



CENEPRED

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

**ESCENARIOS DE RIESGO ANTE LA
TEMPORADA DE LLUVIAS 2018 – 2019**

**(PRONÓSTICO DE PRECIPITACIÓN PARA EL
PERIODO MARZO - MAYO 2019)**

MARZO 2019

1. INTRODUCCIÓN

La temporada de lluvias o periodo lluvioso en nuestro país se desarrolla entre los meses de setiembre a mayo, presentándose la mayor cantidad de precipitaciones durante los meses de verano. La intensidad de las lluvias estará sujeta al comportamiento del océano y la atmosfera en sus diferentes escalas, ocasionando cantidades superiores o inferiores a sus valores normales, pudiendo presentar situaciones extremas en un determinado espacio y tiempo.

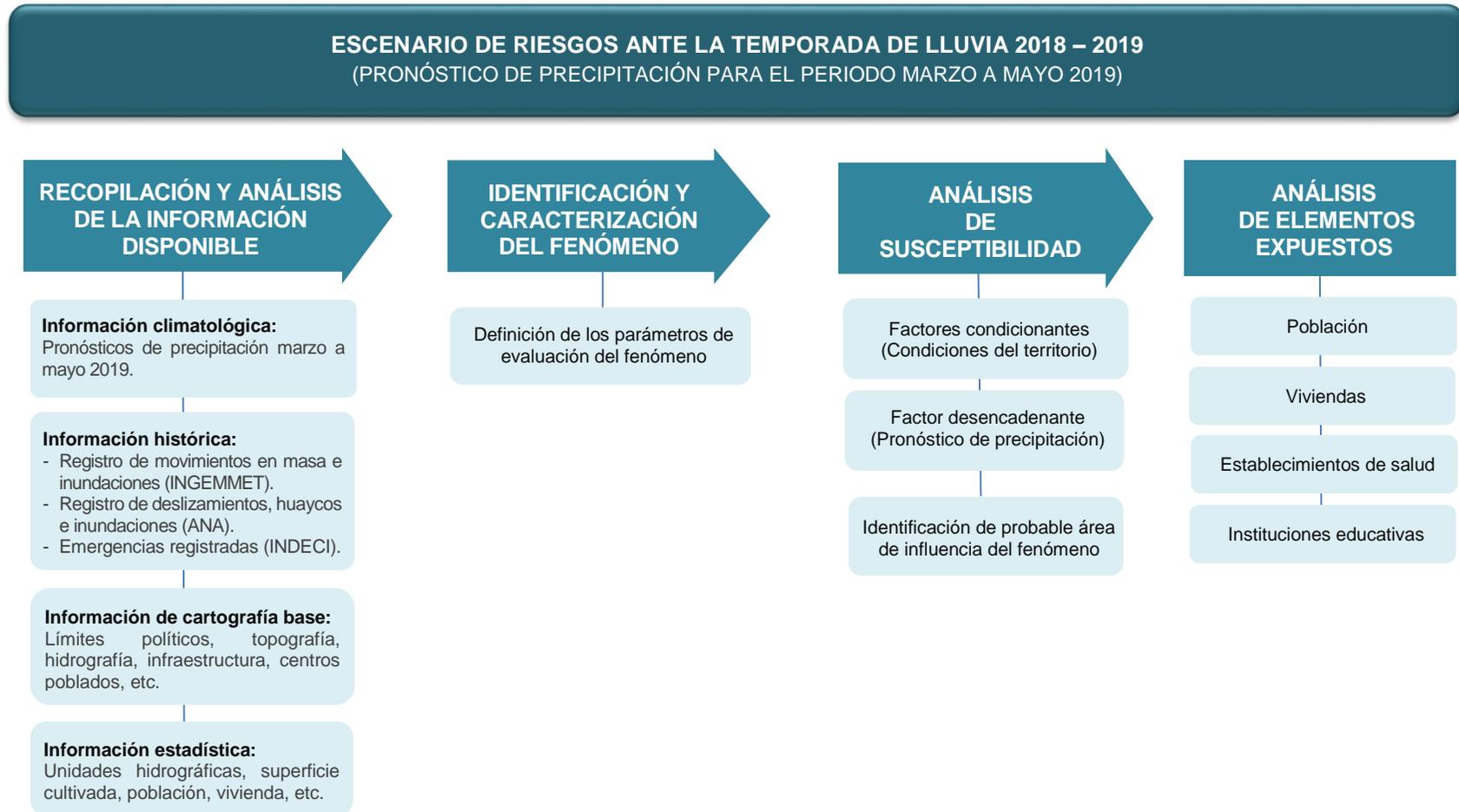
El Pronóstico de las lluvias para el trimestre de marzo a mayo 2019 elaborado por el SENAMHI, prevé ámbitos con lluvias superiores a sus condiciones normales, lo que podría desencadenar eventos como inundaciones, deslizamientos, huaycos, u otros tipos de movimiento en masa, razón por la cual, surge la necesidad de elaborar el presente escenario de riesgo a fin de identificar aquellos distritos que presentarían situaciones de muy alto riesgo en el ámbito nacional.

