



Sostenibilidad y
Cambio Climático

Informe final

Evaluación de riesgos derivados del cambio climático.

Elaborado para:

BUENAVENTURA

Noviembre - 2022



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETIVOS Y ALCANCE DE LA EVALUACIÓN.....	3
3. CONTEXTO NACIONAL	4
4. MARCO CONCEPTUAL.....	6
5. METODOLOGIA.....	8
5.1 EVALUACIÓN DE RIESGOS FÍSICOS.....	8
5.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS DE TRANSICIÓN	12
6. RESULTADOS	14
6.1 RIESGOS FÍSICOS DERIVADOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	14
6.2 RIESGOS DE TRANSICIÓN DERIVADOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	18
7. CONCLUSIONES.....	19
8. RECOMENDACIONES	20
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	20
10. ANEXOS	22

TABLAS

Tabla 1: Amenazas consideradas en el estudio.....	3
Tabla 2: Unidades Productivas evaluadas.....	4
Tabla 3: Amenazas relacionadas con el cambio climático en Perú.....	8
Tabla 4: Categorías y criterios utilizados para la evaluación de riesgos físicos	10
Tabla 5: Clasificación de la exposición frente a los riesgos de transición derivados del cambio climático.....	13
Tabla 6: Evaluación de la exposición de las UP frente a las amenazas derivadas del cambio climático identificadas	14
Tabla 7: Evaluación del riesgo de las UP frente a las amenazas identificadas derivadas del cambio climático.....	15
Tabla 8: Evaluación de las tendencias de los riesgos físicos derivados del cambio climático al año 2050.....	16
Tabla 9: Matriz de evaluación de riesgos físicos derivados del cambio climático.....	17
Tabla 10: Matriz de evaluación de riesgos de transición derivados del cambio climático.....	18

GRÁFICOS

Gráfico 1: Cadena de efectos y posibles impactos asociados al cambio climático en el Perú.....	5
Gráfico 2: Elementos que comprenden la vulnerabilidad.....	6
Gráfico 3: Diagrama de análisis de riesgo climático.....	7
Gráfico 4: Rutas de concentración representativas establecidas por el IPCC.....	11
Gráfico 5: Flujograma de procesos para la evaluación del riesgo físico actual y futuro.....	12
Gráfico 6: Escenarios climáticos establecidos por la IEA.....	13

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el cambio climático representa la mayor amenaza ambiental, social y económica del planeta. La temperatura media de la tierra sigue aumentando, rompiendo récords en distintos puntos del mundo. Estos cambios constituyen un desafío importante para el desarrollo sostenible de la región de América Latina y el Caribe (CEPAL, 2019).

La naturaleza y la gran escala de este fenómeno lo convierte en un reto único, especialmente en el contexto de la toma de decisiones. De mantenerse las tendencias actuales, es posible que en el año 2050 la variación media de la temperatura de la tierra haya superado los 2°C, lo que supondría, además de los importantes impactos sociales y medioambientales, enormes esfuerzos económicos de mitigación y adaptación por los países y las empresas (Watson, 2020).

La comprensión actual de los posibles riesgos físicos y de transición que plantea el cambio climático para las empresas, los inversionistas y el sistema financiero en su conjunto, se encuentra todavía en una fase inicial (TCFD Recommendation Report, 2017). Sin embargo, existe una creciente demanda de información útil para la toma de decisiones y transparencia por parte de las organizaciones sobre sus riesgos y sus prácticas de gestión de riesgos, incluidas las relacionadas con el cambio climático.

El presente informe presenta la identificación y evaluación de los riesgos físicos y de transición derivados del cambio climático de la compañía de minas Buenaventura con una visión prospectiva al 2050, tomando como referencia el marco Task Force on Climate-Related Financial Disclosures (TCFD) para la gestión de riesgos y oportunidades relacionados con el clima. Como objetivo se busca tener un primer acercamiento a la gestión de riesgos climáticos, lo que permitirá identificar los principales riesgos y determinar las medidas de adaptación respectivas.

2. OBJETIVOS Y ALCANCE DE LA EVALUACIÓN

Las amenazas abordadas en la presente exploración son aquellas de origen climático, con información nacional disponible para los escenarios climáticos del 2050. De esta manera se elaboró la caracterización de amenazas y sus principales parámetros considerando su referencia espacial en el territorio. La información base de las amenazas identificadas es de escala y reconocimiento nacional, en función a esto, los resultados generados no contemplan detalles específicos en escalas menores (regional y provincial). Las amenazas consideradas se indican en la Tabla 1.

Tabla 1: Amenazas consideradas en el estudio.

N°	Amenazas
1	Inundación fluvial
2	Movimientos en masa
3	Erosión hídrica
4	Heladas
5	Nevadas
6	Radiación UV
7	Sequias

La información primaria de las Unidades Productivas (UP), materia de evaluación, fue proporcionada por la compañía de minas Buenaventura (véase Tabla 2). Mediante esta evaluación, se generan los primeros pasos para abordar los riesgos derivados del cambio climático. Se espera que, mediante estudios específicos futuros, se complementen los resultados obtenidos y puedan brindar información relevante para hacer frente a los potenciales impactos del cambio climático.

Tabla 2: Unidades Productivas evaluadas.

Unidades productivas (UP)	Ubicación	
	Departamento	Provincia
Colquijirca (Tajo Norte y Marcapunta)	Pasco	Pasco
Julcani	Huancavelica	Angaraes
La Zanja	Cajamarca	Santa Cruz
Orcopampa	Arequipa	Castilla
Coimolache (Tantahuatay)	Cajamarca	Hualgayoc
Uchucchacua	Lima	Oyón
Tambomayo	Arequipa	Caylloma

La presente evaluación es, principalmente, de carácter cualitativo de los niveles de exposición y los posibles impactos que fenómenos hidrometeorológicos podrían generar en las antes mencionadas UP. Este estudio está basado tanto en la información secundaria proveniente de las entidades especializadas pertinentes, así como en el juicio y la experiencia de los expertos que participaron en el.

3. CONTEXTO NACIONAL

El Perú para el año 2022 cuenta con 33 millones 396 mil habitantes, donde el 77% de la población habita en un entorno urbano, y el 23 % en un ámbito rural (INEI, 2022). El Perú se caracteriza por ser un país muy vulnerable al cambio climático, pues presenta hasta siete de las nueve características reconocidas por la CMNUCC para calificar a un país como “particularmente vulnerable” (MINAM, 2016).

Adicionalmente, el Perú posee 38 tipos de clima, lo que plantea significativos retos para gestionar el desarrollo sostenible en territorios con diversidad de condiciones climáticas y naturales (SENAMHI, 2020). Así mismo, la tasa de pobreza monetaria del país afectó al 30,1% que involucra a 6 millones 564,093 personas y la pobreza extrema se situó en 2,9% que equivale a 942,370 personas (INEI, 2020). Todos estos datos previos a la pandemia del COVID que ha modificado de manera importante este tipo de indicadores.

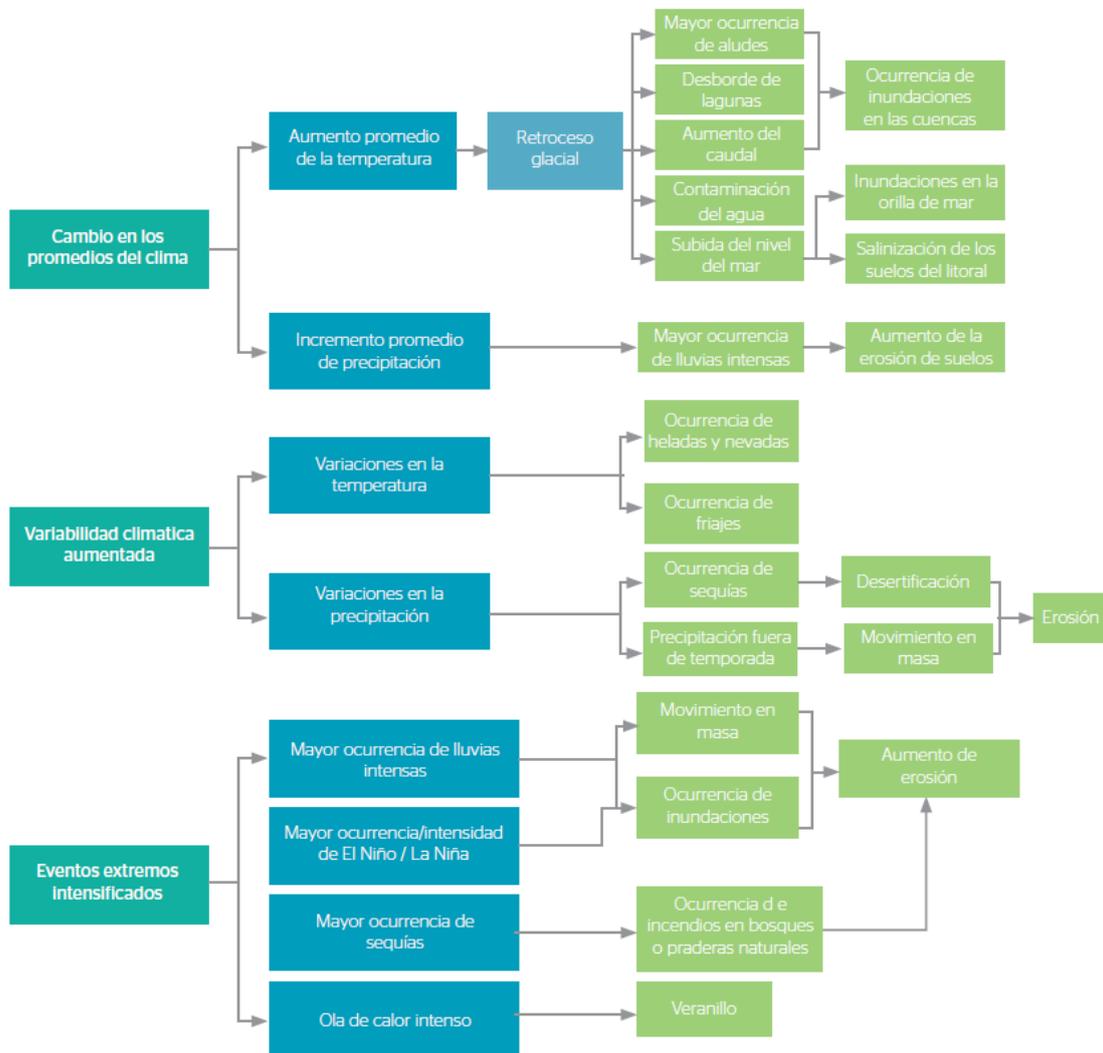
Aunado a esto y dados los patrones inadecuados de ocupación y uso del territorio, se ha configurado un escenario de exposición y vulnerabilidad alarmante, que se ve reflejado en las importantes pérdidas económicas y sociales, con graves consecuencias en las tareas de desarrollo del país y de distintos sectores como la minería, consecuencia también de que todavía no existe una planificación ordenada del uso conjunto del agua y de la tierra.

