Tanque de almacenamiento de agua pre-tratada de 7 m³.

Fuente: EGEPIASAC, 2020.

Cada biodigestor contará con dos (02) tanques adicionales de 10 m³, en los cuales se almacenará el agua pre-tratada. Además, cada biodigestor tendrá una caja de registro de lodos de concreto de 0,10 m³.

Tanto las aguas como los lodos serán retirados periódicamente por una empresa debidamente autorizada (servicio a cargo de terceros autorizados por la autoridad competente) para disposición fuera del área de trabajo, en una instalación autorizada. La frecuencia de retiro será conforme a su llenado garantizando así su correcto funcionamiento.

Baños químicos

Se proyecta la implementación de baños químicos en los frentes de trabajo de la etapa de construcción. La provisión, manejo y disposición final de estos efluentes serán gestionados por una empresa calificada y registrada de acuerdo a la normativa aplicable. Se estima que

se necesitarán hasta 24 baños químicos, de acuerdo con los requerimientos de la normativa peruana y en función del número de trabajadores.

Sistema de generación de energía eléctrica

Durante el periodo que dura la construcción del proyecto, la energía eléctrica prevista para el funcionamiento de las instalaciones auxiliares será dotada por medio de un grupo electrógeno de 150 kVA, con su respectivo equipo de respaldo. Adicionalmente, se considera 03 grupos electrógenos de 500 kVA en la planta de concreto, cada uno con su respectivo equipo de respaldo. Además, en frentes móviles se utilizarán generadores móviles de pequeña escala.

El tipo de generador que será utilizado para la producción de electricidad tendrá integrado su propio depósito de combustible y un sistema de contención de derrames al interior del mismo, además de ser debidamente insonorizado.

Área de acopio central temporal de residuos

Se habilitará un sector determinado dentro de las instalaciones auxiliares denominado "Área de Acopio Central Temporal de Residuos", en el cual serán acopiados de forma provisoria los residuos hasta su disposición final en un lugar autorizado por la Dirección General de Salud (DIGESA). En dicha instalación se contempla la disposición segregada de los residuos según su naturaleza, los mismos que se listan a continuación:

- Residuos domiciliarios y asimilables
- Residuos industriales sólidos no peligrosos
- Residuos peligrosos

El acopio temporal de los residuos se realizará de manera diferenciada de acuerdo a sus características. Es decir, se tendrán espacios separados y específicos para la disposición de los residuos domiciliarios, de los residuos no peligrosos y de los residuos peligrosos, evitando que tengan contacto entre sí. Posteriormente se realizará su disposición final por una Empresa Operadora de Residuos Sólidos - EO-RS autorizada, (según el Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, y su Reglamento, el D.S. N° 014-2017-MINAM).

2.5.1.2 Área de Almacenamiento de Aerogeneradores y Componentes

Esta área corresponde a la zona donde se acopia temporalmente los aerogeneradores y otros componentes en el momento de su llegada para la construcción. Consiste de un área grande disponible para el acopio, unas oficinas tipo contenedor y baños químicos. El área es de aproximadamente 1,97 ha (150 x 130 m).

2.5.1.3 Áreas de disposición de material excedente de excavaciones

Se considera la implementación de cuatro áreas de disposición de material excedente de excavación. En términos generales, el excedente de las excavaciones podrá ser reutilizado

en la propia obra (como material de relleno o como árido para la fabricación de concreto), para la restitución morfológica del terreno afectado por las obras de construcción, o en forma de bermas de los caminos para delimitarlos. Como alternativa también se puede vender o donar el exceso de material a terceros interesados. Las áreas de disposición de material excedente de excavación se usarán solo para el excedente que no se puede destinar a los otros fines mencionados. En el **Cuadro 2.5.1** Ubicación y área de los depósitos de material excedente se especifica ubicación y superficies.

