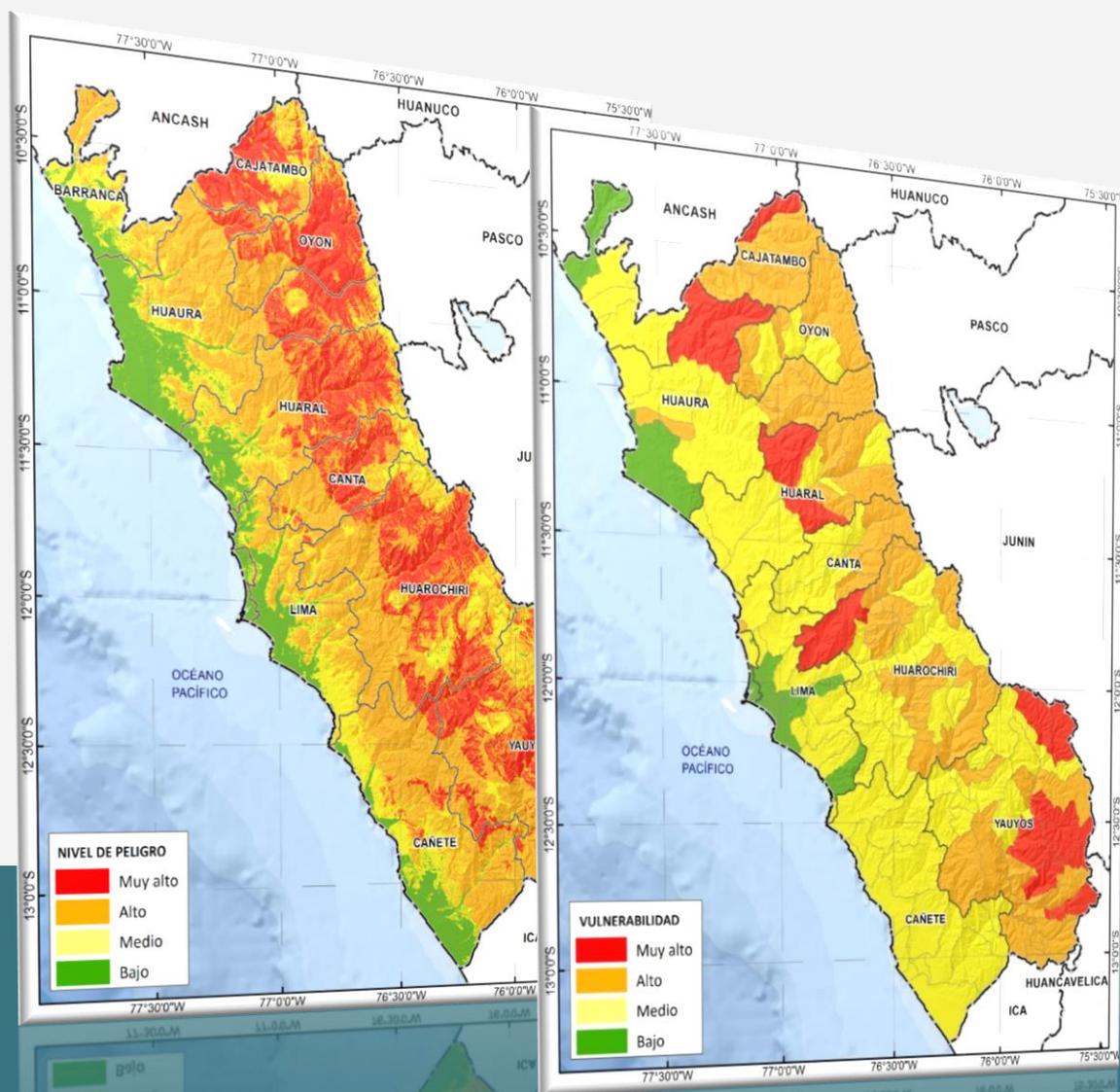


# ESCENARIO DE RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA

## DEPARTAMENTO DE LIMA



**CENEPRED**

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres

---

## CONTENIDO

---

1.	Introducción	2
2.	Generalidades	3
2.1	Definiciones	3
2.2	Área de estudio	3
2.3	Características climáticas	4
2.4	Distribución de la precipitación normal	5
3.	Caracterización del peligro	7
3.1	Factores condicionantes	7
3.2	Factor desencadenante	8
3.3	Determinación del nivel de peligrosidad	9
4.	Análisis de vulnerabilidad	11
4.1	Análisis de Vulnerabilidad a nivel de centro poblado	12
4.2	Análisis de Vulnerabilidad a nivel de distrito	15
5.	Escenario de riesgo por movimientos en masa	17
5.1	Escenario de riesgo por movimientos en masa a nivel de centro poblado	17
5.2	Escenario de riesgo por movimientos en masa a nivel distrital	19
6.	Bibliografía	21
7.	Anexos	22

---

## 1. Introducción

A nivel nacional, la temporada de lluvias se desarrolla entre los meses de setiembre a mayo, la misma que inicia con un ligero incremento de lluvias en la sierra y selva durante los meses de setiembre a noviembre, con respecto al trimestre anterior (junio a agosto), acentuándose estas en los meses de verano (diciembre a marzo) donde se presenta la mayor cantidad de lluvias, para luego disminuir paulatinamente hasta el mes de mayo.

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), en el marco de las funciones otorgadas por la Ley del SINAGERD y su reglamento ha elaborado el presente documento "Escenario de Riesgo por Movimientos en Masa del departamento de Lima", el cual se ha desarrollado a través de un proceso participativo con entidades del Gobierno Regional de Lima, tales como: el Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER), la Dirección Regional de Salud y la Dirección Regional de Educación. La finalidad del presente estudio es identificar los ámbitos con mayor probabilidad de presentar pérdidas y/o daños ante la ocurrencia de movimientos en masa desencadenados por lluvias muy fuertes.

Para estimar el riesgo existente frente a la probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa desencadenados por lluvias "muy fuertes" es necesario conocer los factores condicionantes del territorio, así como el comportamiento de las lluvias. Asimismo, es necesario analizar la vulnerabilidad de los elementos expuestos, basado principalmente en las características físicas, sociales y económicas.

Finalmente, este instrumento técnico servirá como un referente en la planificación y ejecución de las acciones relacionados a los procesos de gestión de riesgos de desastres, a través de la formulación de los planes de gestión respectivos.

---

---

## 2. Generalidades

---

### 2.1 Definiciones

**Clima:** Se suele definir como el estado promedio del tiempo y, más rigurosamente, como una descripción estadística del tiempo atmosférico en términos de los valores medios y de la variabilidad de las magnitudes correspondientes durante períodos que pueden abarcar desde meses hasta miles o millones de años. De acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial, el período de promedio habitual es de 30 años. Las magnitudes son casi siempre variables de superficie, tales como la temperatura y la precipitación (Glosario del Intergovernmental Panel on Climate Change o IPCC, 2014).

**Eventos extremos:** Se llama evento extremo a un evento que es raro en un determinado lugar y estación. Los extremos varían de un lugar a otro. Un extremo en un área específica puede ser común en otra. Los eventos extremos no pueden ser atribuidos a ser causados por el cambio climático, ya que estos se pueden dar de manera natural (IPCC 2009).

**Movimientos en masa:** Son parte de los procesos denudativos que modelan el relieve de la tierra. Su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se dan en la corteza terrestre y en la interface entre esta, la hidrósfera y la atmósfera. Así, si por una parte el levantamiento tectónico forma montañas, por otra la meteorización, las lluvias, los sismos y otros eventos (incluyendo la acción del hombre) actúan sobre las laderas para desestabilizarlas y cambiar el relieve a una condición más plana (Grupo de Estándares para Movimientos en Masa – GEMMA, 2007).

**Peligro:** Probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un periodo de tiempo y periodo definidos (Ley del SINAGERD).

**Precipitación:** Es la caída de un conjunto de partículas. Las formas de precipitación son: lluvia, llovizna, nieve, nieve granulada, polvo diamante, granizo y gránulos de hielo. (OMM,2003).

**Riesgo de desastres:** Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro (Ley del SINAGERD)

**Vulnerabilidad:** Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza (Ley del SINAGERD).

---

### 2.2 Área de estudio

El departamento de Lima está ubicado en la parte central y occidental del territorio peruano. Sus coordenadas geográficas se encuentran entre los 10°16'18" y 13°19'16" de latitud Sur y 75°30'18" y 77°53'02" de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. La extensión territorial del departamento de Lima es de 34,948.57 Km<sup>2</sup>, equivalente al 2,7% del territorio nacional. La altitud del territorio está entre los 0 msnm (franja costera) y los 6,127 msnm (nevado Siula Grande, distrito de Copa, provincia Cajatambo). Limita por el norte con el departamento de Áncash; por el este con los departamentos de Huánuco, Pasco, Junín y Huancavelica; por el sur con el departamento de Ica; y por el oeste con el Océano Pacífico.