El resultado obtenido muestra una aproximación al nivel de riesgo existente en cada distrito, a fin de que las autoridades regionales y/o locales puedan determinar las acciones correspondientes a la gestión prospectiva, correctiva y reactiva que permita proteger a la población expuesta.

2. OBJETIVO

Zonificar el riesgo por movimientos en masa e inundaciones en el ámbito nacional, de acuerdo a lo previsto en el pronóstico de precipitación del trimestre marzo a mayo 2019.

3. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESCENARIO DE RIESGO



Fuente: CENEPRED

4. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL FENÓMENO

4.1. Comportamiento de las lluvias durante la temporada de lluvias 2018 - 2019.

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI, entre sus publicaciones mensuales denominada “Boletín Climatológico Nacional¹” describe el comportamiento de las lluvias en forma mensual a través de anomalías, así como el pronóstico de lluvias para el trimestre en curso.

Precipitación durante el periodo setiembre 2018 – enero 2019²

Las Figuras del 1 al 4, muestran la distribución de las anomalías mensuales de precipitación a nivel nacional, registradas entre setiembre a diciembre 2018 en las estaciones del SENAMHI; mientras que las Figuras 5 y 6 representan la distribución de las anomalías de lluvias de los dos primeros decadales de enero 2019. Las estaciones que registraron lluvias que superaron su valor normal durante el mes (anomalías positivas) están representados con el color verde, y aquellas que registraron deficiencias (lluvias que no alcanzaron su valor promedio) con color amarillo y aquellos que presentaron un comportamiento normal están simbolizadas con color blanco.

Durante el mes de setiembre (inicio del periodo lluvioso), se registraron lluvias en las zonas altas de Piura, Cajamarca y La Libertad; y de forma dispersa en la sierra central y Cusco, con superávit no mayor al 90%. En la selva norte, las lluvias registradas fueron de moderada a fuerte intensidad. En tanto, en la sierra sur (Ayacucho, Arequipa, Tacna, Moquegua y Puno), norte (Lambayeque) y centro (Ancash, Lima, Junín y Huancavelica) reportaron déficit de lluvias hasta 90% respecto a su normal (Figura 1).

En octubre, se registró superávit de lluvias en la vertiente oriental de la cordillera de los Andes, entre los ámbitos de Huánuco, Pasco, Junín, Cusco y Puno. Asimismo, se identificó un comportamiento similar en localidades de Cajamarca, Lambayeque, Lima, Huancavelica y Tacna. Respecto a las deficiencias de lluvias, destacan los registros de la sierra de Piura, La Libertad y Lambayeque; así como los de la zona alta de Arequipa (Figura 2).

¹ Boletín Climático Nacional: Setiembre 2018, Octubre 2018, Noviembre 2018 y Diciembre 2018.
Enlace web: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=boletines>

² Los datos observados de precipitación de enero 2019 corresponden a los tres decadales.