Cuadro 2.5.1
Ubicación y área de los depósitos de material excedente

Componentes	Área (ha)	Coordenadas UTM WGS84				
		X Centroide	Y Centroide	Vértice	X	Y
Área 01 de disposición de material excedente de excavaciones	14,5	606 691	9 264 593	1	606 586	9 264 840
				2	606 444	9 264 489
				3	606 796	9 264 347
				4	606 938	9 264 699
Área 02 de disposición de material excedente de excavaciones	8,4	606 229	9 262 552	1	606 192	9 262 754
				2	606 028	9 262 515
				3	606 266	9 262 351
				4	606 431	9 262 589
Área 03 de disposición de material excedente de excavaciones	6,2	608 861	9 261 416	1	608 737	9 261 542
				2	608 737	9 261 292
				3	608 987	9 261 292
				4	608 987	9 261 541
Área 04 de disposición de material excedente de excavaciones	10,6	610 266	9 258 783	1	610 188	9 259 000
				2	610 050	9 258 705
				3	610 344	9 258 567
				4	610 482	9 258 861

Fuente: EGEPISAC, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

2.5.1.4 Planta de concreto

La planta de concreto a instalarse tendrá capacidad suficiente para atender los requerimientos de concreto de la etapa constructiva. Para abastecer de energía eléctrica a la planta de concreto, se instalarán grupos electrógenos diésel de 500 kVA.

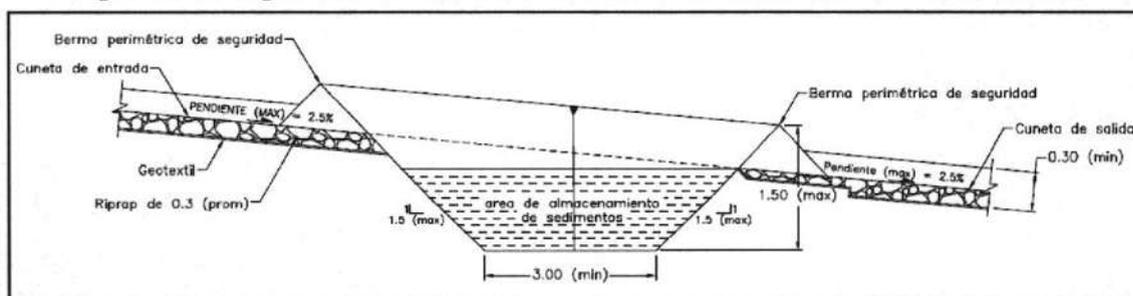
La planta tendrá dos unidades de preparación de concreto. En ambas líneas de preparación de concreto, los áridos se llevan por una faja transportadora al mezclador donde se mezcla con cemento, agua y otros aditivos de acuerdo al tipo de concreto requerido. Los aditivos se almacenan en diferentes contenedores y silos, y todos los componentes se pesan de manera independiente antes de añadirlos al mezclador. Finalmente, el concreto se llena a los camiones mixer para su traslado a los frentes de obra.

En el área de la planta de concreto se ubicarán piscinas de decantación. En estas piscinas se llevará a cabo el lavado de camiones mixer. El agua utilizada que quede en las piscinas (agua residual) se dejará decantar de tal manera que el sólido sea retirado fácilmente y enviado a disposición final en un sitio autorizado. El agua decantada se reutilizará en el proceso de lavado o será dispuesta por una EO-RS autorizada.

Las piscinas de decantación contemplan una cuneta de entrada del efluente y otra cuneta de salida del agua tratada, así como bermas perimétricas de seguridad, de tierra. Es preciso indicar que toda el área de lavado se impermeabilizará con geomembranas, tal como se presenta en el esquema siguiente (**Ilustración 2.5.2**).

Ilustración 2.5.2

Esquema de la piscina de decantación del área de lavado de camiones mixer



Fuente: EGEPIASAC, 2020.

Piscina de Agua Industrial

La piscina de agua industrial será impermeabilizada con geotextil. Tiene como objetivo tener un almacenamiento de agua para uso interno y evitar el transporte diario de este insumo desde fuera del área de la central eólica. La piscina se ubicará junto a la planta de concreto, lugar donde existe el mayor requerimiento de agua industrial.