El territorio de Lima abarca dos regiones naturales: costa y sierra. La costa se caracteriza por ser una continuidad desértica intercalada por pequeños valles, y está conformada por pampas áridas y elevaciones de poca altura cercana a los mil metros como las del Cerro Pasamayo, ubicado a orillas del mar con ciertas elevaciones llamadas "Pomas" donde se desarrollan especiales condiciones locales de temperatura y

---

precipitación que dan lugar al crecimiento temporal de abundante vegetación como las “Las Lomas de Lachay” a 92 kilómetros al norte de la ciudad de Lima. (SENAMHI, 2015)

La otra región de Lima es la sierra, se ubica en la Cordillera Occidental de los Andes y abarca una superficie de aproximadamente 21,787 km<sup>2</sup>. Se caracteriza por su configuración accidentada con estrechas y profundas quebradas de paredes abruptas y relieves inclinados (INEI, 2000).

---

### **2.3 Características climáticas**

---

La variación de la altitud desde el nivel del mar hasta las zonas andinas influye directamente en el comportamiento de la temperatura y la humedad atmosférica. La temperatura media anual a nivel del mar es 18°C y va disminuyendo a medida que se asciende por las cumbres andinas, hasta alcanzar 0°C (temperatura de congelación). De la misma forma, la humedad del aire próximo al mar es superior al 90%, llegando a saturarse frecuentemente durante las noches en las estaciones de otoño e invierno; mientras que en el mismo periodo, en las localidades altoandina y en las punas la humedad desciende al mediodía alrededor de 40%.

La ciudad de Lima y otras localidades costeras tienen un clima muy peculiar, caracterizado por presentar los días menos soleados de toda la franja costera peruana a lo largo del año. La cobertura nubosa es casi permanente día y noche, de junio a setiembre. De enero a abril, el brillo solar es mayormente a partir de la media mañana; la humedad relativa durante la noche y primeras horas del día fluctúa alrededor del 90%, disminuyendo a 80% al mediodía en los días de invierno, y a 70% en los días de verano. Las temperaturas máximas y mínimas en las localidades costeras están condicionadas por la Temperatura Superficial del Mar (TSM), por la incursión de masas de aire cálido del norte o por la intensificación de los vientos del sur, los cuales por lo general desmejoran el tiempo en la costa limeña. Las temperaturas más altas ocurren en el mes de febrero (máxima y mínima promedio de 26,7°C y 20,8°C en Campo de Marte - Jesús María). Las temperaturas más bajas se dan en el mes de agosto (máximas y mínimas promedio de 20°C y 15°C en Lima).

En la sierra, las temperaturas disminuyen gradualmente conforme se gana altitud y las precipitaciones se incrementan. Las precipitaciones se restringen al periodo diciembre – marzo, acumulando aproximadamente el 80% del total anual. En Oyón y en todas las localidades de la sierra limeña, las precipitaciones son moderadas, ocurren por la tarde o primeras horas de la noche, y son en general de corta duración. Ocasionalmente se presentan descargas eléctricas asociadas a tormentas. Las temperaturas más altas ocurren hacia el mediodía o algunas horas después, y su magnitud va a depender principalmente de la cobertura nubosa. Las temperaturas nocturnas en general disminuyen conforme se asciende hasta alcanzar valores de congelación (0°C) o menos. De junio a setiembre en localidades más altas, usualmente en las noches, se presentan temperaturas de congelación. Precipitaciones esporádicas pueden ocurrir en forma de granizada o nieve, con descargas eléctricas. De mayo a diciembre, generalmente, la sierra limeña presenta cielo despejado o con muy escasa nubosidad, humedad relativa baja o muy baja el mediodía (menor a 30%) y vientos moderados por la tarde, ocasionalmente durante las primeras horas del día en el mes de agosto o setiembre ocurren vientos fuertes del este; esto se presenta cuando sobre la cordillera se forma una capa de aire estable.

Durante periodos del fenómeno El Niño de intensidad moderada o fuerte, se presenta un incremento sustancial de las temperaturas diurnas y nocturnas. En verano, frecuentemente, las temperaturas alcanzan los 30°C y las mínimas los 25°C. En ciertos días de atmósfera muy estable, como lo que sucedió el 02 de abril de 1939, en la estación meteorológica de Campo de Marte, la temperatura máxima alcanzó el valor de 33,8°C. El 20 de enero de 1941 (año Niño), se observó un valor de 31,4°C. Durante estos eventos la probabilidad de que ocurran lluvias en cualquier localidad costera se incrementa significativamente. (SENAMHI, 2010).

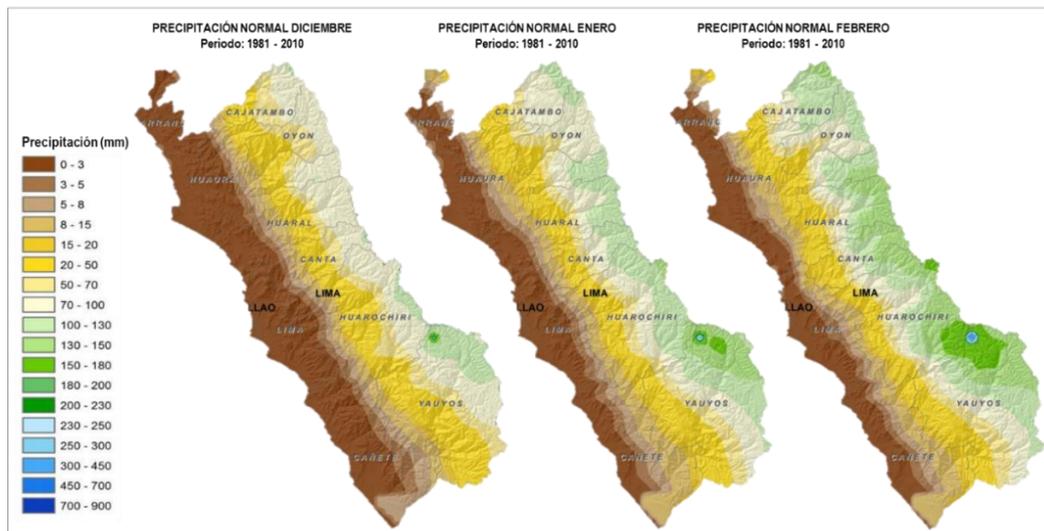
---

## 2.4 Distribución de la precipitación normal

El periodo de lluvias a nivel nacional se inicia en el mes de setiembre y culmina en mayo del siguiente año, registrando las más altas intensidades de lluvias durante los meses de verano, usualmente las lluvias de verano en este sector son producto de trasvases de humedad provenientes de las zonas alto andinas de la sierra. Lima se caracteriza por presentar lloviznas con valores muy bajos en la zona costera, mientras más se aleja hacia el este las lluvias aumentan, y hacia las partes altas de Lima están son muy significativas llegando en el verano a tener acumulado hasta 176 mm.

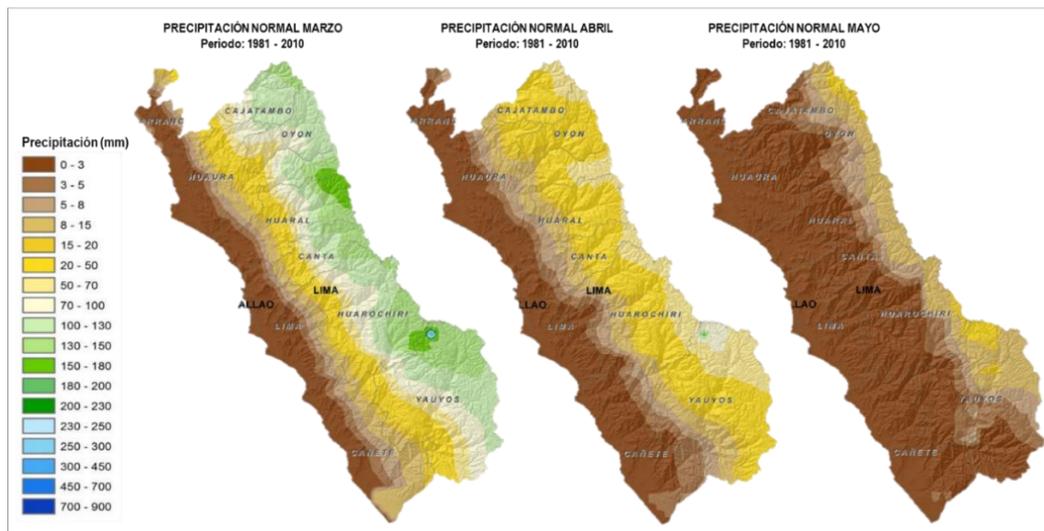
La precipitación acumulada durante los meses de diciembre a febrero alcanzan, para la costa de Lima (Barranca, Huaura, Lima, Cañete) con presencia de lloviznas hasta 3.9 mm; para Lima occidente (Huaral, Canta y parte de Huarochirí y Yauyos) sus valores fluctúan entre 4 mm y 101 mm; y para Lima oriente (Cajatambo, Oyón, y parte alta de Huaura, Huaral, Canta, Huarochirí y Yauyos) entre los 40 mm y 176 mm (Figura 1).