Figura 1. Anomalía de precipitación - Setiembre 2018

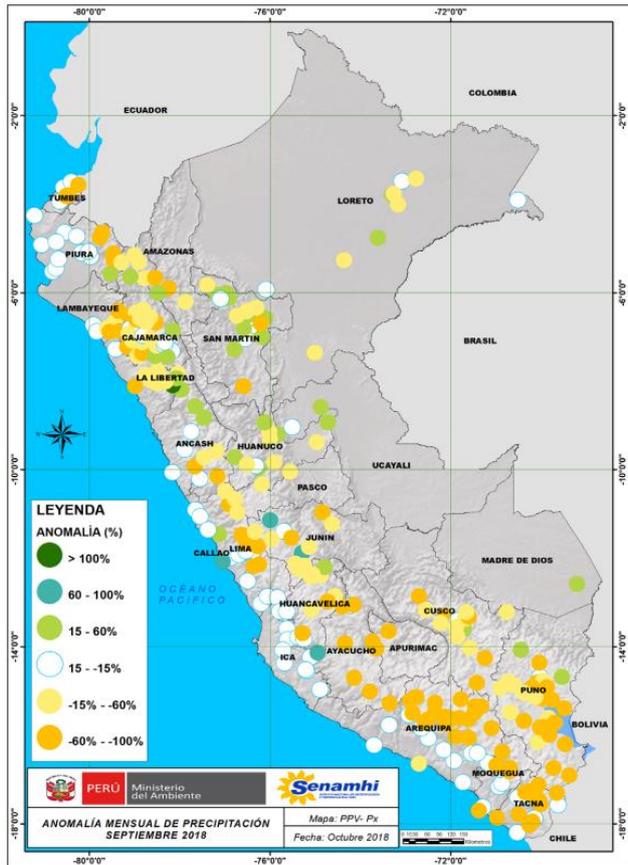
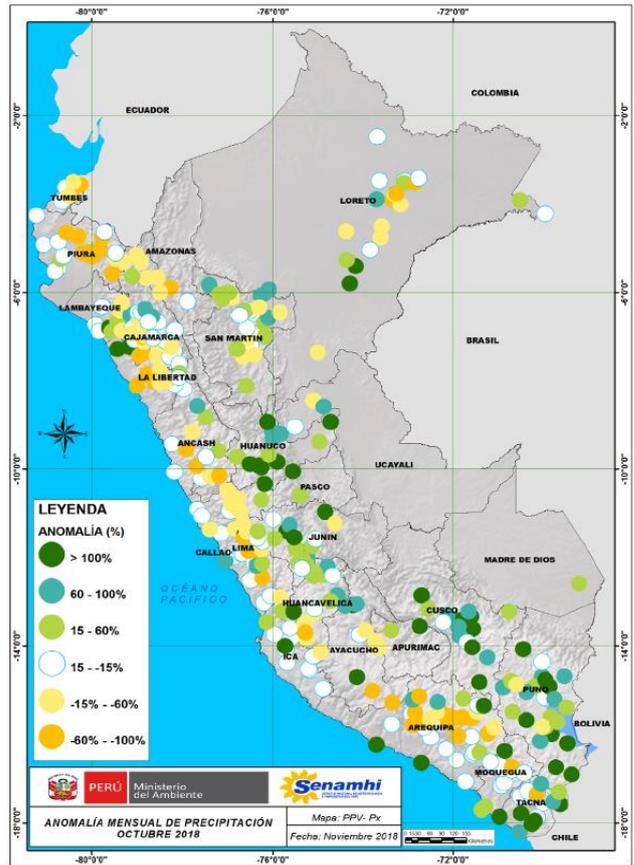