El cambio climático contribuirá a la formación o la ampliación las condiciones de riesgo antes mencionadas, tanto en la sociedad como en sus medios de vida. Entre los principales impactos

que enfrentará el país se incluyen el incremento en el nivel del mar, aumento sostenido de la temperatura, retroceso de reservorios naturales de agua, incremento en la ocurrencia de enfermedades, inseguridad alimentaria, aumento de desigualdades, pérdida de tierras agrícolas, incremento de emergencias y daños de origen climático, entre otros, (MINAM, 2016).

En el Gráfico 1 se puede observar las relaciones de causalidad entre los efectos del cambio climático, los peligros de origen hidrometeorológico y sus potenciales impactos a los que se enfrenta el Perú.

Gráfico 1: Cadena de efectos y posibles impactos asociados al cambio climático en el Perú.



Fuente: MINAM, 2016

4. MARCO CONCEPTUAL

A continuación, se da un breve alcance de los conceptos de amenazas climáticas, riesgos y adaptación que se usarán en el análisis de las unidades productivas.

4.1. Variabilidad climática

Es una fluctuación climática o componente de esta, e indica las variaciones naturales comunes de un año al siguiente, o cambios de una década a la siguiente. La variabilidad se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones en los forzamientos externos antropogénicos (variabilidad externa) (IPCC, 2018).

4.2. Cambio climático

Variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos (IPCC, 2018).

4.3. Escenario climático

Es la representación de una situación posible que se produce si se cumple una condición predeterminada. Actualmente se utiliza el concepto de Ruta Representativa de Concentraciones (RPC por sus siglas en inglés), que señala los grados probables de incremento de temperaturas dados ciertos niveles de emisión de GEI.

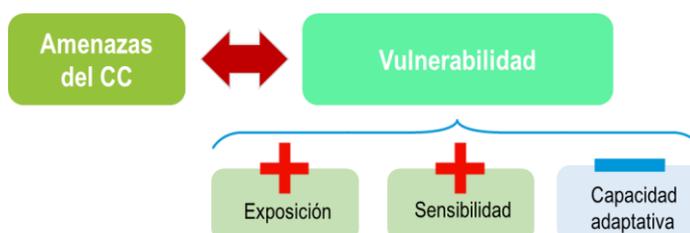
4.4. Amenaza

Se refiere a un fenómeno físico que constituye una posible causa de riesgo o perjuicio. Se clasifican generalmente por su origen que puede ser natural, socio natural, o antrópico como: huracanes, sismos, incendios, explosiones, deslizamientos, guerras, y otros. Para efectos de este informe se considera aquellas amenazas de origen natural.

4.5. Vulnerabilidad

Se refiere a una serie de características de la sociedad, infraestructuras, medios de vida, y ecosistemas que los predisponen a sufrir daños frente al impacto de un evento físico, externo, y que dificulta su posterior recuperación. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación (véase gráfico 2).

Gráfico 2: Elementos que comprenden la vulnerabilidad.



Fuente: elaboración propia

4.6. Exposición

La exposición se define como la presencia de personas, medios de vida, especies o ecosistemas, funciones y servicios ambientales, infraestructura, bienes económicos, sociales o culturales situados en lugares y ambientes que podrían verse afectados negativamente por variaciones climáticas. (IPCC, 2018).

4.7. Sensibilidad

La sensibilidad es el grado en el cual un sistema se ve afectado, tanto adversamente como benéficamente, por los estímulos climáticos.

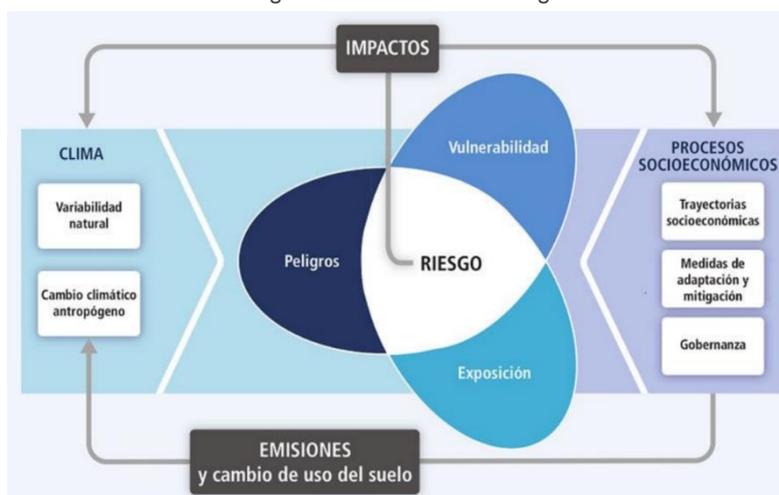
4.9. Adaptación

Consiste en una serie de ajustes de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes, para atenuar los efectos perjudiciales y aprovechar las oportunidades. Estos ajustes o modificaciones se pueden dar en diversos ámbitos (áreas de acción); a nivel de políticas públicas, en el marco legal, a nivel institucional, con proyectos concretos de gestión de riesgo de desastres, a través de investigaciones, entre otros.

4.10. Riesgos físicos derivados del cambio climático

Se entiende como aquel riesgo relacionado con el clima que es generado por la interacción de los peligros climáticos (incluidos eventos y tendencias peligrosas), la vulnerabilidad y la exposición de los sistemas humanos y naturales. Tanto los cambios en el sistema climático como los peligros, exposición y vulnerabilidad, son impulsores de los procesos socioeconómicos, incluidas la adaptación y mitigación (véase Gráfico 3).

Gráfico 3: Diagrama de análisis de riesgo climático



Fuente: IPCC, 2014.

4.11. Riesgos de transición derivados del cambio climático

Los riesgos de transición son aquellos generados como consecuencia de los cambios producidos en la normativa, el mercado o la tecnología derivados de la transición hacia un sistema productivo descarbonizado.

5. METODOLOGIA

En los acápite siguientes se reseñan los pasos seguidos para la evaluación de carácter cualitativo de los riesgos derivados del cambio climático de las UP pertenecientes a la compañía de minas Buenaventura. Se debe resaltar que dada la escala de la información recibida u obtenida no se ha podido llevar un análisis a detalle que tome en cuenta los componentes funcionales y operativos unitarios de cada UP, debido a esto se optó por desarrollar un análisis de impacto a un nivel general.

Para la elaboración del presente informe no se dispuso de información sobre las amenazas con detalle a nivel de cada UP. Resultados más detallados demandan estudios específicos en el terreno, que permitan cuantificar los impactos en términos de pérdidas estimadas de horas/hombre; productividad, en infraestructura y activos, entre otras estimaciones de impactos y pérdidas en la cadena de valor y proponer medidas costo efectivas para reducir dichas pérdidas.

Por otro lado, la evaluación de riesgos físicos y de transición se realizará de manera independiente, esto debido a la naturaleza de la información utilizada y a la diferenciación de los escenarios climáticos pertinentes utilizados para cada uno de ellos.

5.1 EVALUACIÓN DE RIESGOS FÍSICOS

5.1.1 CARACTERIZACIÓN DE AMENAZAS

Para la caracterización de las amenazas, se han incorporado aquellas amenazas o peligros naturales con mayor incidencia en las zonas de estudio provenientes de fuentes oficiales y especializadas, como el MINAM, SENAMHI, INGEMMET, CENEPRED, entre otros. Ello como información secundaria y a nivel de mapas digitales de escala nacional (véase anexos). Todas estas amenazas están resumidas en la Tabla 3.

Tabla 3: Amenazas relacionadas con el cambio climático en Perú.

Amenazas	Descripción	Fuente
Inundación fluvial	<p>Ocurren cuando las aguas de un río sobrepasan el nivel máximo del cauce principal y como consecuencia, se genera un desbordamiento de estas aguas hacia su llanura de inundación.</p> <p>Se registran las regiones que por sus características del terreno (pendiente bajo y dinámica activa de ríos), así como mayor ocurrencia de lluvias intensas desencadenadas por variabilidad natural o por el Fenómeno El Niño.</p>	Mapa nacional de susceptibilidad a inundación por erosión fluvial INGEMMET (2007):
Movimientos en masa	<p>Propensión o tendencia de una zona a ser afectada o hallarse bajo la influencia de movimiento en masa (alud, deslizamiento, erosión, huaicos, caída de rocas).</p> <p>Se registran en las regiones por sus condiciones físicas (laderas de fuerte pendiente, acantilados en el litoral y cortes en la carretera) y presentan niveles moderado y alto.</p>	Mapa nacional de susceptibilidad a los movimientos en masa INGEMMET (2010)
Erosión hídrica	Fenómeno de remoción, transporte y deposición de partículas de suelo, materia orgánica y nutriente soluble por efecto del agua. Se presenta con diversos grados de intensidad, llegando muchas veces hasta condiciones tales, que no es posible restaurarlas,	Atlas de erosión de suelos por regiones hidrológicas del Perú SENAMHI (2017)