Figura 1. Caracterización climática de la precipitación para los meses de diciembre, enero y febrero.



Fuente: SENAMHI

Figura 2. Caracterización climática de la precipitación para los meses de marzo, abril y mayo.

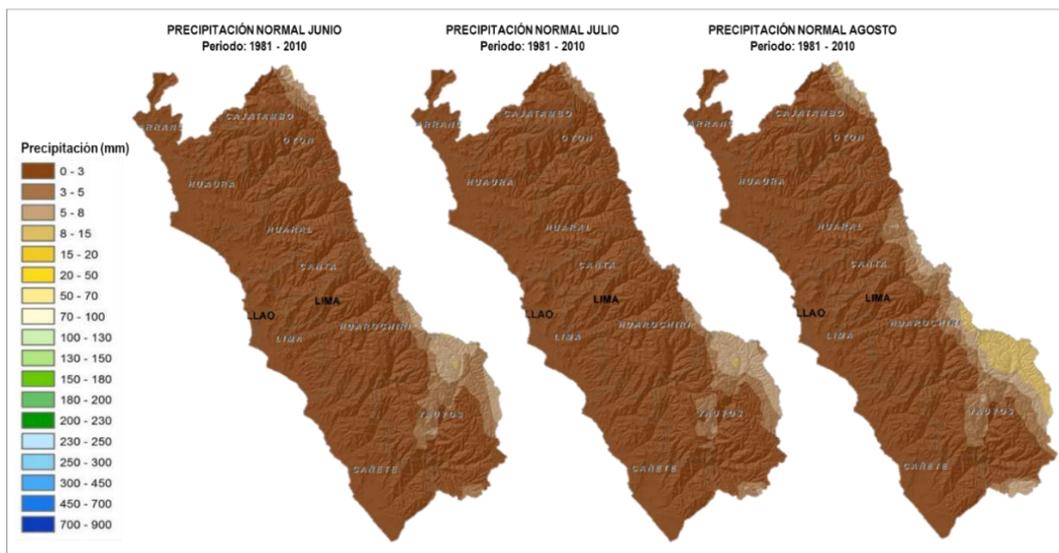


Fuente: SENAMHI

Durante el trimestre marzo – abril – mayo, las lluvias registran cantidades más altas en el mes de marzo, para posteriormente descender por entrar al periodo de estiaje (escasez o deficiencia de lluvias) a partir del mes de abril en adelante. Lima costera presenta acumulados mensuales que fluctúan entre 0 mm a 1.3 mm, Lima Occidente de 4 mm a 112 mm, y para Lima oriente de 5 mm a 177 mm. ( ).

A lo largo del trimestre junio – julio – agosto, la región presenta ausencia de lluvias para toda el departamento de Lima, incluso en las partes altas donde llueve más, sus valores fluctúan entre 1 mm a 16 mm (Figura 3).

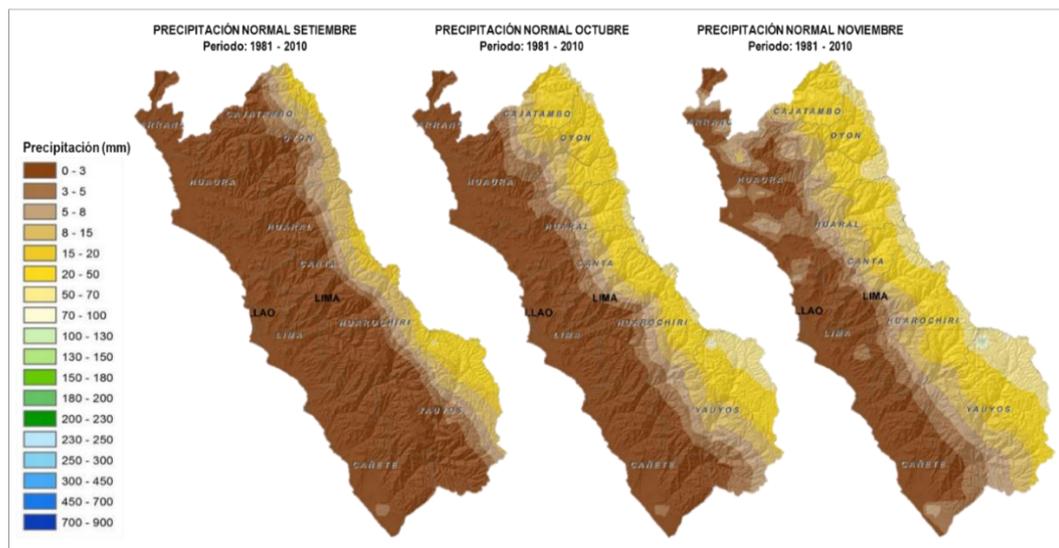
Figura 3. Caracterización climática de la precipitación para los meses de junio, julio y agosto.



Fuente: SENAMHI

El trimestre setiembre – octubre - noviembre, se caracteriza porque setiembre es el inicio de las lluvias a nivel nacional, registrando para la zona costera de Lima entre 0.1 mm a 2.3 mm, Lima occidente entre 1 mm a 11 mm y Lima oriente entre 8 mm a 79 mm (Figura 4).

Figura 4. Caracterización climática de la precipitación para los meses de setiembre, octubre y noviembre.



Fuente: SENAMHI

### 3. Caracterización del peligro

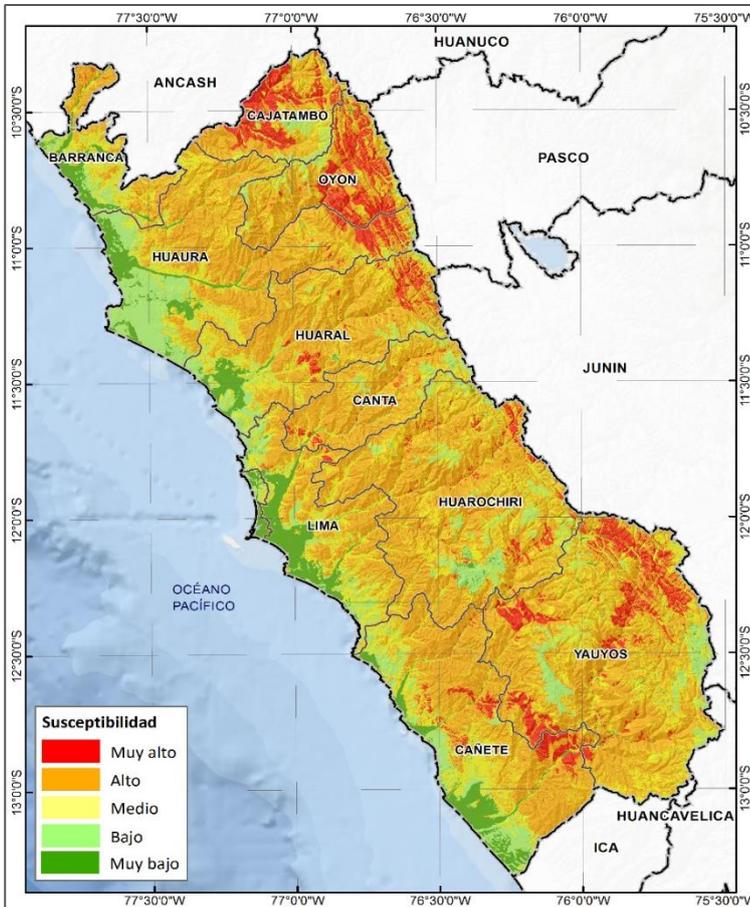
El término movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad (Cruden, 1991). Algunos movimientos en masa, como la reptación de suelos, son lentos, a veces imperceptibles y difusos, en tanto que otros, como algunos deslizamientos pueden desarrollar velocidades altas y pueden definirse con límites claros, determinados por superficies de rotura (Crozier, 1999a, en Glade y Crozier, 2005). Los tipos de movimientos en masa que se presentan en el área de estudio son: caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos y reptaciones.

Para la evaluación de movimientos en masa en el departamento de Lima, considerando la escala de trabajo y la información disponible, se empleó el método estadístico bivalente, con base a las áreas ocupadas por movimientos en masa y su relación con las unidades de cada factor condicionante. La presente evaluación no ha realizado un análisis de la intensidad dado que no se cuenta con información básica necesaria. Asimismo, al ser estos eventos altamente recurrentes durante la temporada de lluvias (basado en los registros históricos) se ha considerado plantear la elaboración de uno los escenarios más críticos.