Figura 2. Anomalía de precipitación - Octubre 2018



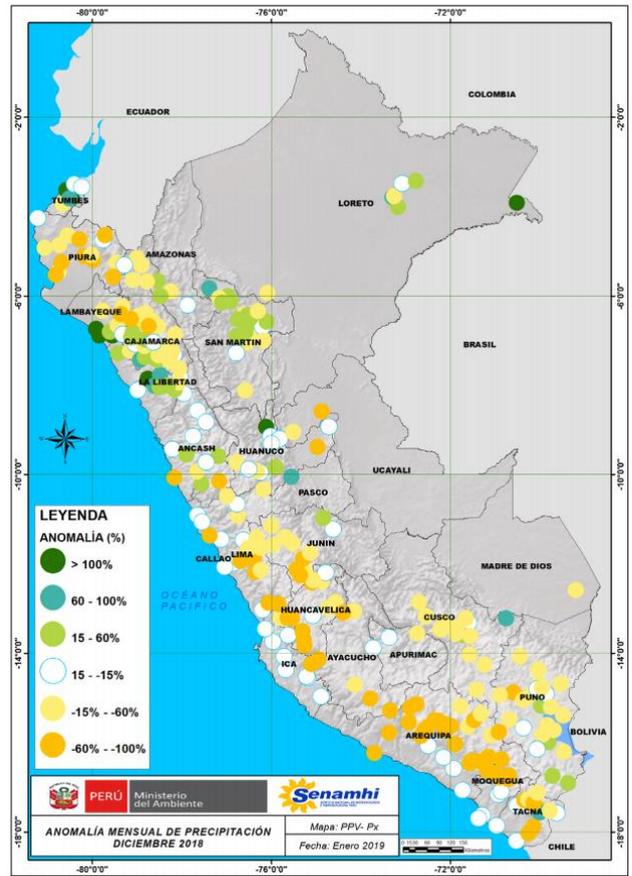
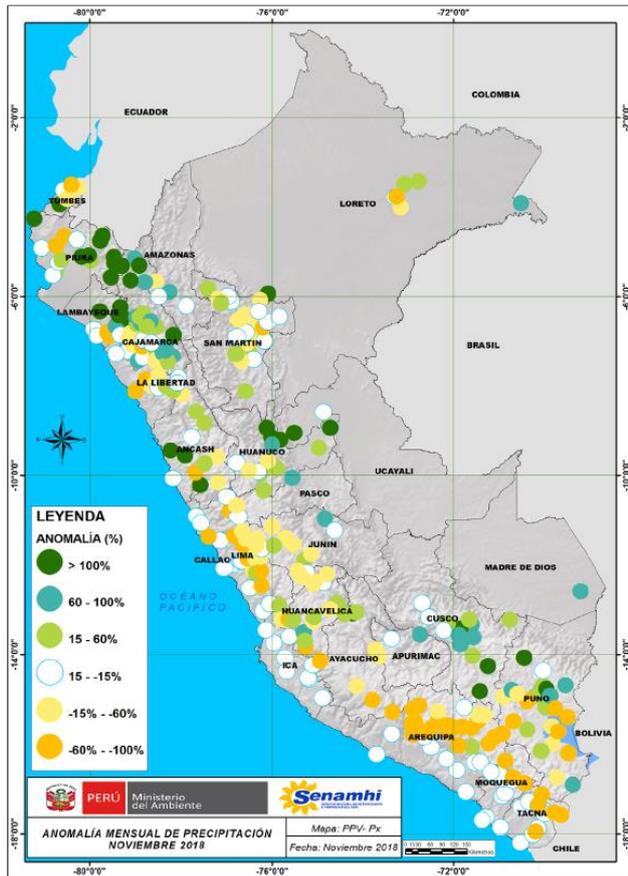
Durante noviembre, la influencia de flujos húmedos de la Amazonia hacia la región Andina incentivó la ocurrencia de lluvias en la sierra norte (Piura, Lambayeque y La Libertad) y la vertiente oriental de la cordillera de los Andes (San Martín, Huánuco, Pasco, Junín, Cusco y parte de Puno). En contraste, la deficiencia de lluvias entre el 50% y el 80% se presentaron en la sección occidental de la sierra centro y sur, específicamente en Lima, Arequipa, Moquegua y Tacna (Figura 3). Es importante precisar que, entre setiembre a diciembre, las lluvias son de menor cuantía en comparación a los meses de verano, el cual inicia en diciembre (enero – marzo).