	<p>provocando en consecuencia el desequilibrio de la estabilidad armónica a nivel de cuencas hidrográficas.</p> <p>En el país las tasas de erosiones más altas se encuentran en la región andina donde la fuerte pendiente del terreno y lluvia son factores condicionantes para la ocurrencia de dicho fenómeno.</p>	
Heladas	<p>Las heladas se producen cuando la temperatura del ambiente desciende a 0° C o menos. Los principales factores de su generación son; la latitud y altitud, masas de aire polar y la continentalidad.</p> <p>Las características montañosas de la región andina juegan un papel importante en la generación de heladas, esto por el efecto que tiene el drenaje de aire frío y por su exposición. Por lo general, las temperaturas mínimas más bajas se presentan en el Altiplano, especialmente en la confluencia de las regiones de Puno, Arequipa y Cusco.</p>	Atlas de heladas del Perú SENAMHI (2010)
Nevadas	<p>Precipitación de agua en estado sólido, en forma de copos de estructura cristalina, principalmente en forma de estrella o cristales hexagonales rameados.</p> <p>En el Perú, la confabulación de humedad e ingreso de aire frío y seco proveniente de latitudes medias hacia regiones tropicales. La ocurrencia de nevadas intensas es más frecuente en zonas altas (sobre los 3500 msnm) de la región sur.</p> <p>Las características de los Andes como su distribución en el país vuelven a las nevadas un fenómeno meteorológico importante para la región.</p>	Estudio de frecuencia de nevadas en el Perú SENAMHI (2018)
Radiación UV	<p>La radiación Ultravioleta (UV), es una radiación en el espectro electromagnético en el rango de longitudes de onda entre 100 nm y 400 nm.</p> <p>El Perú es uno de los países con la mayor intensidad de radiación solar a nivel mundial, esto se debe a la cercanía del país a la zona ecuatorial y sus zonas elevadas, donde la radiación ultravioleta cae en forma perpendicular sobre el territorio.</p>	Modelo numérico nacional de radiación ultravioleta SENAMHI (2016)
Sequias	<p>Las sequias ocurren cuando las lluvias han sido considerablemente inferiores a los niveles normales registrados, causando un agudo desequilibrio hídrico. En este caso es la relación de mayor temperatura y menor precipitación.</p> <p>Se registran las regiones que presentan mayores condiciones de aridez con niveles de peligrosidad moderados.</p>	Mapa de peligro por sequía en la actualidad SENAMHI (2020)
Temperatura mínima y Máxima al 2050	<p>Disminución de la temperatura mínima y máxima del aire respecto al clima actual.</p> <p>Se registran las regiones que presentarían incrementos entre intervalos de 2 a 3°C para el RCP 8.5.</p>	Escenarios climáticos al 2050 en el Perú SENAMHI (2021)
Precipitación al 2050	<p>Variación diferenciada de la precipitación (en ciertas regiones aumenta y en otras disminuye).</p> <p>Se registran las regiones que presentarían una disminución entre 0% a 15%, y, las regiones que presentarían un incremento entre 20 a 30% para el RCP 8.5.</p>	Escenarios climáticos al 2050 en el Perú SENAMHI (2021)

Fuente: elaboración propia

Cabe señalar que luego del análisis se optó por descartar amenazas o algunas variables de estas, sea por la nula incidencia en el territorio en estudio (por ejemplo, las olas de calor), por la escasez de información (por ejemplo, la intensidad de heladas y nevadas) o por el origen no climático de estas (por ejemplo, erupción de volcanes y sismos).

5.1.2 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN

La compañía de minas Buenaventura proporcionó la información en formato digital (shapefile) de las áreas de influencia y componentes de cada UP. Dicha información, considerando principalmente las áreas de influencia, se consolidó en una sola capa digital. Posteriormente se procedió a la superposición (overlying) de cada uno de los mapas de amenazas, obteniendo de esta manera la identificación y la exposición de cada UP respecto a dichas amenazas.

5.1.3 EVALUACIÓN DEL RIESGO FÍSICO ACTUAL

Para la evaluación de riesgo actual se procedió a elaborar una matriz de las amenazas identificadas estableciéndose criterios para las variables analizadas (frecuencia o severidad), de acuerdo con la información disponible. Estos criterios fueron categorizados y ponderados como alto (3), medio (2) y bajo (1), con fines de facilitar la interpretación de los resultados (véase Tabla 4). Una vez categorizadas las amenazas se realizó la superposición de cada área de influencia de UP obteniéndose la matriz de riesgos actual.

Tabla 4: Categorías y criterios utilizados para la evaluación de riesgos físicos

Amenazas	VARIABLES	Criterio
Inundación fluvial	Geomorfología y topografía del terreno	Alto (3): Llanuras de inundación periódica a ocasional.
		Medio (2): Terrenos levemente inclinados, mal drenados e inundados en periodos excepcionales o por elevación de nivel freático.
		Bajo (1): Sectores de topografía plano-ondulado, lomadas disectadas y terrazas altas.
Movimientos en masa	Pendiente del terreno	Alto (3): 31 a 45°
		Medio (2): 21 a 30°
		Bajo (1): 0 a 20°
Erosión hídrica	Tasa de erosión (Toneladas/hectáreas/año)	Alto (3): mayor a 150
		Medio (2): 11 a 150
		Bajo (1): 0 a 10
Heladas	Días de heladas por año	Alto (3): mayor a 120
		Medio (2): 31 a 120
		Bajo (1): 0 a 30
Nevadas	Porcentaje de ocurrencia de nevadas	Alto (3): 61 a 100%
		Medio (2): 21 a 60%
		Bajo (1): 0 a 20%
Radiación UV	Índice de UV	Alto (3): mayor a 6
		Medio (2): 3 a 5

		Bajo (1): 1 a 2
Sequias	Porcentaje de defecto de precipitación respecto la precipitación media anual	Alto (3): mayor a 10%
		Medio (2): 6 a 10%
		Bajo (1): 0 a 5%

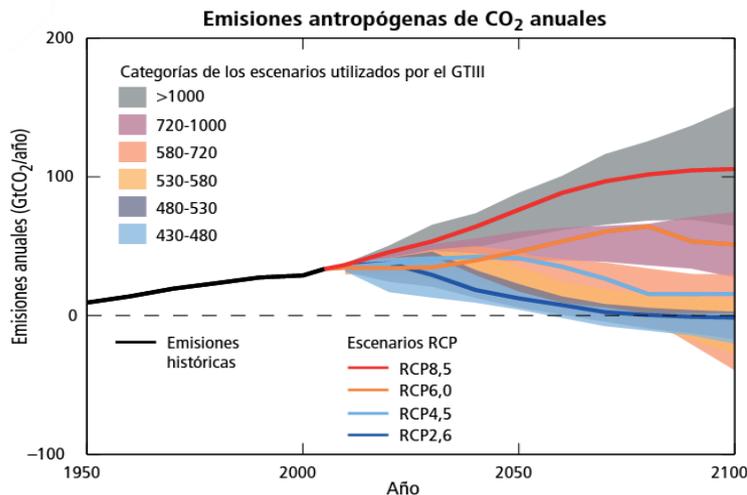
Fuente: elaboración propia

5.1.4 EVALUACIÓN DEL RIESGO FÍSICO FUTURO

El riesgo físico futuro se evaluó con el escenario de cambio climático disponible al 2050 regionalizado para el Perú (RCP 8.5), que contempla las estimaciones de las variables de precipitación, temperatura máxima y mínima.

La ruta de concentración representativa 8.5 (RCP 8.5 por sus siglas en inglés) representa una de las vías de emisiones y concentraciones relativamente más altas elaboradas por el IPCC (véase Gráfico 4). Sus principales supuestos incluyen: alto crecimiento demográfico, relativamente bajo crecimiento de PIB, y tasas modestas de cambios tecnológicos y de eficiencia energética (MINAM, 2016). Esto conlleva a importantes demandas energéticas y consecuentes emisiones de gases de efecto invernadero. En este escenario no se implementan políticas de cambio climático. Este es el escenario “business as usual” (“todo sigue como hasta ahora”).

Gráfico 4: Rutas de concentración representativas establecidas por el IPCC.

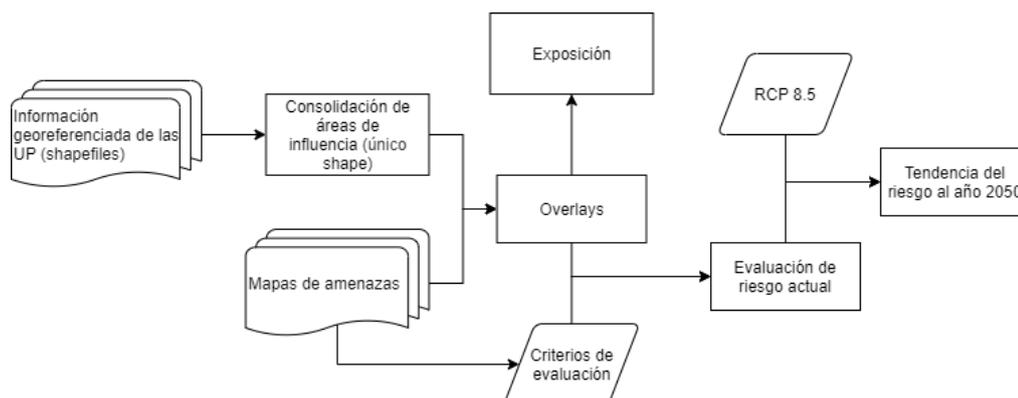


Fuente: IPCC, 2014

Esta información fue contrastada con las diversas amenazas y su incidencia en las UP analizadas. Posteriormente se identificó la tendencia de estas amenazas, en función de su incremento o disminución a los riesgos asociados, marcándose con una simbología que refleje dicho patrón.

Así, el proceso seguido para identificación de los riesgos físicos actuales y futuros se presenta en el siguiente flujograma (Gráfico 5):

Gráfico 5: Flujograma de procesos para la evaluación del riesgo físico actual y futuro.



Fuente: elaboración propia

5.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS DE TRANSICIÓN

Para la evaluación de los riesgos de transición derivados del cambio climático y sus efectos se han considerado aquellos riesgos que son potencialmente los más críticos para el sector minero en la región (Banco interamericano de desarrollo, 2020). Dichos riesgos son:

» A. Riesgos asociados a políticas públicas

El desarrollo de normativa relacionada con el cambio climático evoluciona cada vez con más rapidez. Esta normativa suele buscar limitar las actividades que contribuyen al cambio climático y promover medidas de adaptación frente al mismo. Esto implica que los actores económicos deben adecuarse a la nueva regulación, lo que supone en ocasiones impactos muy relevantes en su estrategia, modelos de negocio y productivos (TCFD, 2017).