#### 3.1 Factores condicionantes

Para la identificación de los ámbitos con mayor predisposición a la ocurrencia de movimientos en masa es necesario conocer las condiciones físicas del territorio.

Figura 5. Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa



Para ello se contó con el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa del departamento de Lima (Figura 5), elaborado por el INEGEMMET, el cual muestra cinco niveles de susceptibilidad que van desde el nivel muy bajo (color verde) al muy alto (color rojo), clasificando el territorio en áreas de menor a mayor propensión a la ocurrencia de estos eventos.

La elaboración de este mapa está basado en el análisis de los factores condicionantes del territorio tales como: pendiente, geomorfología, litología, hidrogeología y cobertura vegetal.

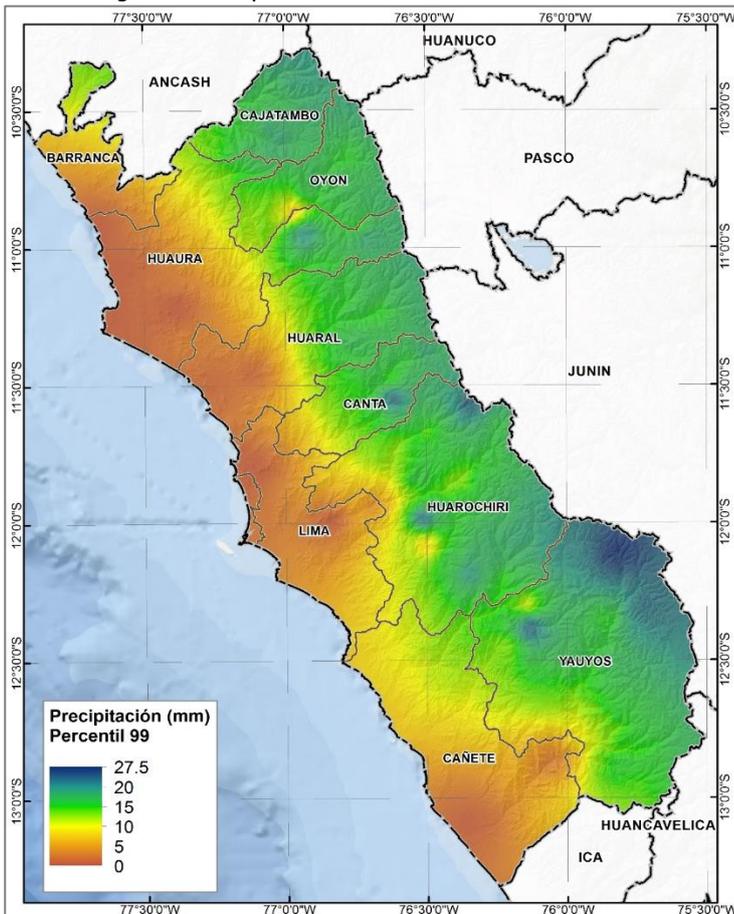
Cabe destacar que los mapas de susceptibilidad por movimientos en masa, si bien identifican áreas donde se pueden generar potencialmente tales eventos, en ellos no figura la totalidad de zonas a ser afectadas, ni predicen cuando ocurrirán los procesos analizados (Ayala-Carcedo y Olcinas 2002).

### 3.2 Factor desencadenante

Las precipitaciones son un factor determinante para la generación de movimientos en masa, sin embargo al no contar con información de periodos de retorno de lluvias máximas en el área evaluada, se ha realizado un análisis de peligrosidad relativa considerando las precipitaciones del percentil 99, a nivel nacional, elaborada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, 2017).

El SENAMHI, estableció una clasificación de la precipitación pluvial en el ámbito nacional a partir de percentiles para determinar los umbrales con el cual se reconozca un evento extremo<sup>1</sup>, para ello elaboró el mapa de precipitación máxima diaria (mm) considerando una probabilidad de 99% (percentiles 99) del acumulado diario de la precipitación pluvial, catalogando a estas como "lluvias extremadamente fuertes". Dicha información se deriva de un producto grillado de precipitación diaria a nivel nacional denominado PISCO para precipitaciones diarias (PISCO Pd), que comprende el periodo 1981 – 2015, utilizando técnicas geoestadísticas y que combina datos observados de las estaciones climatológicas del SENAMHI con datos de precipitación de sensoramiento remoto (producto grillado CHIRP<sup>2</sup>).

Figura 6. Precipitación máxima diaria - Percentil 99



La Figura 6, muestra la distribución de la precipitación máxima diaria en el departamento de Lima, considerando una probabilidad de 99%, registrando los valores máximos (27.5 mm) en la provincia de Yauyos (límite con el departamento de Junín y en la parte noroeste), y de manera focalizada en las provincias de Huarochirí, Canta y Huaura (por encima de los 3500 msnm).

Asimismo se observa que, los valores más bajos (menores a 5 mm) se localizan en la zona costera del departamento de Lima, en su mayoría en la zona cerca al litoral peruano, es el caso de las provincias de Barranca, Huaura, Lima, Callao y Cañete. Sin embargo, la presencia de estas cantidades de lluvias pueden ser significativas para estas zonas, considerando que la costa peruana se caracteriza por ser una zona árida, es decir de escasa o nula precipitación.

Fuente: SENAMHI

<sup>1</sup> El IPCC (2007) define un evento extremo como aquel evento raro en un lugar y momento determinado del año.

<sup>2</sup> CHIRP: "Climate Hazards Group InfraRed Precipitation". El CHIRP presenta una resolución espacial aproximada de 5 kilómetros y una escala diaria cuyo periodo de datos comprende desde enero de 1981 hasta el 31 de diciembre de 2015, proporcionando una fuente alternativa de información de precipitación en zonas donde esta es inexistente o es espacialmente mal distribuida.

### 3.3 Determinación del nivel de peligrosidad

Mediante el uso del Sistema de Información Geográfica (SIG), se realizó la valoración de los rangos de precipitación a movimientos en masa, para ello fue necesario calcular la áreas ocupadas por cada episodio de movimientos en masa y las áreas de cada rango de precipitación. Al no contar con la totalidad de las áreas ocupadas por estos eventos, se consideró como referencia las unidades geomorfológicas con mayor ocurrencias de movimientos en masa registrados en el inventario elaborado por el Instituto Geológico, Minero Metalúrgico (INGEMMET, 2013).

Una vez obtenidas estas capas de información, se estableció el peso (W) para cada unidad de precipitación, en función a la probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa en un área determinada, tal como se expresa en la siguiente fórmula:

$$W = \sum_{i=1}^n [P (A/B_i)] \times P (B_i)$$

Donde:

W: Probabilidad de que un determinado pixel desarrolle movimientos en masa.

P (A/B<sub>i</sub>): Probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa (A) para cada unidad de precipitación B.

P (B<sub>i</sub>): Probabilidad de ocurrencia de precipitaciones.

Para este estudio, se transformó de información vectorial a raster para realizar el procedimiento algebraico. Asimismo, es necesario que el tamaño pixel empleado tenga el mismo tamaño en ambas capas de información, que en este caso se ha estandarizado a 50 m x 50 m. Luego se asignó el valor del índice o probabilidad (peso W) obtenido para las unidades cartográficas del terreno.

Se identificaron 5 rangos itinerantes y se prosiguió a identificar la influencia que tuvieron en los movimientos en masa en el área de estudio. Luego de realizar los análisis estadísticos, se valora cada unidad en función de su participación en la peligrosidad total (Tabla 1).