En diciembre, las condiciones secas se han mostrado predominantes en el territorio nacional, siendo la zona occidental la que registró mayor déficit de lluvias. Por tal motivo, regiones como Piura, Cajamarca, Lima, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Arequipa, Moquegua y Tacna; evidenciaron deficiencias por debajo del -60% de su normal y las localidades ubicadas entre Puno, Cusco, Huánuco y San Martín presentaron déficit en el rango de -15% a -40%. Por el contrario, en zonas de la selva norte (Loreto), selva central (Pasco) y costa norte (Tumbes y Lambayeque), se registraron lluvias por encima de lo normal, con excesos que superan el 70%.

Además, localidades de la sierra como San Benito (Cajamarca), Pariacoto (Ancash) y Quillabamba (Cusco), presentaron superávits con una anomalías porcentuales de un 40% (Figura 4).

Figura 3. Anomalía de precipitación - Noviembre 2018

Figura 4. Anomalía de precipitación - Diciembre 2018

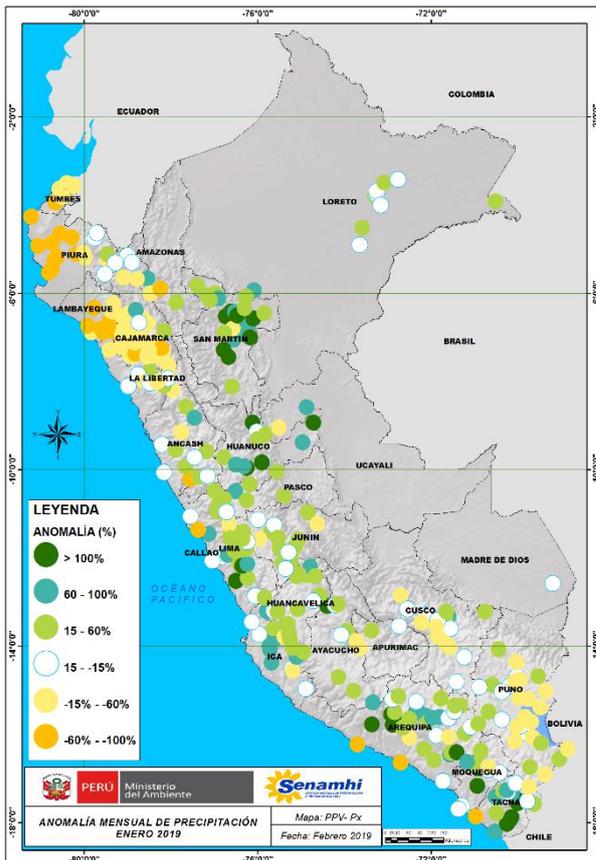


Fuente: SENAMHI / Boletín Climatológico Nacional: Setiembre 2018, octubre 2018, noviembre 2018 y diciembre 2018.

En el mes de enero, persisten los vientos con niveles altos desde el oeste, principalmente sobre la región norte, estos se caracterizaron por su deficiente transporte de humedad hacia la cuenca amazónica; por consiguiente, no se generaron las condiciones óptimas para la ocurrencia de lluvias sobre este ámbito, llegándose a reportar deficiencias de hasta -81%. Sin embargo, entre el 15 y el 31 de enero del presente, se fortalecieron los flujos de humedad sobre la sierra central y sur, lo cual incentivó la ocurrencia de episodios lluviosos inusuales con acumulados de hasta 34,3 mm/día en localidades como Caravelí (costa de Arequipa) y de 12 mm/día sobre Calana (costa de Tacna), convirtiéndose en los nuevos récords históricos del mes de enero de los últimos 30 años (Figura 3).