» B. Riesgos tecnológicos

Las innovaciones tecnológicas enfocadas en la transición hacia una economía baja en emisiones pueden afectar de manera significativa a empresas y sectores económicos, ya que implican pérdidas de valor anticipadas sobre infraestructuras ya desarrolladas, así como fuertes inversiones en investigación, desarrollo e innovación o incluso la incorporación de nuevas tecnologías que se encuentran aún en fase de evolución (TCFD, 2017).

» C. Riesgos de mercado

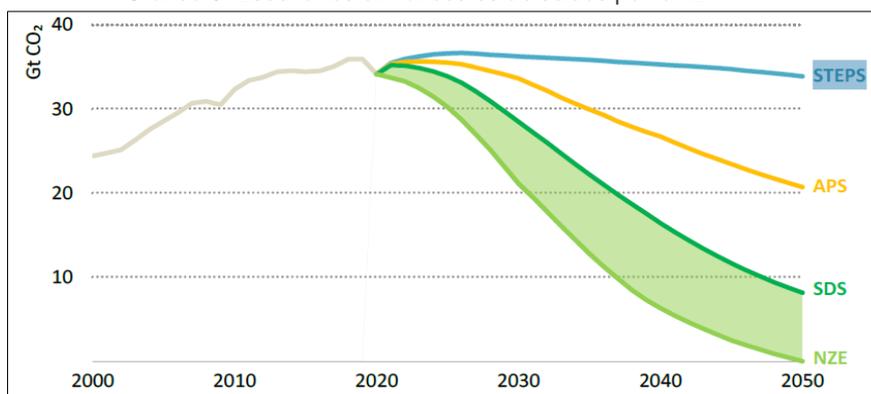
El cambio climático puede generar cambios en la oferta y demanda de productos y servicios o el incremento en los costes de producción. Cambios en el comportamiento del consumidor que aumentan la demanda de productos clasificados como sostenibles, o la disminución de la oferta de ciertos recursos debido a una mayor escasez, son ejemplos de este tipo de riesgos (TCFD, 2017).

Después de una revisión de diversos escenarios internacionales disponibles para la evaluación de riesgos de transición (NGFS, IEA, Greenpeace, entre otros). Se decidió realizar una clasificación del riesgo para el año 2050 en función del Escenario de Políticas Establecidas (STEPS por sus siglas en inglés) de la Agencia Internacional de Energía

(IEA), ya que esta proyección contempla características similares a RCP 8.5 empleado para la evaluación de los riesgos físicos.

De acuerdo con la IEA, el Escenario de Políticas Establecidas asume que los gobiernos no alcanzarán los compromisos climáticos de todo el mundo, incluidas las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN)¹. Se trata de un análisis específico, sector por sector, de las políticas y medidas existentes y de las que se están desarrollando actualmente sin contar las implementaciones de los países ni el cumplimiento de sus objetivos de descarbonización anunciados (IEA, 2021) (véase gráfico 6).

Gráfico 6: Escenarios climáticos establecidos por la IEA.²



Fuente: IEA, 2021

A continuación, se muestra la clasificación propuesta para evaluar el riesgo futuro (véase Tabla 5).

Tabla 5: Clasificación de la exposición frente a los riesgos de transición derivados del cambio climático.

Clasificación	Descripción
Alto	La empresa tiene una alta vulnerabilidad frente a los impactos de transición de un clima cambiante
Medio	La empresa tiene una vulnerabilidad media frente a los impactos de transición de un clima cambiante
Bajo	La empresa tiene una baja vulnerabilidad frente a los impactos de transición de un clima cambiante

Fuente: elaboración propia

¹ De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) representan los compromisos asumidos por los países para la reducción de las emisiones GEI y la adaptación al cambio climático. El Perú Las Contribuciones Nacionalmente Determinadas, en su componente de Mitigación propone una reducción del 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero, proyectada para el año 2030 en un escenario "Business as Usual" (MINAM,2017)

² Los escenarios propuestos por la IEA son los siguientes: Net Zero Emissions by 2050 Scenario (NZE), Announced Pledges Scenario (APS), Stated Policies Scenario (STEPS), Sustainable Development Scenario (SDS).

6. RESULTADOS

6.1 RIESGOS FÍSICOS DERIVADOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Una vez aplicada la metodología se tuvieron los siguientes resultados en cuanto a la exposición de las UP frente a las amenazas identificadas (véase Tabla 6).

Tabla 6: Evaluación de la exposición de las UP frente a las amenazas derivadas del cambio climático identificadas

Unidades de Producción UP	Amenazas						
	Inundación fluvial	Movimientos en masa	Erosión hídrica	Heladas	Radiación UV	Nevadas	Sequias
Colquijirca-Tajo Norte y Marcapunta	x	x	x	x	x	x	x
Julcani	x	x	x	x	x	x	x
La Zanja	x	x	x	x	x	-	x
Orcopampa	x	x	x	x	x	x	x
Coimolache (Tantahuatay)	x	x	x	x	x	-	x
Uchucchacua	x	x	x	x	x	x	x
Tambomayo	x	x	x	x	x	x	x

Fuente: elaboración propia

Se puede observar que todas las UP están expuestas (presentan una cruz), en diversa medida, a todas las amenazas identificadas, a excepción de aquellas ubicadas en Cajamarca (La Zanja y Coimolache), las cuales no están expuestas a eventos de nevadas. Esto implica que de plantearse medidas de adaptación al cambio climático se debe considerar una evaluación multiamenaza de manera que las medidas de reducción de sus impactos o adaptación sean de carácter integral.

Por otro lado, al realizar la evaluación de riesgo que considera la intensidad o frecuencia de las amenazas, se obtiene el siguiente resultado (véase Tabla 7).

Tabla 7: Evaluación del riesgo de las UP frente a las amenazas identificadas derivadas del cambio climático.

Unidades de Producción UP	Amenazas						
	Inundación fluvial	Movimientos en masa	Erosión hídrica	Heladas	Radiación UV	Nevadas	Sequias
Colquijirca-Tajo Norte y Marcapunta	alto	alto	moderado	alto	alto	bajo	bajo
Julcani	bajo	alto	moderado	moderado	alto	bajo	moderado
La Zanja	bajo	moderado	bajo	bajo	alto	-	bajo
Orcopampa	alto	alto	bajo	moderado	alto	moderado	moderado
Coimolache (Tantahuatay)	bajo	moderado	bajo	bajo	alto	-	bajo
Uchucchacua	bajo	moderado	bajo	moderado	alto	bajo	bajo
Tambomayo	bajo	alto	moderado	moderado	alto	bajo	moderado

Fuente: elaboración propia

De la Tabla 7 se puede resaltar que los impactos más críticos se encuentran vinculados a inundaciones, movimientos en masa, heladas y radiación UV.

En cuanto a las inundaciones y movimientos en masas, los impactos deben ser evaluados con mayor nivel de detalle, considerando las líneas vitales y la funcionalidad de los diversos componentes de la UP y, de ser el caso, de la cadena de valor que implican los accesos a y desde la UP, hasta la zona de disposición final de la producción (puertos, por ejemplo). Respecto a las heladas deberá considerarse tanto los riesgos de afectación de la infraestructura y procesos debido al posible congelamiento, como de las condiciones de salud del personal, al igual que en el caso de los altos niveles de radiación UV.

En cuanto a las amenazas de medio y bajo impacto, igualmente deben de ser consideradas en las medidas de adaptación y de reducción de vulnerabilidad, pese a su menor frecuencia o intensidad, para ello es importante mantener un registro de ocurrencias y consecuencias de todas las amenazas presentadas en el ámbito de influencia de las UP.

Por último, en la siguiente tabla (véase Tabla 8), se incluye el resultado de la evaluación de las tendencias de los riesgos derivados del cambio climático al año 2050, donde las flechas hacia arriba señalan incremento de las frecuencias o intensidades de las amenazas debido al escenario de cambio climático utilizado y las flechas hacia abajo señalan lo contrario.

Tabla 8: Evaluación de las tendencias de los riesgos físicos derivados del cambio climático al año 2050.

UP	Precipitación	Temperaturas mínimas	Temperaturas máximas	Inundación fluvial	Movimientos en masa	Erosión hídrica	Heladas	Radiación UV	Nevadas	Sequias
Colquijirca-Tajo Norte y Marcapunta	↑ (0 - 15%)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↓
Julcani	↑ (0 - 15%)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↓
La Zanja	↑ (15 -30%)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	↑	↑	↑	↓	↑	-	↓
Orcopampa	↓ (0 - 15%)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	↑ (+ 2.8 - 3.2°C)	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↑
Coimolache (Tantahuatay)	↑ (15 -30%)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	↑	↑	↑	↓	↑	-	↓
Uchucchacua	↑ (0 - 15%)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	↑ (+ 2.8 - 3.2°C)	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↑
Tambomayo	↓ (0 - 15%)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	↑ (+ 2.8 - 3.2°C)	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↑

Fuente: elaboración propia

Al analizar las tendencias del cambio climático y su incidencia, se observa que el futuro no se presenta muy distinto en términos de las amenazas. Las tendencias fueron aplicadas a las amenazas de cada UP, debiéndose resaltar que en un periodo de 50 años las temperaturas máximas y mínimas aumentan en todos los ámbitos de influencia entre 2.4 y 3.2 °C.

De igual manera se estima que la precipitación podrá aumentar hasta un 30% en todas las UP con excepción de la UP Orcopampa y Tambomayo ubicadas en la región de Arequipa, en las cuales se estima una disminución de precipitación de hasta el 15% de las actuales. Estas tendencias van a condicionar los riesgos actuales, por lo que es pertinente dar impulso a los procesos de la adaptación al cambio climático y gestión de riesgos que busque modificar la tendencia de los posibles impactos.

Debemos tomar en cuenta, además, que el incremento de precipitación presentará una carga adicional a los riesgos de inundación, movimientos de masa y erosión hídrica y al contrario la disminución en la frecuencia de heladas y sequias. Por otro lado, el rango del incremento de las temperaturas no supondría mayores amenazas, salvo en su correlación con el incremento de las precipitaciones.

Finalmente, al consolidar los riesgos actuales y las tendencias futuras debido al cambio climático, se obtiene la siguiente matriz (véase Tabla 9).

Tabla 9: Matriz de evaluación de riesgos físicos derivados del cambio climático.