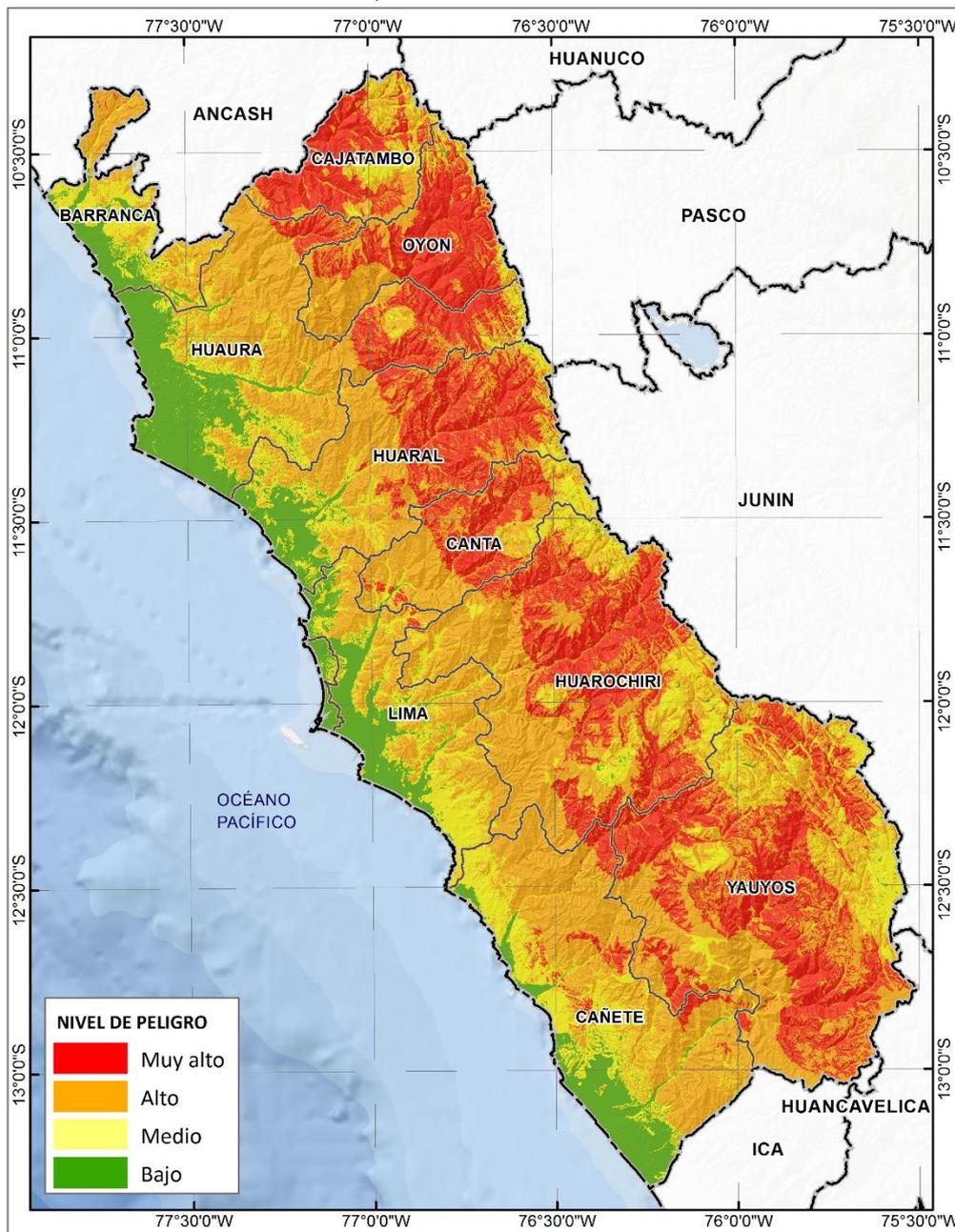
Tabla 1. Cálculo estadístico de la contribución de las unidades de precipitación a la peligrosidad por movimientos en masa en la zona de estudio.

Unidad de precipitación	Rango de PP máxima 24 horas	Area UP (m <sup>2</sup> )	Area mmasa (m <sup>2</sup> )	Prob MMasa en UP	Prop UP	P total	Peso
1	0 a 5 mm	6,620,200,000	1,966,375,574	0.297026612	0.188403355	0.05596081	2
2	5 mm a 10 mm	5,617,240,000	2,903,039,487	0.516808875	0.159860256	0.082617199	3
3	10 mm a 15 mm	5,840,520,000	4,833,111,232	0.827513857	0.16621455	0.137544844	4
4	15 mm a 20 mm	11,852,960,000	8,694,227,424	0.733506856	0.337321748	0.247427815	5
5	Mayor a 20 mm	5,207,520,000	2,839,435,695	0.545256801	0.148200091	0.080807107	3
Total		35,138,440,000					

Fuente: CENEPRED

La Figura 7, muestra el resultado del producto entre el mapa de susceptibilidad y el mapa de precipitaciones extremadamente fuertes, el cual se reclasificó en 4 niveles que van desde bajo (color verde) hasta muy alto (rojo), y que representan la peligrosidad relativa a los movimientos en masa de la zona de estudio.

Figura 7. Mapa de peligro por movimientos en masa asociados a lluvias extremadamente fuertes, del departamento de Lima

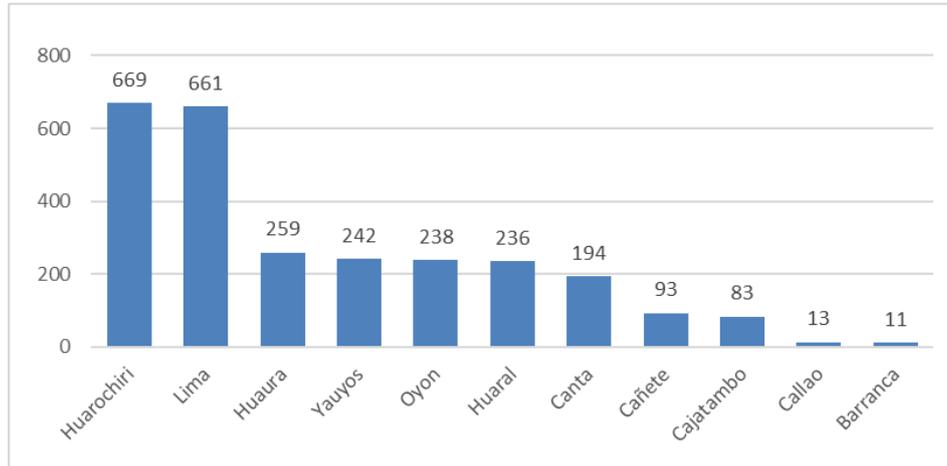


Fuente: CENEPRED

El resultado de este análisis se contrastó con el inventario nacional de eventos de movimientos en masa (INGEMMET, 2013) registrados en el ámbito departamental de Lima, el cual asciende a un total de 2,699 eventos. De acuerdo a la

Figura 8, la provincias de Huarochirí (669 eventos) y Lima (661 eventos) registraron el mayor número de movimientos en masa. Seguido a estos se encuentran las provincias de Huaura (259), Yauyos (242), Oyón (238), Huaral (236) y Canta (194).

Figura 8. Cantidad de movimientos en masa por provincia



Fuente: Elaborado por CENEPRED con datos del INGEMMET.

Asimismo, el 34% del total de eventos registrados se ubican las áreas con nivel de peligro muy alto, el 45% en áreas de peligro alto, el 19% en áreas de peligro medio y el 2% en áreas de peligro bajo (Tabla 2).

Tabla 2. Superficie y eventos de movimientos en masa, según el nivel de peligro.

Nivel de peligro	Superficie		Eventos registrados	
	Km <sup>2</sup>	%	Cantidad	%
Muy alto	9,608	27%	925	34%
Alto	16,001	46%	1,215	45%
Medio	5,789	17%	501	19%
Bajo	3,667	10%	42	2%
<b>Total</b>	<b>35,066</b>	<b>100%</b>	<b>2,683</b>	<b>100%</b>

Fuente: CENEPRED

#### 4. Análisis de vulnerabilidad

La Ley del SINAGERD considera al ser humano como fin supremo de la Gestión del Riesgo de Desastres, por lo cual se debe proteger su vida, su estructura productiva, sus bienes y su medio ambiente frente a posibles desastres u ocurrencias de eventos peligrosos.

En ese contexto, el análisis de vulnerabilidad se ha realizado tomando dos unidades de medida, una a nivel de centro poblado y la otra a nivel distrital. Esto debido a que las intervenciones, y el monitoreo de estas, realizadas por las diferentes Direcciones Regionales del Gobierno Regional de Lima, principalmente aquellas relacionadas a los servicios de salud, educación y agrario, son en ciertos casos de manera directa a la población y en otros a sus medios de vida.

Por el momento, para el análisis de vulnerabilidad se considerando los siguientes indicadores de evaluación:

- a) Dimensión física:
  - Número de viviendas particulares con población presente
  - Material predominante de paredes de las viviendas
  
- b) Dimensión Socio – económica:
  - Porcentaje de población con al menos una necesidad básica insatisfecha (1NBI)

Este procedimiento se realizó mediante el análisis con sistemas de información geográfica (SIG), a fin de poder representar cartográficamente (zonificar) el factor vulnerabilidad.

#### 4.1 Análisis de Vulnerabilidad a nivel de centro poblado

Los indicadores de evaluación a nivel de centros poblados fueron agrupados en cinco rangos en relación a sus valores numéricos. Estos rangos van desde aquel que está conformado por los valores más altos, que son los de mayor jerarquía de su clasificación, hasta el rango que contiene los valores más bajos, que son los que presentan un valor de menor jerarquía. Luego se le asignó un valor de ponderación (peso) a cada uno de los rangos establecidos para cada indicador, tal como se muestra en las Tablas 3; 4 y 5.