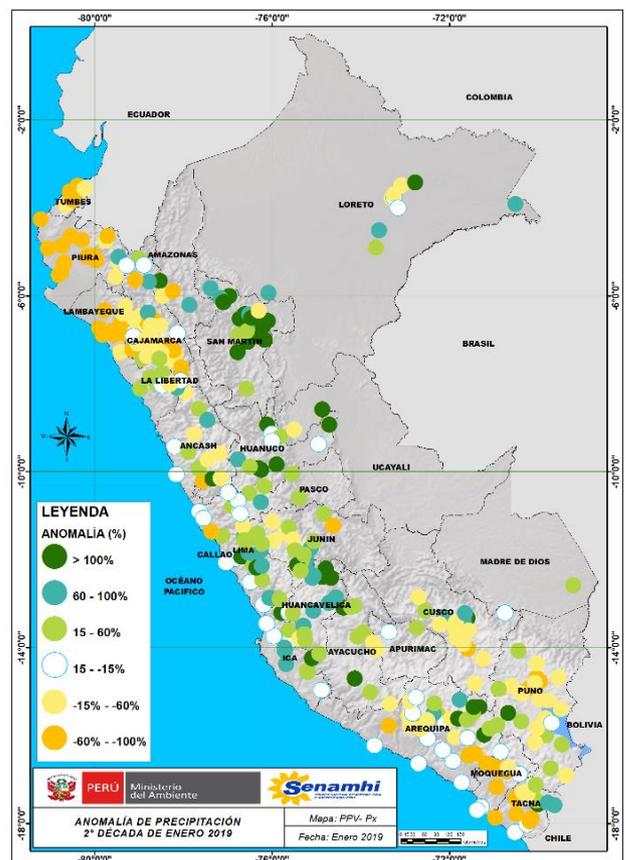
Durante los diez primeros días del mes de febrero, las precipitaciones aumentaron en la sierra central y sur occidental, registrando el mayor valor acumulado de lluvias en Cerro de Pasco con 156.9 mm. Asimismo, se observó un incremento de las precipitaciones en la selva norte (Loreto), donde el mayor acumulado de lluvias se registró en Francisco Orellana (Loreto) con 209.3 mm. Entre el 12 al 18 de febrero, las precipitaciones en la selva incrementaron en comparación a lo registrado en los primeros diez días, principalmente en selva sur. Mientras que el valor más alto en la sierra, fue registrado en la estación Asunción (Cajamarca) con 100.8 mm/semanal. A fines de febrero, las precipitaciones en la selva disminuyeron en comparación a lo registrado en el periodo anterior (del 12 al 18 de febrero). Por otro lado, en la sierra las precipitaciones aumentaron, principalmente en la sierra norte (Figura 4).