Unidad de Producción UP	Amenazas																	
	Inundación fluvial		Movimientos en masa		Erosión hídrica		Heladas		Nevadas		Radiación UV		Sequías		Precipitación	Temperaturas mínimas	Temperaturas máximas	Ponderación final
	Nivel de riesgo	Tendencia al 2050	Nivel de riesgo	Tendencia al 2050	Nivel de riesgo	Tendencia al 2050	Nivel de riesgo	Tendencia al 2050	Nivel de riesgo	Tendencia al 2050	Nivel de riesgo	Tendencia al 2050	Nivel de riesgo	Tendencia al 2050	Proyección al 2050 (RCP 8.5)			
Colquijirca-Tajo Norte y Marcapunta	3	↑	3	↑	2	↑	3	↓	1	↓	3	↑	1	↓	↑ (0 - 15%)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	13
Julcani	1	↑	3	↑	2	↑	2	↓	1	↓	3	↑	2	↓	↑ (0 - 15%)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	11
La Zanja	1	↑	2	↑	1	↑	1	↓	-	-	3	↑	1	↓	↑ (15 - 30%)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	6
Orcopampa	3	↓	3	↓	1	↓	2	↓	2	↓	3	↑	2	↑	↓ (0 - 15%)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	↑ (+ 2.8 - 3.2°C)	13
Coimolache (Tantahuatay)	1	↑	2	↑	1	↑	1	↓	-	-	3	↑	1	↓	↑ (15 - 30%)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	6
Uchucchacua	1	↓	2	↓	1	↓	2	↓	1	↓	3	↑	1	↑	↓ (0 - 15%)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	↑ (+ 2.8 - 3.2°C)	8
Tambomayo	1	↓	3	↓	2	↓	2	↓	1	↓	3	↑	2	↑	↓ (0 - 15%)	↑ (+ 2.4 - 2.8°C)	↑ (+ 2.8 - 3.2°C)	11
Total	11		18		10		13		6		21		10					

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 9 se puede apreciar que las unidades con mayor ponderación de riesgo multipeligros son Colquijirca, Julcani, Orcopampa y Tambomayo, lo cual no significa que las unidades La Zanja, Coimolache y Uchucchacua no estén exentas de dichos peligros, ya que también pueden sufrir impactos, por lo que de igual manera deben considerarlas dentro de su proceso de adaptación y gestión de riesgos.

En cuanto a los riesgos principales podemos señalar que son la radiación UV, que afecta al personal de todas las UP y los movimientos en masa debido a las tendencias de temperaturas y precipitaciones en estas zonas.

6.2 RIESGOS DE TRANSICIÓN DERIVADOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

En el siguiente cuadro se presenta el análisis y resultados en términos de impactos, nivel de riesgo y los posibles condicionantes para el mismo.

Tabla 10: Matriz de evaluación de riesgos de transición derivados del cambio climático.

Riesgos de transición		Impactos	Nivel de riesgo	
Riesgos asociados a políticas publicas	Cambios en las políticas para restringir las emisiones o mitigar los efectos del cambio climático imponiendo costes a las emisiones.	Cambios normativos relacionados con el clima generarán regulaciones e impuestos que pueden resultar en costos más altos y rendimientos económicos más bajos que los estimados originalmente para los nuevos proyectos en desarrollo y los planes mineros de las operaciones existentes.	Alto	El impuesto al carbono en América latina está presente en países como Chile, México y Colombia. Teniendo en cuenta la proyección del STEPS basada en el costo para el 2050 el precio de carbono para la industria y generación de energía podría subir a 30 USD/ Ton de CO ₂ .
	Reorientación del uso de la energía hacia fuentes con menos emisiones y la adopción de soluciones de eficiencia energética	Exposición indirecta al mercado que influye en los precios de la energía y algunos insumos, aumentando los costos iniciales de inversión para nuevos proyectos y planes mineros de las operaciones existentes.	Bajo	Para el escenario STEPS tanto el costo de capital como el de operación y mantenimiento para tecnologías de generación de energía renovable disminuye, especialmente tecnología aplicada a la energía solar.
	Incremento en la exposición a litigios	Los litigios pueden resultar en sanciones y/o paralización de las operaciones por parte de las autoridades. Afectación de la reputación empresarial y aumento de conflictos sociales.	Moderado	El incumplimiento de las nuevas políticas y normativa puede conllevar a litigios, sanciones incluyendo el deterioro en la confianza y reputación de la empresa.
Riesgos tecnológicos	Desplazamiento de tecnologías antiguas por tecnologías innovadoras, eficientes y competitivas.	La implementación de mejoras e innovación tecnológica en el mercado puede generar obsolescencia de infraestructuras y equipos, lo que implica pérdida de valor anticipada de estos elementos.	Alto	En torno a la generación de energía, las tendencias indican un incremento significativo en los suministros energéticos basados en energías renovables y equipos móviles eléctricos, por lo que aquellas tecnologías que emplean combustibles fósiles quedarán desfazadas en la mayoría de los casos.
	Incertidumbre respecto a las alternativas tecnológicas, energéticas y los costos relacionados	Incremento de las inversiones en investigación, desarrollo e incorporación de nuevas tecnologías. Costos de adopción/implementación de nuevas prácticas y procesos.	Moderado	La inversión de proyectos, mejora de tecnología y adopción de mejores prácticas tienen un costo de inversión. Sin embargo, tomando en cuenta la tendencia en la reducción de costes para la operación y mantenimiento de tecnologías emergentes y el aumento de eficiencia que implica las mejoras, dichos costos iniciales pueden ser asumidos.

		Inversión infructuosa en tecnología que se encuentran aún en fase de evolución.	Bajo	En casos donde la toma de decisiones de inversión en nuevas tecnologías no es sustentada adecuadamente el riesgo podría aumentar.
Riesgos de mercado	Cambios en la oferta y la demanda de determinadas materias primas.	Incapacidad de adecuarse a las nuevas condiciones de mercado y del aumento de los costos de producción debido a la variación de los precios de los insumos y de los requisitos de producción.	Moderado	No contemplar las señales del mercado y las nuevas tendencias tecnológicas pueden incidir en no atender las demandas con un adecuado costo de producción.
	Cambios en la percepción del mercado sobre el papel que desempeñará el sector minero en la transición hacia una economía con bajas emisiones de carbono.	El comportamiento de los inversionistas y consumidores puede disminuir la demanda de productos o servicios no sostenibles y/o altos en emisiones.	Moderado	Al aumentar la conciencia del cambio climático los potenciales inversionistas y clientes, pueden cambiar sus patrones de consumo e inversión, disminuyendo la demanda de aquellos productos o servicios altos en emisiones. Sin embargo, el escenario STEPS contempla un incremento en la demanda de metales en el sector minero, debido a su importancia en la transición energética hacia tecnologías renovables.

Fuente: elaboración propia

7. CONCLUSIONES

- » Esta aproximación de carácter cualitativo representa un primer gran marco respecto a la identificación y evaluación de los riesgos relacionados con el cambio climático para las UP de la Compañía de Minas Buenaventura.
- » Perú es uno de los países más vulnerables frente al cambio climático, y el sector minero y sus activos no son ajenos a esta realidad. Todas las UP de Buenaventura están expuestas a diversas amenazas derivadas del cambio climático.
- » Las tendencias y proyecciones del cambio climático señalan que los riesgos identificados en el ámbito de estudio tienden a intensificarse, salvo excepciones como las sequías y nevadas.
- » Los riesgos físicos derivados del cambio climático que más pueden afectar a la Compañía de Minas Buenaventura son los movimientos en masa causados por el incremento de la precipitación, la frecuencia de heladas y el incremento de la radiación UV.
- » Los riesgos de transición que más pueden afectar a la Compañía de Minas Buenaventura están vinculados al cambio de políticas e incrementos de costos por potencial pago de tributos por la generación de emisiones GEI, el desplazamiento y obsolescencia de tecnologías actuales por tecnologías carbono-eficientes y, por último, a los posibles cambios en el comportamiento de los inversionistas y/o consumidores que afecten determinados procesos.

8. RECOMENDACIONES

- » Se recomienda realizar estudios de vulnerabilidad a detalle en cada UP, que contemplen, los componentes integrales y los potenciales impactos del cambio climático, en especial para las líneas vitales, como son el agua, la energía y el transporte; para las zonas de producción, incluyendo relaveras; así como para las oficinas y campamentos y de ser el caso, puertos por arribo de insumos o exportación de producción dónde otras amenazas deberían ser consideradas como el posible impacto de un terremoto y tsunami en la costa central de país.
- » Debido a que la información disponible usada en este estudio fue aquella a nivel nacional. Se recomienda un posterior análisis más específico respecto a los riesgos identificados en cada UP, que permita cuantificar los riesgos y sus impactos.
- » Contemplar los riesgos de transición en el proceso de toma de decisiones institucionales.
- » Se recomienda, en el marco de la estructura organizacional de la compañía de minas Buenaventura, definir las áreas y acciones pertinentes para la gestión de los riesgos físicos y de transición. Ello implica la generación de información de base primaria, estudios y evaluaciones necesarias para la propuesta y aplicación de medidas de adaptación y mitigación de los riesgos derivados del cambio climático para las UP de la Compañía de Minas Buenaventura

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Banco interamericano de desarrollo. (2020). Evaluación de riesgo climático. <https://www.idbinvest.org/es/download/10722>
- CEPAL. (2019). Minería para un futuro bajo en carbono: oportunidades y desafíos para el desarrollo sostenible. Serie Seminarios y Conferencias, No 90, 1990–2010.
- IEA (2021). World Energy Outlook. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/4ed140c1-c3f3-4fd9-acaee-789a4e14a23c/WorldEnergyOutlook2021.pdf>
- INEI. (2021). Nota de prensa N° 067. 67, 3. https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/np_067_2021.pdf
- INEI. (2022). Nota de prensa N° 115. 23–25. <https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-115-2022-inei.pdf>
- INGEMMET (2007). Mapa nacional de susceptibilidad a inundación por erosión fluvial. <http://metadatos.ingemmet.gob.pe:8080/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/cc199dc7-7c91-4cc9-8bf3-cc8d5af143c6>
- INGEMMET (2010). Mapa nacional de susceptibilidad a los movimientos en masa. <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/CPG15-075.pdf>
- IPCC (2014). Cambio Climático 2014. Informe de síntesis. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf
- IPCC (2018). Anexo I: Glosario. Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossary_spanish.pdf