Tabla 3. Ponderación de centros poblados según el número de viviendas

Rango	Total de viviendas	Nivel	Peso
1	Hasta 30 viviendas	Muy bajo	1
2	31 a 200 viviendas	Bajo	2
3	201 a 500 viviendas	Medio	3
4	501 a 1500 viviendas	Alto	4
5	Mayor a 1500 viviendas	Muy Alto	5

Fuente: CENEPRED y GORE Lima

Tabla 4. Ponderación según el porcentaje de viviendas de material ligero en el centro poblado

Rango	Porcentaje de viviendas de material ligero en el centro poblado	Nivel	Peso
1	Menor a 20% de viviendas	Muy bajo	1
2	20.1% a 40% de viviendas	Bajo	2
3	40.1% a 60% de viviendas	Medio	3
4	60.1% a 80% de viviendas	Alto	4
5	Mayor a 80% de viviendas	Muy Alto	5

Fuente: CENEPRED y GORE Lima

Tabla 5. Ponderación según el porcentaje de población con 1 NBI

Rango	Población con 1NBI (%)	Nivel	Peso
1	Menor a 20%	Muy bajo	1
2	20% a 39.9%	Bajo	2
3	40.1% a 59.9%	Medio	3
4	60.1% a 79.9%	Alto	4
5	Mayor a 80%	Muy Alto	5

Fuente: CENEPRED y GORE Lima

La Tabla 6, muestra la ponderación (peso) de los indicadores de evaluación, la cual fue asignada en consenso con el equipo de trabajo del Gobierno Regional de Lima en relación a su relevancia en el análisis

Tabla 6. Ponderación de los indicadores de evaluación

Dimensión física		Peso	Dimensión socio - económica		Peso
Indicador	Peso	0.5	Indicador	Peso	0.5
Número de viviendas	0.4		Porcentaje de población con al menos 1 NBI	1.0	
Material de construcción predominante de las paredes de la vivienda (%)	0.6				

Fuente: CENEPRED y GORE Lima

La Tabla 7, muestra la distribución de la población y viviendas según el nivel de vulnerabilidad que representa cada centro poblado. Para ello, se ha tomado como base de datos georreferenciada el Censo de Población y Vivienda del año 2017 elaborado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

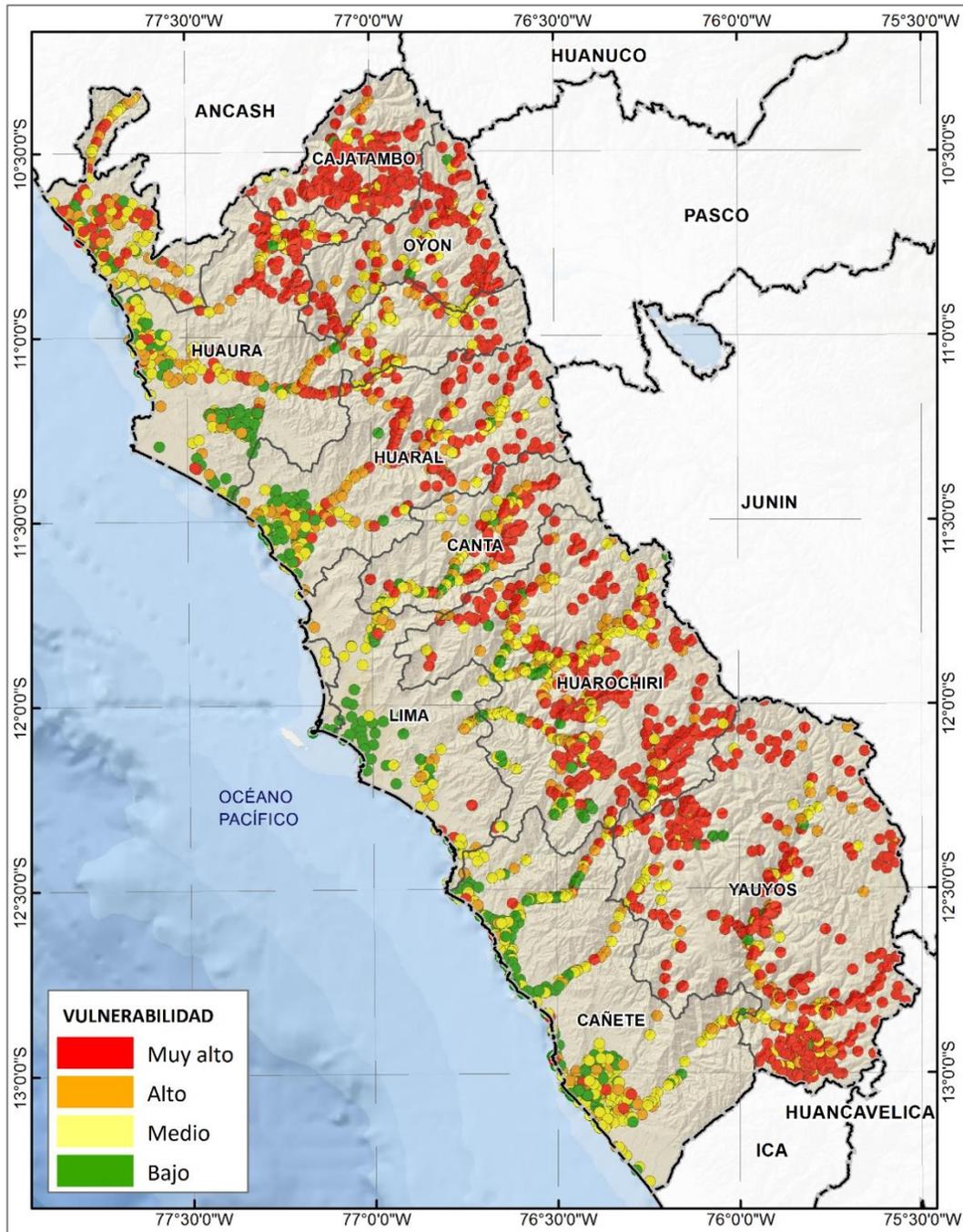
Tabla 7. Población y viviendas según el nivel de vulnerabilidad por centro poblado

Nivel de vulnerabilidad	Cantidad de centros poblados	Población			Viviendas	
		Total	De 0 a 5 años	De 60 años a más	Total	Material ligero
Muy alto	1,519	22,215	2,240	4,097	8,114	7,720
Alto	506	126,247	14,126	15,282	37,803	27,589
Medio	884	3,733,800	385,713	361,978	929,415	300,212
Bajo	437	6,592,544	530,687	950,288	1,687,530	149,992
<b>Total</b>	<b>3,346</b>	<b>10,474,806</b>	<b>932,766</b>	<b>1,331,645</b>	<b>2,662,862</b>	<b>485,513</b>

Fuente: CENEPRED y GORE Lima

La Figura 9, muestra el mapa de vulnerabilidad a nivel de centro poblado, el cual se reclasificó en 4 niveles que van desde el nivel bajo (color verde), que representa los valores más bajos obtenidos en el análisis, hasta el nivel muy alto (rojo), que comprende los valores de mayor significancia.

Figura 9. Mapa de vulnerabilidad a nivel de centro poblado del departamento de Lima



Fuente: CENEPRED

## 4.2 Análisis de Vulnerabilidad a nivel de distrito

Los indicadores de evaluación a nivel distrital fueron agrupados en cinco rangos en relación a sus valores numéricos. Estos rangos van desde los valores más altos, que son los de mayor jerarquía de su clasificación, hasta el rango que contiene los valores más bajos. Luego se le asignó un valor de ponderación (peso) a cada uno de los rangos establecidos para cada indicador, tal como se muestra en las Tablas 8; 9 y 10.