Figura 3. Anomalía de precipitación - Enero 2019



Fuente: SENAMHI

Figura 4. Anomalía de precipitación – Febrero 2019

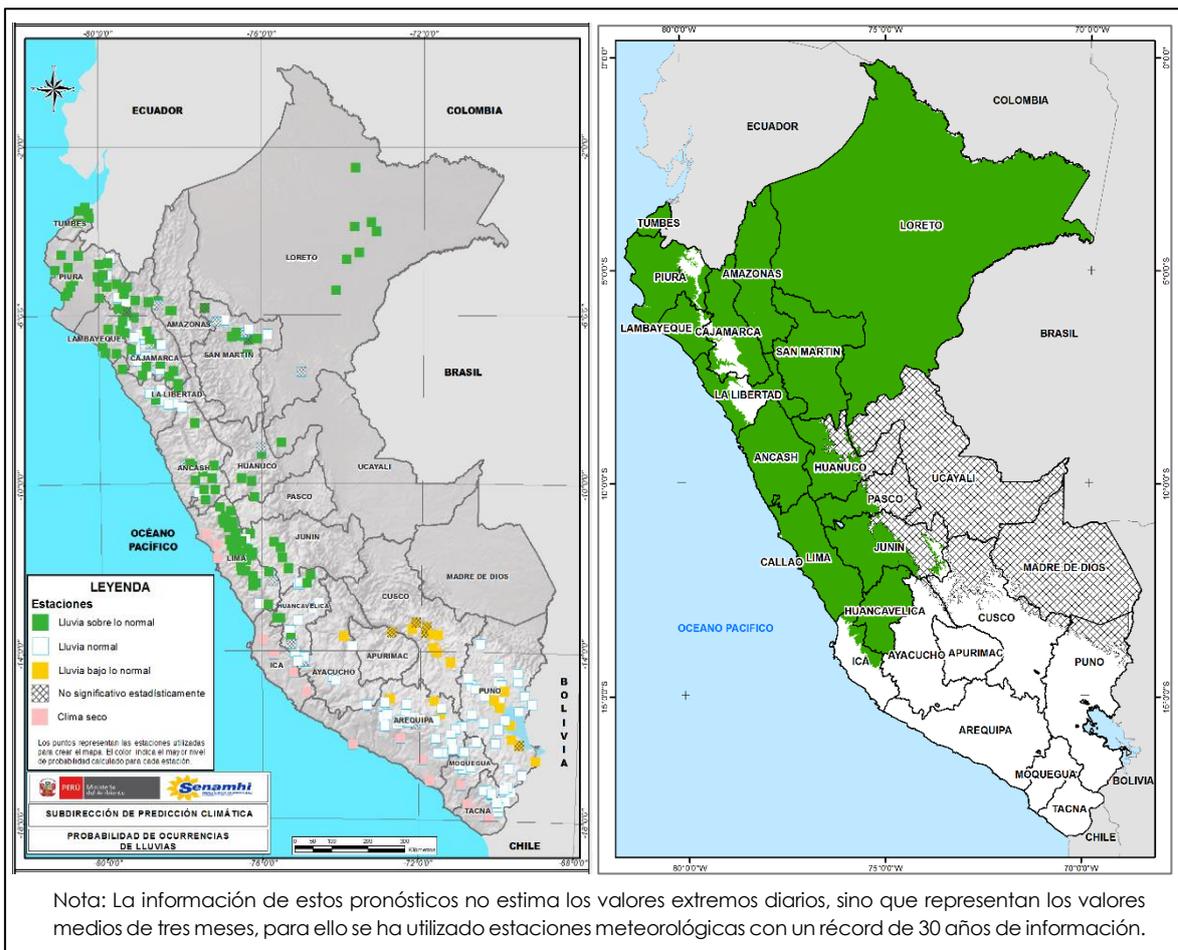


Fuente: SENAMHI

Perspectivas de precipitación para el periodo marzo a mayo 2019

La Figura 5, muestra la distribución de estaciones meteorológicas en el ámbito nacional, según la probabilidad de lluvias para el periodo de marzo a mayo 2019³. Con base a esta información, se delimitó las zonas donde se prevé lluvias superiores a sus valores normales (color verde) y lluvias en condiciones normales (color blanco). El pronóstico estacional para el presente trimestre indica la presencia de lluvia entre normales a superiores en gran parte del país, con mayor probabilidad de presentar lluvias sobre los rangos normales en la costa norte, costa central, sierra nororiental, sierra central y selva norte. Los valores de la probabilidad de ocurrencia de lluvias para el periodo marzo – mayo 2019, se detallan en la Tabla 1.

Figura 5. Probabilidad de ocurrencia de lluvias (%) para el trimestre marzo – mayo 2019



Fuente: SENAMHI / Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica

³ Informe Técnico N°0-2019/SENAMHI-DMA-SPC. Febrero 2019.

Tabla 1. Valores de probabilidad por regiones según categorías (Inferior, Normal y Superior) del pronóstico de lluvias para el trimestre marzo – mayo de 2019

REGIÓN	Nro. de estaciones	PROBABILIDADES			ESCENARIO PROBABLE
		Inferior (%)	Normal (%)	Superior (%)	
COSTA NORTE	32	12	27	61	SUPERIOR
COSTA CENTRO	11	16	40	43	SUPERIOR
COSTA SUR	13	31	44	25	NORMAL
SIERRA NORTE OCCIDENTAL	24	18	45	37	NORMAL
SIERRA CENTRO OCCIDENTAL	49	23	28	49	SUPERIOR
SIERRA SUR OCCIDENTAL	48	30	43	27	NORMAL
SIERRA NORTE ORIENTAL	19	22	29	49	SUPERIOR
SIERRA CENTRO ORIENTAL	20	25	33	41	SUPERIOR
SIERRA SUR ORIENTAL	44	34	43	23	NORMAL
SELVA NORTE ALTA	12	26	34	40	SUPERIOR
SELVA NORTE BAJA	28	24	34	42	SUPERIOR
SELVA CENTRAL	-	-	-	-	SIN INFORMACION
SELVA SUR	-	-	-	-	SIN INFORMACION