- SENAMHI (2010). Atlas de heladas del Perú. <https://idesepe.senamhi.gob.pe/portalidesepe/files/tematica/atlas/helada/atlasheladas.pdf>
- MINAM (2016). La Contribución Nacional del Perú - iNDC: Agenda para un desarrollo climáticamente responsable. <http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/11/2015/12/LA-CONTRIBUCIÓN-NACIONAL-DEL-PERÚ1.pdf>
- MINAM (2016). El Perú y el Cambio Climático: Tercera Comunicación Nacional del Perú. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/tercera-comunicacion-nacional-peru-convencion-marco-las-naciones>
- MINAM (2017). Material Educativo: Contribuciones Nacionalmente Determinadas - La respuesta peruana al cambio climático. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/contribuciones-nacionalmente-determinadas-respuesta-peruana-cambio#:~:text=Las%20Contribuciones%20Nacionalmente%20Determinadas%20son,media%20del%20planeta%20muy%20por>
- SENAMHI (2016). Modelo numérico nacional de radiación ultravioleta. <https://idesepe.senamhi.gob.pe/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/81d94056-0e15-41b0-a89d-7c4d87d16d30>
- SENAMHI (2017). Atlas de erosión de suelos por regiones hidrológicas del Perú. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/05/Tercera-Comunicación.pdf>
https://idesepe.senamhi.gob.pe/portalidesepe/files/tematica/atlas/erosion_de_suelo/Atlas_Erosion_Suelos_por_Regiones_Hidrologicas_Peru.pdf
- SENAMHI (2018). Estudio de frecuencia de nevadas en el Perú. <https://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/198/Estudio-de-la-frecuencia-de-nevadas-en-el-Peru.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SENAMHI. (2020). Climas del Perú: Mapa de Clasificación Climática Nacional. In Ministerio del Ambiente (Vol. 53, Issue 9). <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf>
- SENAMHI (2021). Escenarios climáticos al 2050 en el Perú. <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/1470#:~:text=Los%20resultados%20a%20nivel%20espacial,importantes%20en%20la%20costa%20norte.>
- TCFD Recommendation Report. (2017). Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. Task Force on Climate-Related Financial Disclosures, June, 1–74. <https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2020/10/FINAL-TCFD-Annex-Amended-121517.pdf>
- Watson, W. (2020). Managing the transition: Mining Risk Review 2020. Industrial and Commercial Training, 35(6), 241–246. <https://doi.org/10.1108/00197850310493901>

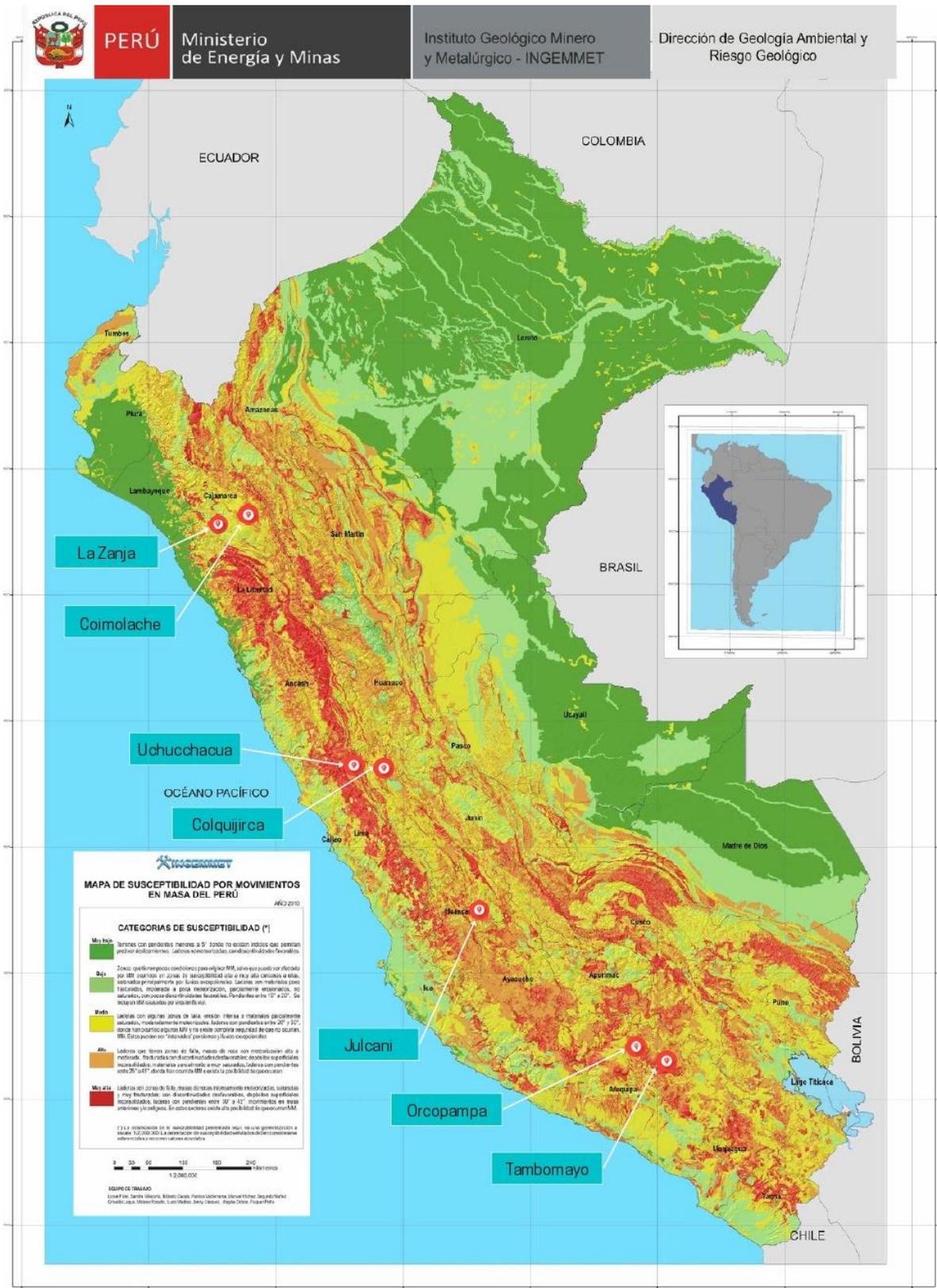
10.ANEXOS

Anexo 1. Mapa nacional de susceptibilidad a inundación por erosión fluvial.



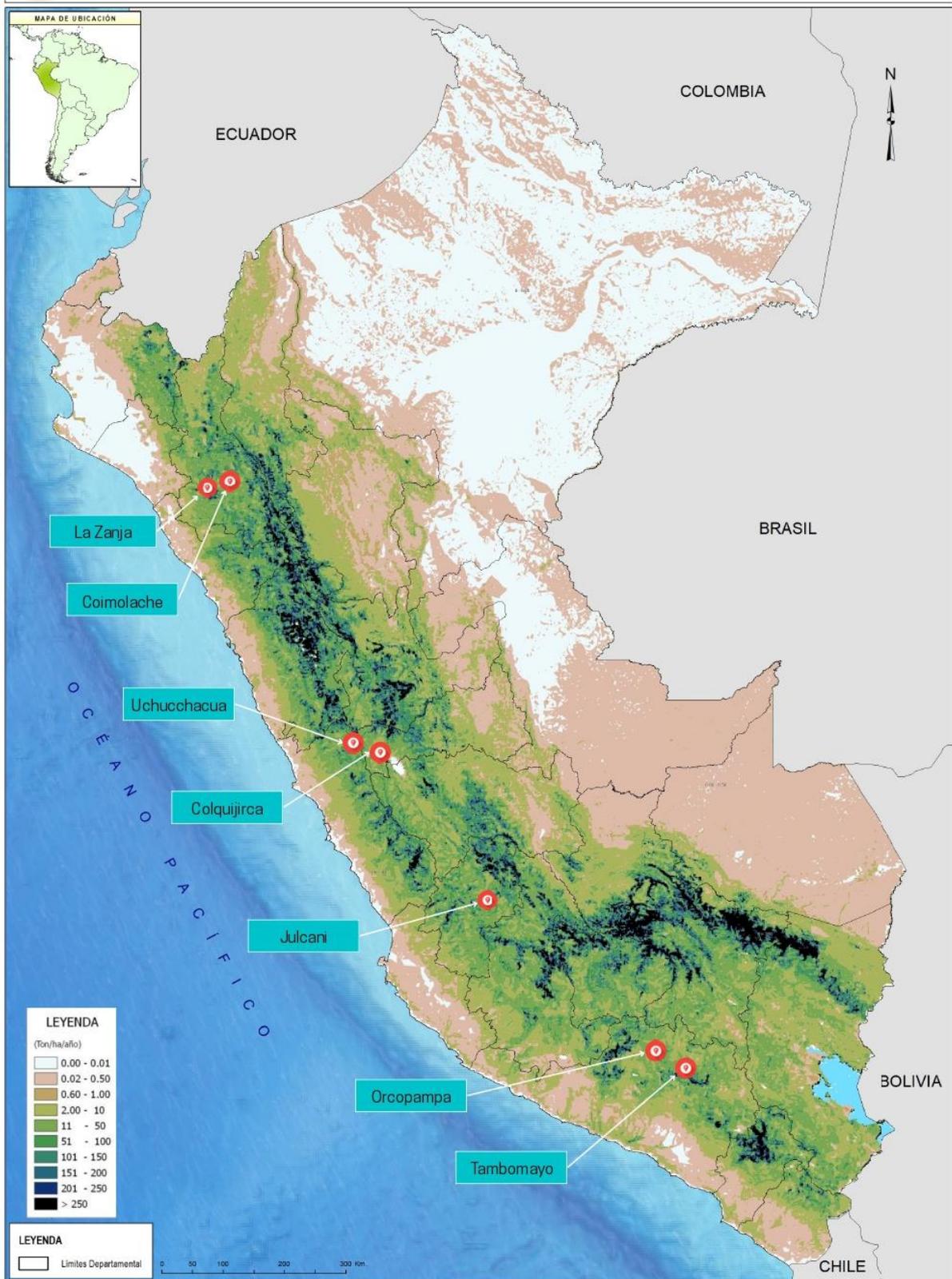
Fuente: adaptado de INGEMMET (2007).