Tabla 8. Ponderación de distritos según el número de viviendas

Rango	Total de viviendas	Nivel	Peso
1	Hasta 200 viviendas	Muy bajo	1
2	201 a 500 viviendas	Bajo	2
3	501 a 2000 viviendas	Medio	3
4	2001 a 20000 viviendas	Alto	4
5	Mayor a 20000 viviendas	Muy Alto	5

Fuente: CENEPRED y GORE Lima

Tabla 9. Ponderación según el porcentaje de viviendas de material ligero en el distrito

Rango	Porcentaje de viviendas de material ligero en el distrito	Nivel	Peso
1	Menor a 20% de viviendas	Muy bajo	1
2	20% a 40% de viviendas	Bajo	2
3	40.1% a 60% de viviendas	Medio	3
4	60.1% a 80% de viviendas	Alto	4
5	Mayor a 80% de viviendas	Muy Alto	5

Fuente: CENEPRED y GORE Lima

Tabla 10. Ponderación según el porcentaje de población con 1 NBI

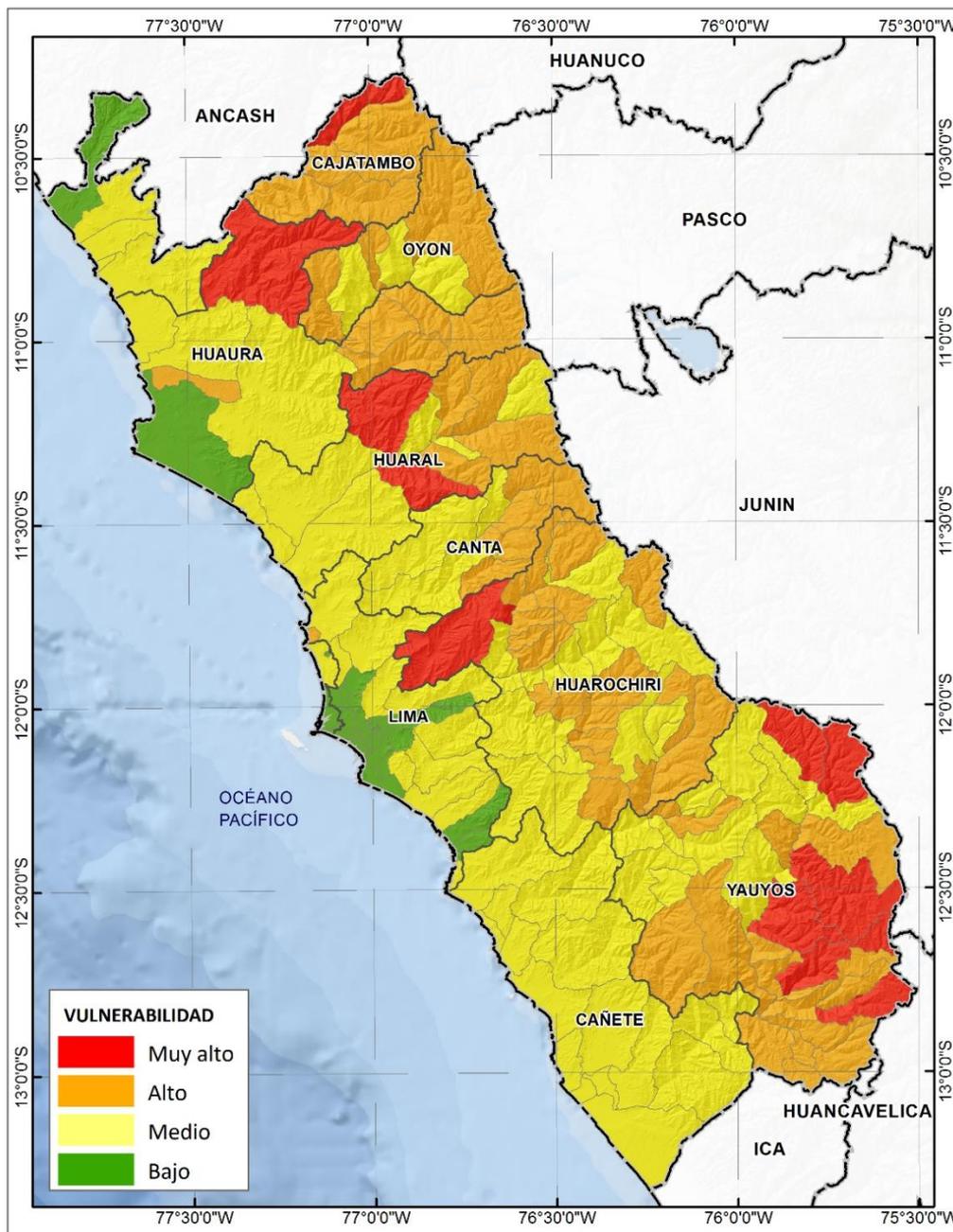
Rango	Población con 1NBI (%)	Nivel	Peso
1	Menor a 20%	Muy bajo	1
2	20% a 39.9%	Bajo	2
3	40.1% a 59.9%	Medio	3
4	60.1% a 79.9%	Alto	4
5	Mayor a 80%	Muy Alto	5

Fuente: CENEPRED y GORE Lima

La ponderación (peso) de los indicadores de evaluación a nivel distrital fue la misma que se utilizó para el análisis a nivel de centros poblados y detallada en la Tabla 6.

La Figura 10, muestra el mapa de vulnerabilidad a nivel distrital, el cual se reclasificó en 4 niveles que van desde el nivel bajo (color verde), que representa los valores más bajos obtenidos en el análisis, hasta el nivel muy alto (rojo), que comprende los valores de mayor significancia.

Figura 10. Mapa de vulnerabilidad a nivel distrital del departamento de Lima



Fuente: CENEPRED

La Tabla 7, muestra la distribución de la población y viviendas según el nivel de vulnerabilidad que representa cada centro poblado. Para ello, se ha tomado como base de datos georreferenciada el Censo de Población y Vivienda del año 2017 elaborado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Tabla 11. Población y viviendas según el nivel de vulnerabilidad por distrito

Nivel de vulnerabilidad	Cantidad de distritos	Población			Viviendas	
		Total	De 0 a 5 años	De 60 años a más	Total	Material ligero
Muy alto	11	10,881	756	2,082	3,824	3,633
Alto	53	123,760	10,689	17,678	37,291	27,967
Medio	73	3,665,866	316,167	349,384	911,567	299,448
Bajo	41	6,679,392	446,541	962,576	1,710,185	167,381
<b>Total</b>	<b>178</b>	<b>10,479,899</b>	<b>774,153</b>	<b>1,331,720</b>	<b>2,662,867</b>	<b>498,429</b>

Fuente: CENEPRED y GORE Lima

## 5. Escenario de riesgo por movimientos en masa

El escenario de riesgo por movimientos en masa es el producto de la conjugación de los niveles de peligro (P) y vulnerabilidad (V) mediante una matriz de doble entrada que permite evaluar ambos factores con la finalidad de identificar el nivel de riesgo para la unidad de análisis. Para clasificar el riesgo por movimientos en masa, se clasificó en cuatro niveles: muy alto (MA) representado por el color rojo, alto (A), medio (M) y bajo (B), tal como se muestra a continuación:

Matriz de riesgo				
PMA	M	A	MA	MA
PA	M	A	A	MA
PM	M	M	M	A
PB	B	B	M	A
	VB	VM	VA	VMA

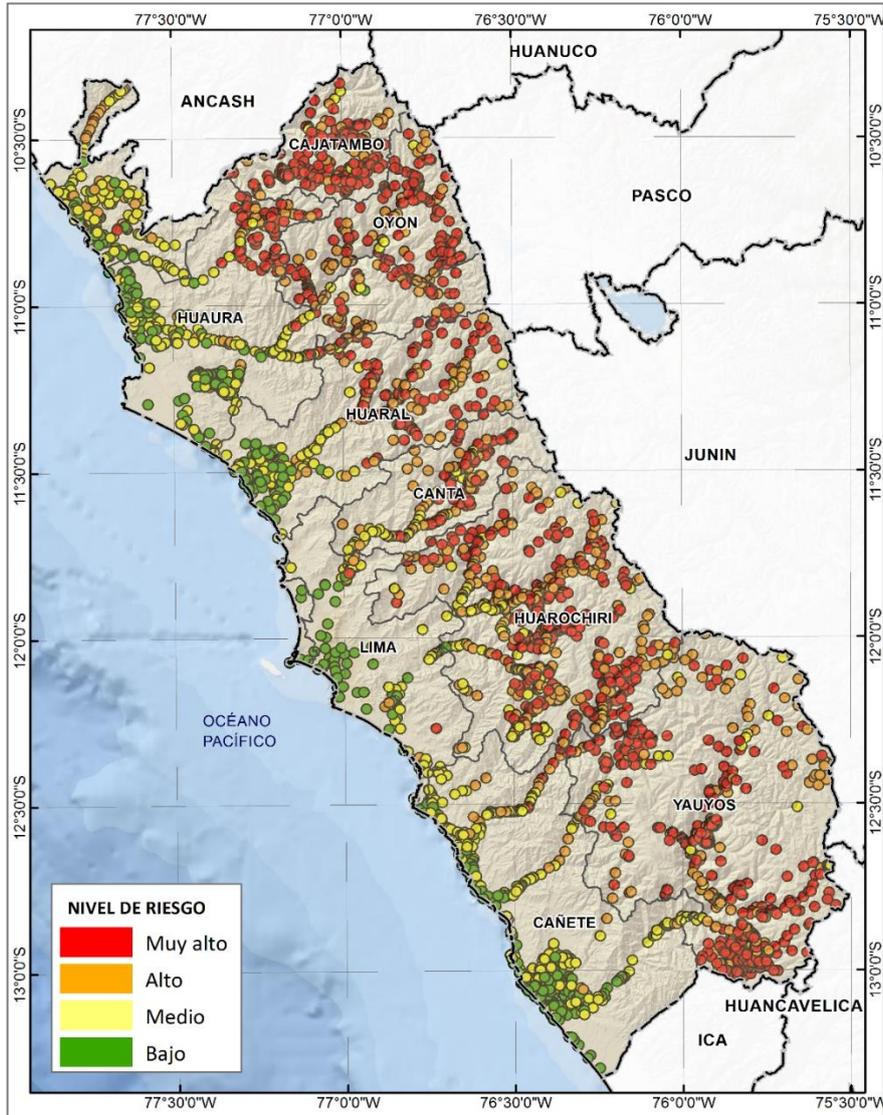
El nivel de riesgo muy alto representa en la unidad de medida la mayor posibilidad de afectación ante la ocurrencia de movimientos en masa.