2.5.2 Componentes permanentes

Son aquellos componentes y elementos que son parte fundamental del proceso productivo del proyecto. Estas corresponden a las instalaciones necesarias para lograr el objetivo principal, el cual es la generación de energía renovable mediante una central eólica. Estas obras o elementos constitutivos son los siguientes:

- Componente de generación
 - 38 aerogeneradores con su plataforma de montaje
 - Centros de transformación
 - Acceso principal y acceso secundario a la carretera Panamericana Norte
 - Caminos internos
 - Canalizaciones subterráneas de baja y media tensión
 - Instalaciones de Operación y Mantenimiento
 - Torres de medición permanente y secundarias
 - Subestación Eléctrica Mórrope
- Componentes de transmisión
 - Línea de Transmisión Eléctrica
 - Subestación Eléctrica La Arena
 - Instalaciones de Operación y Mantenimiento

Los componentes permanentes se presentan en las **Figuras 2.5.1, 2.5.2 y 2.5.3**.

2.5.2.1 Componentes de generación

2.5.2.1.1 Aerogeneradores con su plataforma de montaje

Se instalarán hasta 38 aerogeneradores con potencia unitaria entre 4,5 MW y hasta 6,5 MW, la potencia instalada total de la central eólica será de hasta 228 MW. Los aerogeneradores tendrán aproximadamente 115 m de altura de buje. El rotor, con un diámetro de aproximadamente 170 m, estará constituido por tres palas de aproximadamente 83,5 m de longitud cada una. Estas máquinas disponen de un sistema de componentes eléctricos internos con las protecciones necesarias para su operación en conexión con la red.

El rotor y la góndola serán soportados por la torre de la turbina eólica, que se compondrá de varias partes ensambladas una sobre otra, hasta alcanzar aproximadamente los 115 m.

Cada aerogenerador generará tensión eléctrica la cual será elevada de voltaje, por medio de centros de transformación. Luego la energía será llevada a la SE Mórrope por medio de cableado subterráneo donde, mediante otro transformador (de 33/220 kV), se eleva la tensión a 220kV y se transporta a la SE La Arena mediante la línea de transmisión eléctrica de la central eólica.

A continuación se explican los componentes principales del aerogenerador, los cuales se pueden observar en la **Ilustración 2.5.3**.

Torre

La torre del aerogenerador es una estructura tubular de acero, fabricada en secciones de 20-30 m con bridas en cada uno de los extremos que son unidas con pernos al momento del ensamblaje. Estas torres son cónicas con el diámetro creciendo hacia la base, con el fin de aumentar su resistencia. Esta torre tiene una puerta en la base que permite el acceso a la góndola por el interior de la torre.

La torre posiciona el rotor del aerogenerador en la altura conveniente y permite capturar un viento de mayor velocidad. Es robusta y permite el acceso al aerogenerador para su mantenimiento.

Palas o Aspas

Las palas o aspas serán de fibra de vidrio. El viento pasa a través de ellas creando sustentación (de la misma forma que sucede en el ala de un avión), la cual causa que gire el rotor.

Buje

Es el elemento central con el cual se unen las tres aspas del aerogenerador.

Rotor

Es el conjunto formado por las tres palas y el buje. El aerogenerador está diseñado para trabajar dentro de ciertas velocidades del viento:

- Velocidad de corte inferior: por debajo de esta velocidad no hay suficiente energía como para generar electricidad. Por encima de esta velocidad el aerogenerador empieza a girar y producir electricidad.
- Velocidad de corte superior: es determinada por la capacidad del aerogenerador de soportar fuertes vientos. Por encima de esta velocidad el aerogenerador se desconecta.
- Velocidad nominal: es la velocidad del viento a la cual el aerogenerador alcanza su máxima potencia nominal. Por arriba de esta velocidad, se cuenta con mecanismos que mantienen la potencia de salida en un valor constante con el aumento de la velocidad del viento. Las palas se ponen en movimiento cuando la velocidad del viento es superior a 3 m/s, la velocidad nominal es 10 m/s y la velocidad de corte superior es 25 m/s.