Anexo 2. Mapa nacional de susceptibilidad a los movimientos en masa.



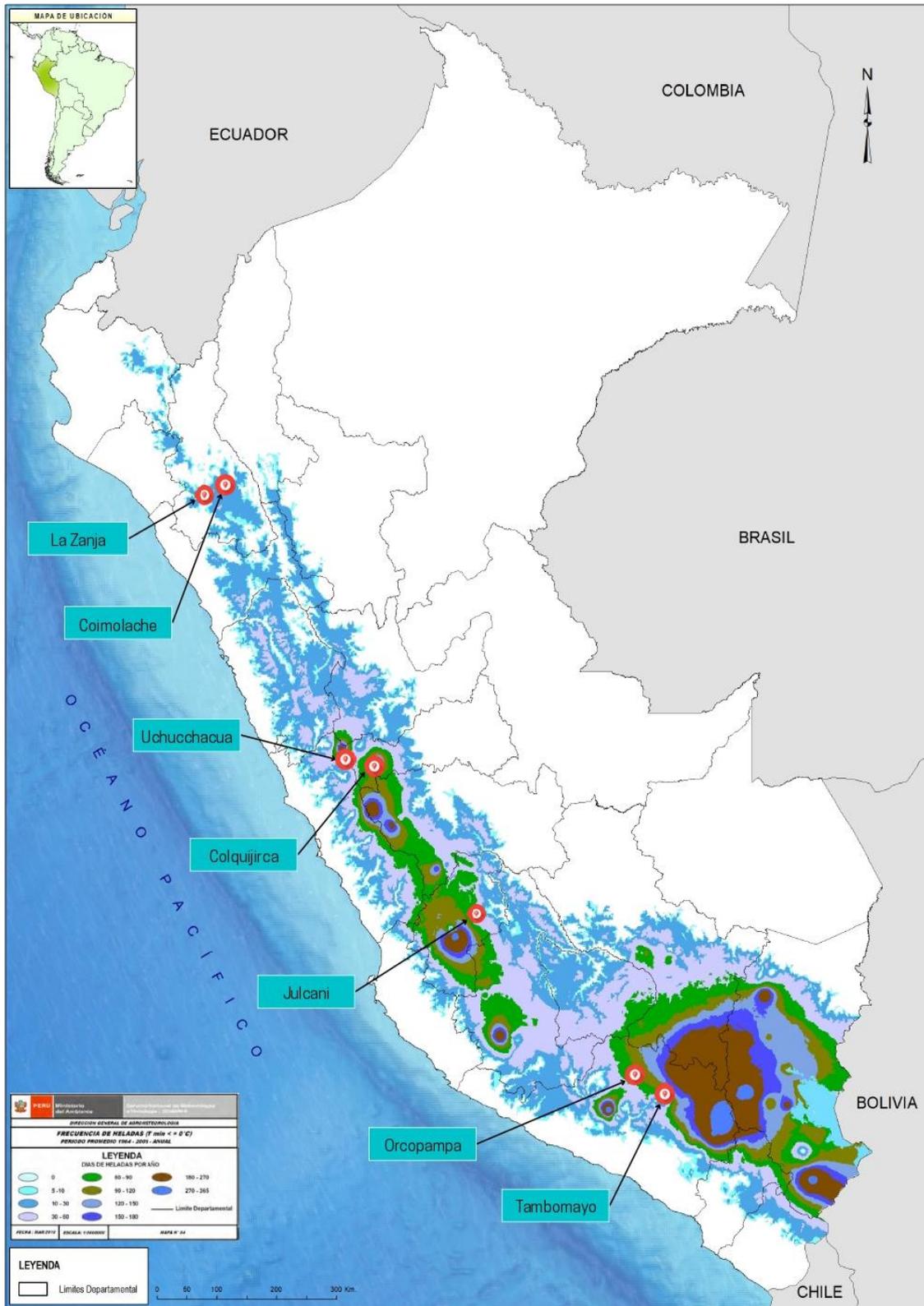
Fuente: adaptado de INGEMMET (2010).

Anexo 3. Atlas de erosión de suelos por regiones hidrológicas del Perú.



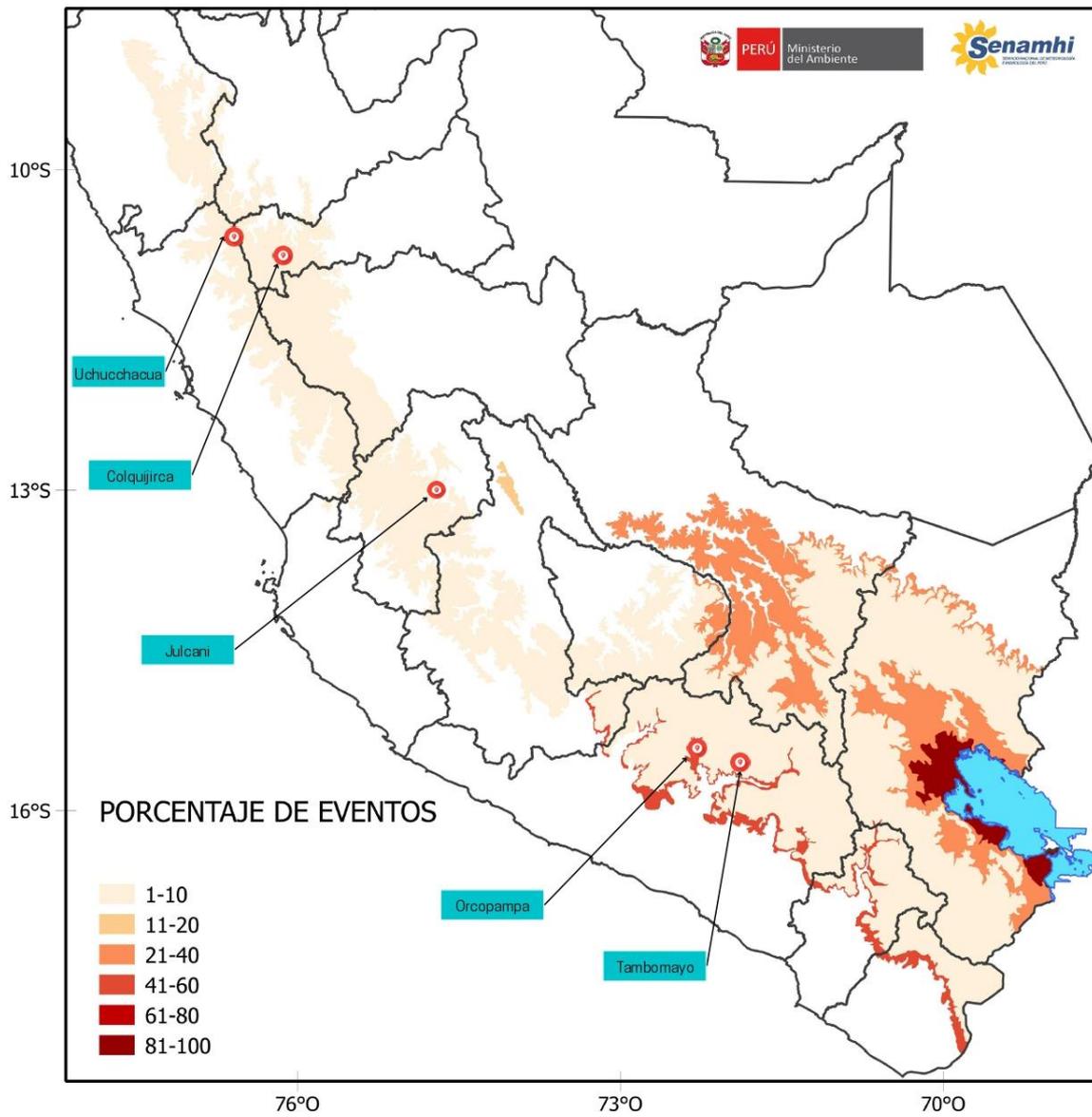
Fuente: adaptado de SENAMHI (2017).

Anexo 4. Atlas de heladas del Perú.



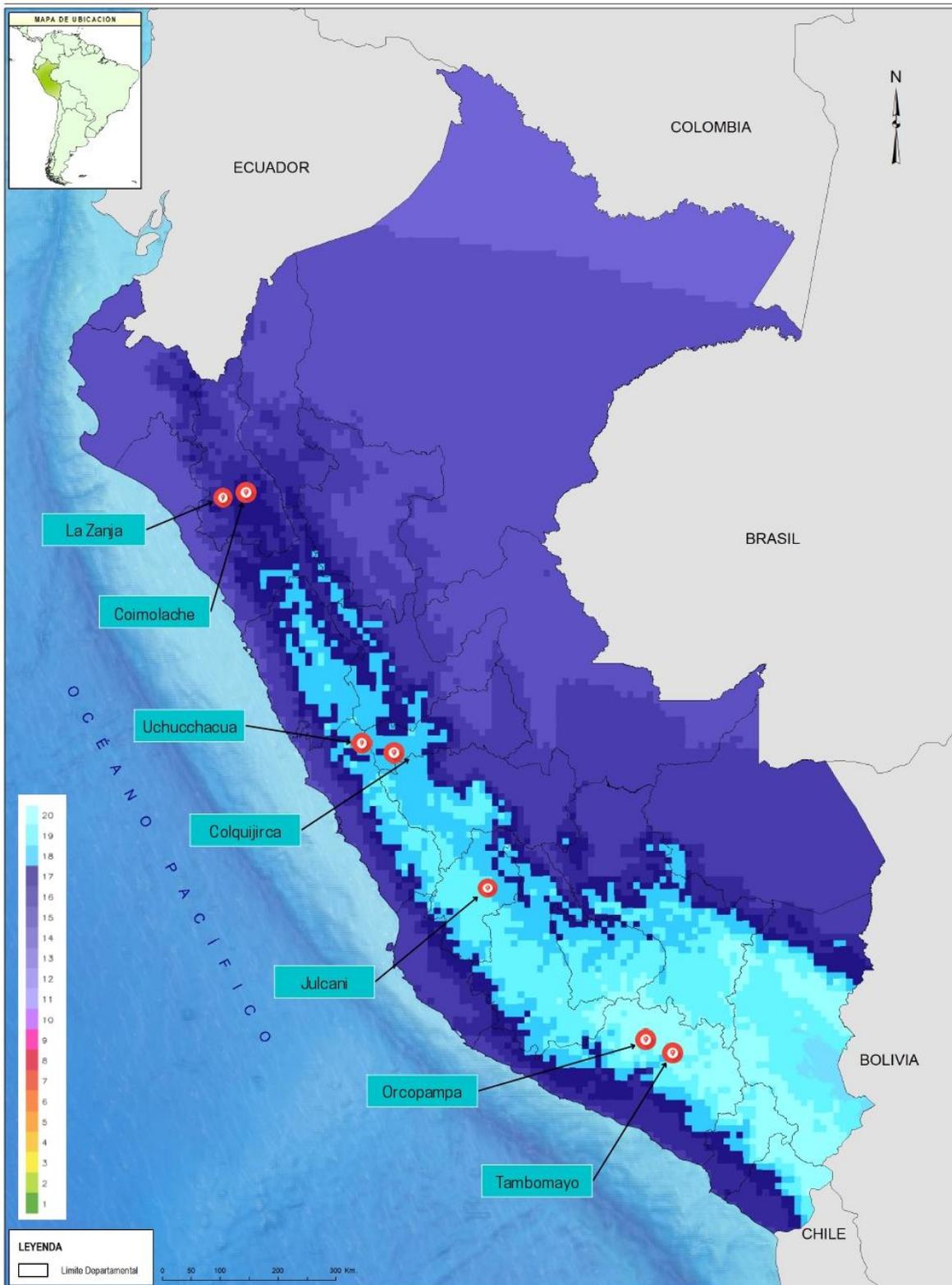
Fuente: adaptado de SENAMHI (2010).