### 5.1 Escenario de riesgo por movimientos en masa a nivel de centro poblado

La Figura 11, muestra el escenario de riesgo por movimientos en masa a nivel de centro poblado, el cual se presenta de manera detalla en el Anexo 1.

Asimismo, la Tabla 12, muestra el total de población y vivienda comprendida en los centros poblados con nivel de riesgo muy alto por movimientos en masa, por cada provincia del departameto de Lima, siendo la provincia de Oyón la que totaliza el mayor número de población (10,024 habitantes) y viviendas (2,679) expuestas.

Figura 11. Escenario de riesgo por movimientos en masa a nivel de centro poblado



Fuente: CENEPRED

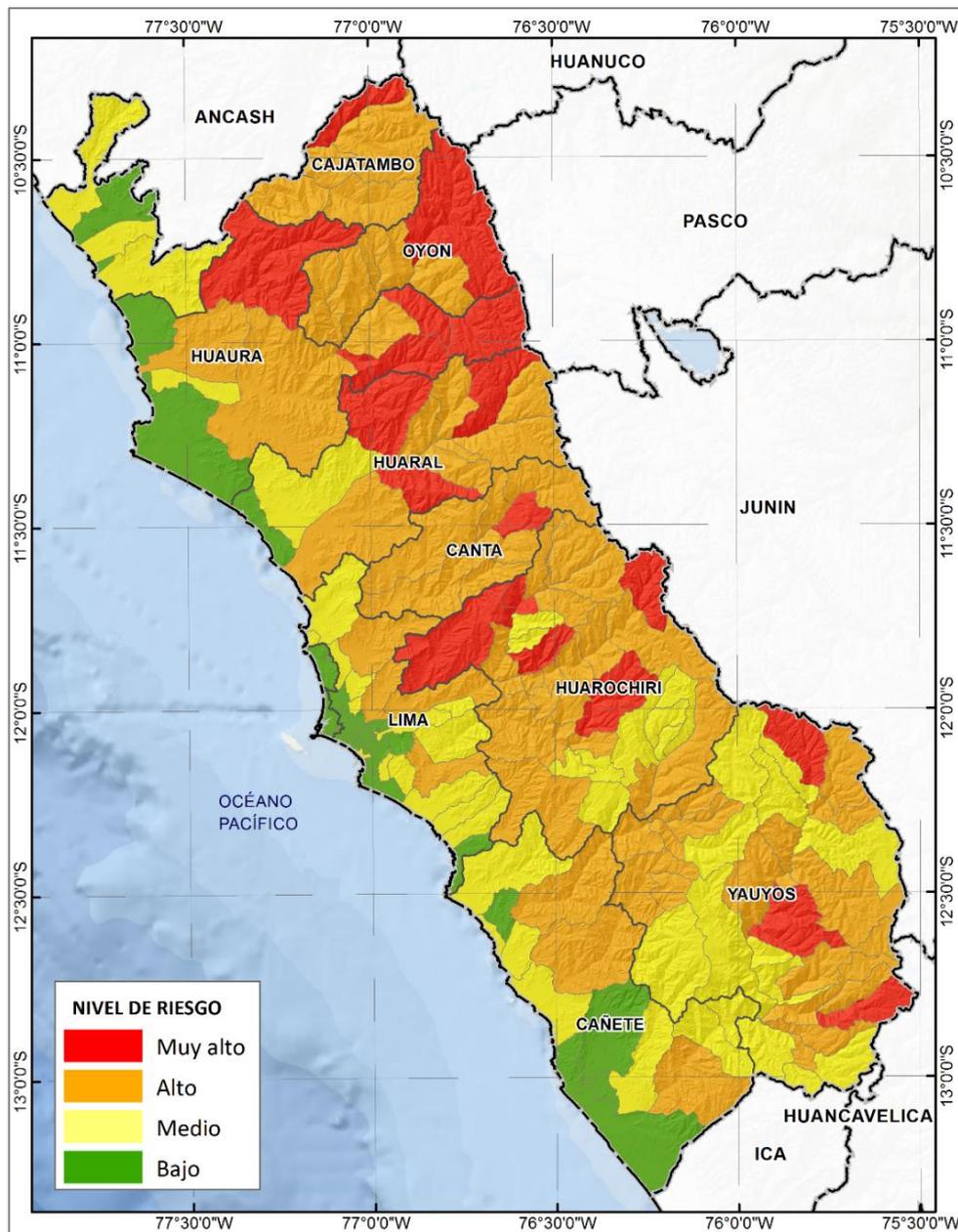
Tabla 12. Elementos expuestos a riesgo muy alto por movimientos en masa

NIVEL DE RIESGO MUY ALTO POR MOVIMIENTOS EN MASA - ANALISIS POR CENTRO POBLADO					
Provincia	Cantidad de centros poblados	Población			Total de viviendas
		Total	De 0 a 5 años	De 60 años a más	
BARRANCA	3	209	30	12	57
CAJATAMBO	208	2,264	218	576	849
CANTA	91	754	71	169	337
CAÑETE	5	64	7	15	27
HUARAL	104	2,207	163	584	886
HUAROCHIRI	304	6,338	641	1,164	2,227
HUAURA	140	2,577	267	520	918
LIMA	2	29	2	0	19
OYON	108	10,024	1,209	851	2,679
YAUYOS	373	5,662	584	1,257	2,210
<b>Total</b>	<b>1,338</b>	<b>30,128</b>	<b>3,192</b>	<b>5,148</b>	<b>10,209</b>

## 5.2 Escenario de riesgo por movimientos en masa a nivel distrital

La Figura 12, muestra el escenario de riesgo por movimientos en masa a nivel de distrito, producto de la conjugación de los niveles de peligro y vulnerabilidad. Los niveles de riesgo se clasificaron en cuatro: muy alto, alto, medio y bajo; donde el color rojo representa aquellos centros poblados con mayor posibilidad a ser afectados ante la ocurrencia de movimientos en masa. Los niveles de riesgo por distrito, junto con los indicadores de evaluación.

Figura 12. Escenario de riesgo por movimientos en masa a nivel distrital



Fuente: CENEPRED

Asimismo, la Tabla 13, muestra el total de población y vivienda comprendida en los distritos con nivel de riesgo muy alto por movimientos en masa, siendo Oyón, Huarochirí y Huaura las provincias que presentan el mayor número de población y viviendas expuestas.

Tabla 13. Elementos expuestos a riesgo muy alto por movimientos en masa, a nivel distrital.

<b>RIESGO MUY ALTO POR MOVIMIENTOS EN MASA - ANALISIS POR DISTRITO</b>					
<b>Provincia</b>	<b>Cantidad de distritos</b>	<b>Población</b>			<b>Total de viviendas</b>
		<b>Total</b>	<b>De 0 a 5 años</b>	<b>De 60 años a más</b>	
CAJATAMBO	1	858	68	211	275
CANTA	1	2,385	155	490	682
HUARAL	3	3,785	228	920	1,400
HUAROCHIRI	5	7,884	595	908	2,299
HUAURA	4	5,779	441	1,190	2,082
OYON	1	12,150	1,055	1,018	2,950
YAUYOS	3	2,152	135	432	741
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>34,993</b>	<b>2,677</b>	<b>5,169</b>	<b>10,429</b>

## 6. Bibliografía

IPCC, 2007. IPCC Fourth Assessment Report: Climate change 2007, Working Group I: The Physical Science Basis, Cambridge University Press. 996p

IPCC, 2014: Anexo II: Glosario [Mach, K.J., S. Planton y C. von Stechow (eds.)]. En: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, págs. 127-141.

SENAMHI, 2015. Caracterización Climática de la región Lima para: "Proyecto de Adaptación basada en ecosistemas de montaña"

## 7. Anexos

- Anexo 1: Nivel de riesgo por movimientos en masa y sus indicadores de evaluación, a nivel de centros poblados.
- Anexo 2: Nivel de riesgo por movimientos en masa y sus indicadores de evaluación, a nivel distrital..