Góndola

Contiene el eje de baja velocidad, la caja multiplicadora (o alternativamente, un generador de rotación lenta), el eje de alta velocidad y el generador.

Acoplamiento o eje de baja velocidad

Las palas del aerogenerador hacen girar este eje en góndola.

Caja multiplicadora

Los engranajes en esta caja conectan el eje de baja velocidad con el eje de alta velocidad. Aumentan la velocidad de rotación del eje de alta velocidad.

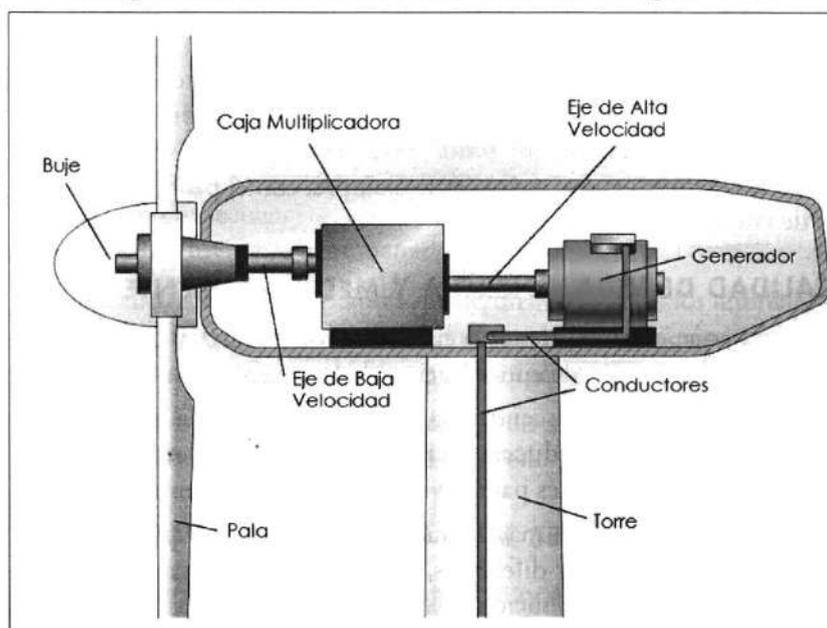
Eje matriz o de alta velocidad

Este eje de rotación rápida acciona el generador para producir electricidad.

Generador

Este elemento genera la electricidad cuando hay suficiente viento como para rotar las palas. La salida eléctrica del generador va a un transformador que la convierte a un voltaje adecuado para la red eléctrica de media tensión de la central eólica.

Ilustración 2.5.3
Composición interna referencial de un aerogenerador



Fuente: EGEPISAC, 2020.

Cimentaciones de los aerogeneradores

Los aerogeneradores estarán cimentados por una zapata circular, las cuales poseerán un diámetro de aproximadamente 40,61; 49,2 y 46,99 m, dependiendo del aerogenerador correspondiente, y 0,5 m de canto aproximadamente (**Ilustración 2.5.4**). Previa aprobación por parte del geólogo, la excavación se realizará con taludes 1/1.

Una vez hecha la excavación para la cimentación con las dimensiones adecuadas, se procederá a la colocación de columnas de grava según sea requerido por las condiciones específicas del sitio. Luego se procederá al vertido de una solera de concreto de limpieza, en un espesor mínimo de 0,10 m, se dispondrá el acero de refuerzo y se nivelará el carrete por medio de espárragos de nivelación. Este componente demanda una total precisión en el posicionado y nivelado referido, el cual deberá ser comprobado mediante nivel óptico, no admitiéndose ningún desvío respecto del posicionamiento teórico en dicha comprobación.

El carrete nivelado estará conformado por concreto armado sulforresistente (según Norma Técnica E.060 (RNE), Concreto Armado), y que ha considerado las condiciones agresivas de salinidad y humedad del sitio. El hueco circundante al pedestal estará relleno con material seleccionado procedente de la excavación o de material de préstamo compactado al 95% del Próctor, y superficialmente podrá tener protección ante la erosión.