Anexo 5. Estudio de frecuencia de nevadas en el Perú



Fuente: adaptado de SENAMHI (2018)

Anexo 6. Modelo numérico nacional de radiación ultravioleta



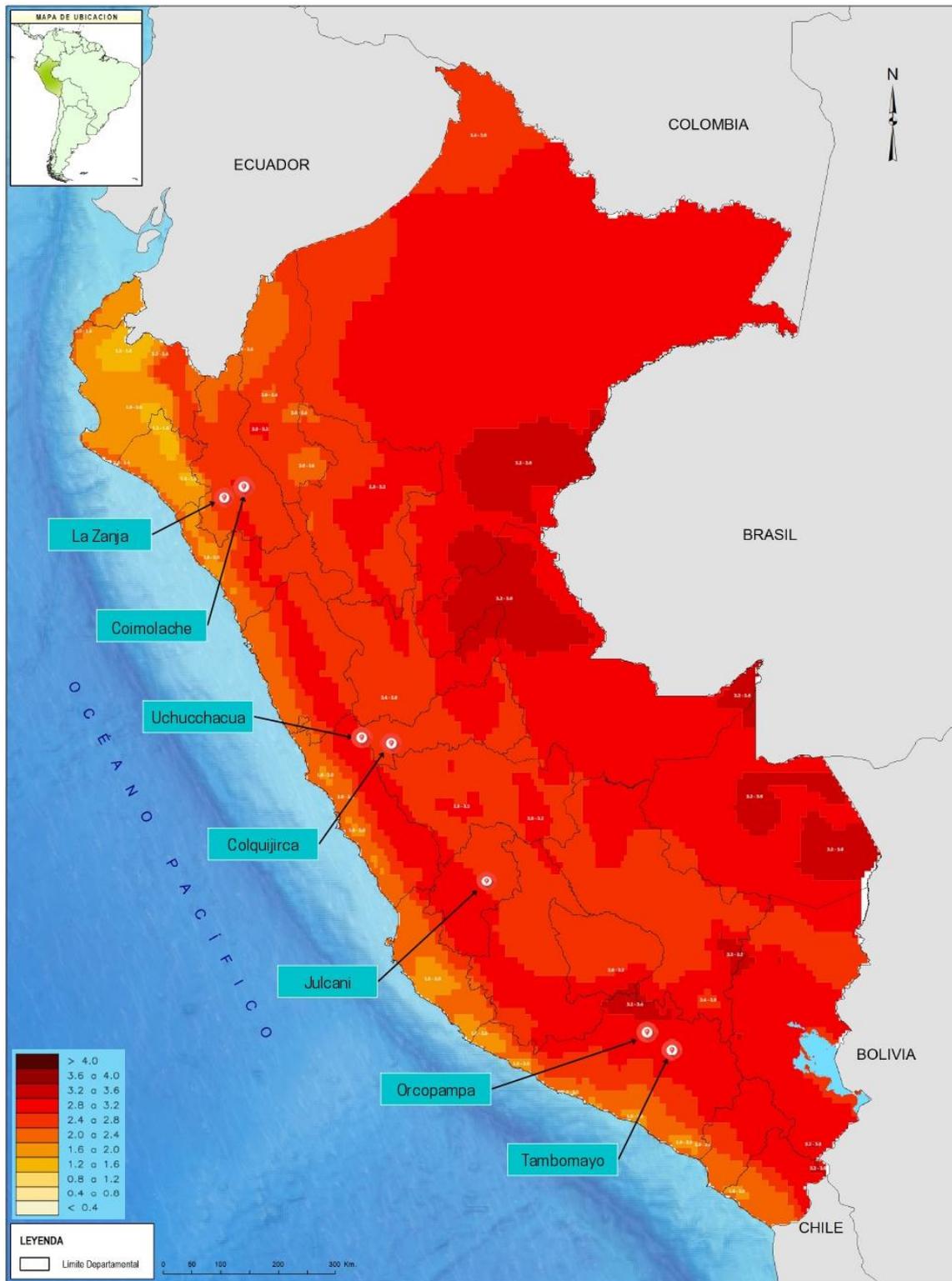
Fuente: adaptado de SENAMHI (2016)

Anexo 7. Mapa de peligro por sequía en la actualidad



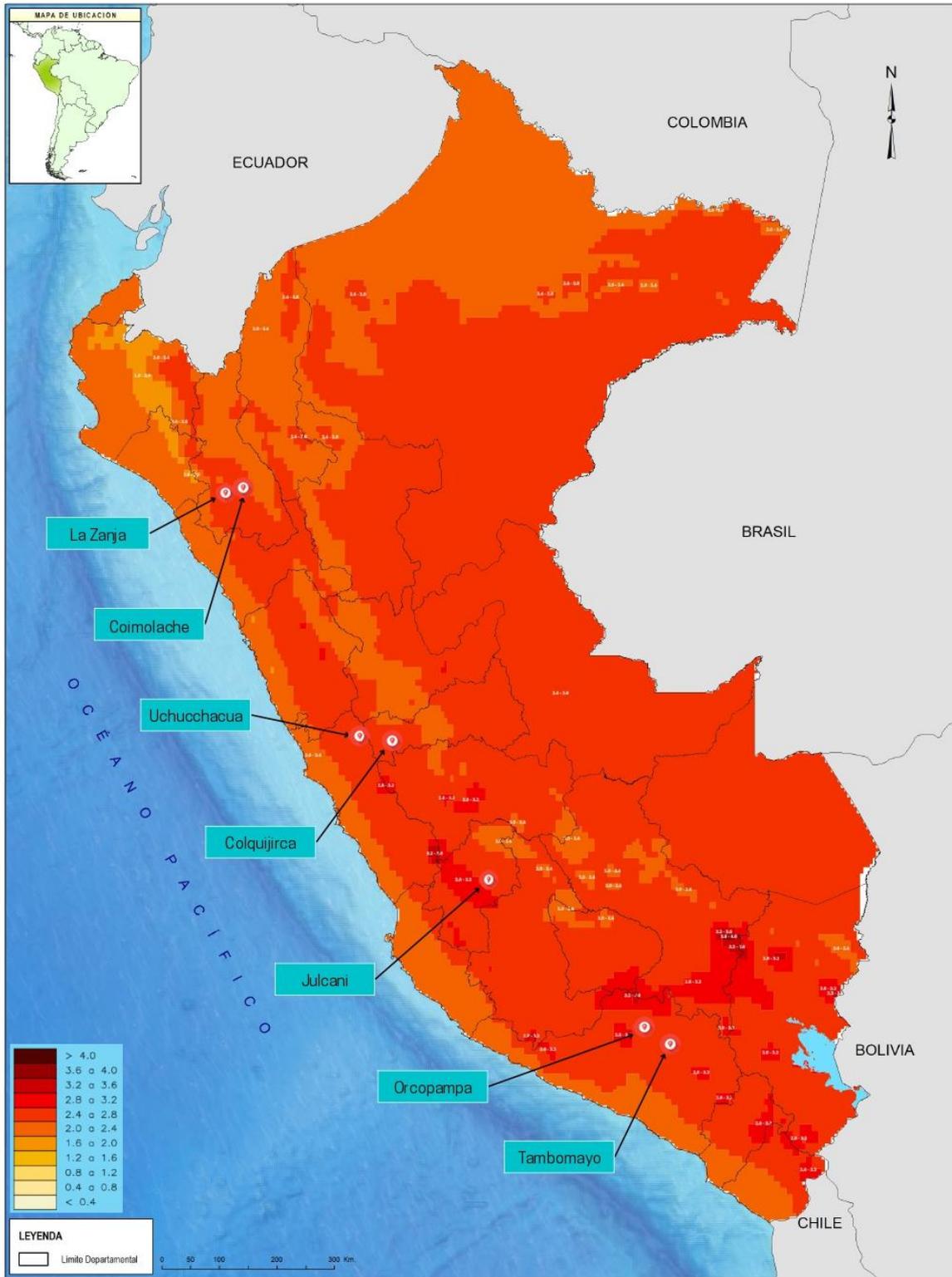
Fuente: adaptado de SENAMHI (2020)

Anexo 7. Cambios en la temperatura máxima anual centrado al 2050 [°C]



Fuente: adaptado de SENAMHI (2021)

Anexo 7. Cambios en la temperatura mínima anual centrado al 2050 [°C]



Fuente: adaptado de SENAMHI (2021)

Anexo 7. Cambios en la precipitación anual centrado al 2050 [%]



Fuente: adaptado de SENAMHI (2021)