Fuente: SENAMHI / Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica

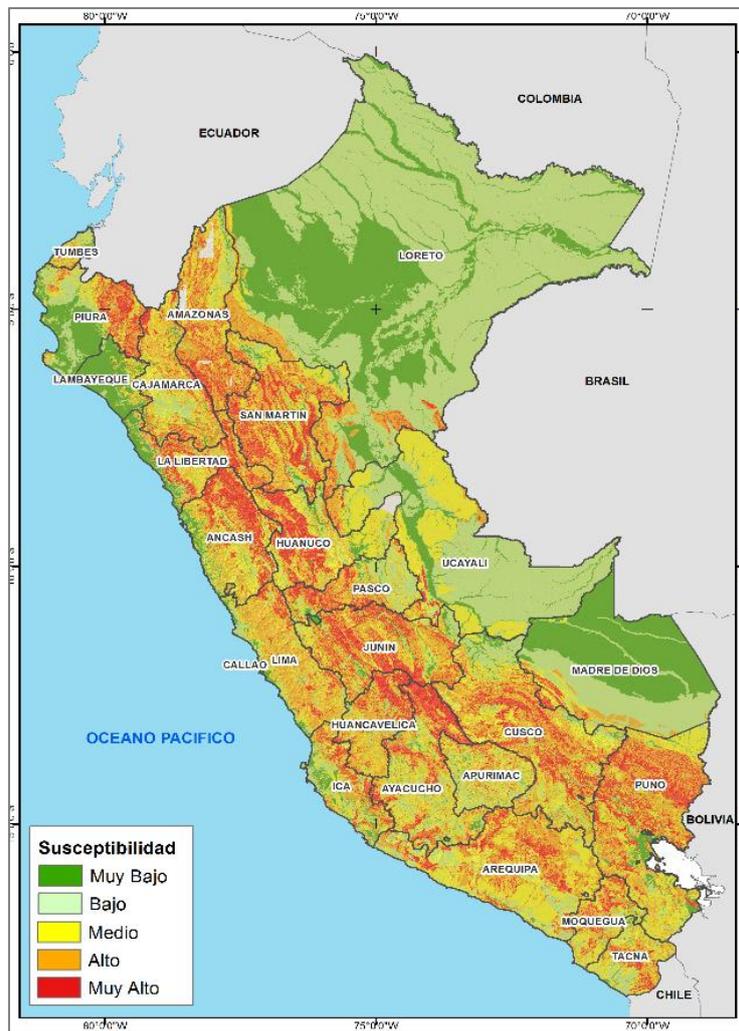
Por otro lado, según la Comisión Multisectorial ENFEN⁴, en lo que resta del verano, en la costa norte y centro del Perú se mantendrían las anomalías positivas de la temperatura del mar y del aire. En este escenario, sumado a las condiciones atmosféricas y estacionalidad de las lluvias, se estiman condiciones favorables para la ocurrencia de días lluviosos y muy lluviosos, durante el mes de marzo entre las partes bajas e intermedias de las cuencas de la costa norte y central del país.

5. ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD

Para la identificación de los ámbitos con mayor predisposición a la ocurrencia de huaycos, deslizamientos, caída de rocas u otro tipo de movimientos en masa, es necesario conocer las características físicas del territorio. Para ello se contó con el Mapa de Susceptibilidad por Movimientos en Masa a nivel regional, elaborado por el INGEMMET, basado en los factores condicionantes del territorio tales como pendiente, geomorfología, litología, hidrogeología y cobertura vegetal (Ver Figura 6)

⁴ Comunicado Oficial ENFEN N° 04-2019. Febrero 2019.

Figura 6. Mapa de Susceptibilidad por Movimientos a nivel regional

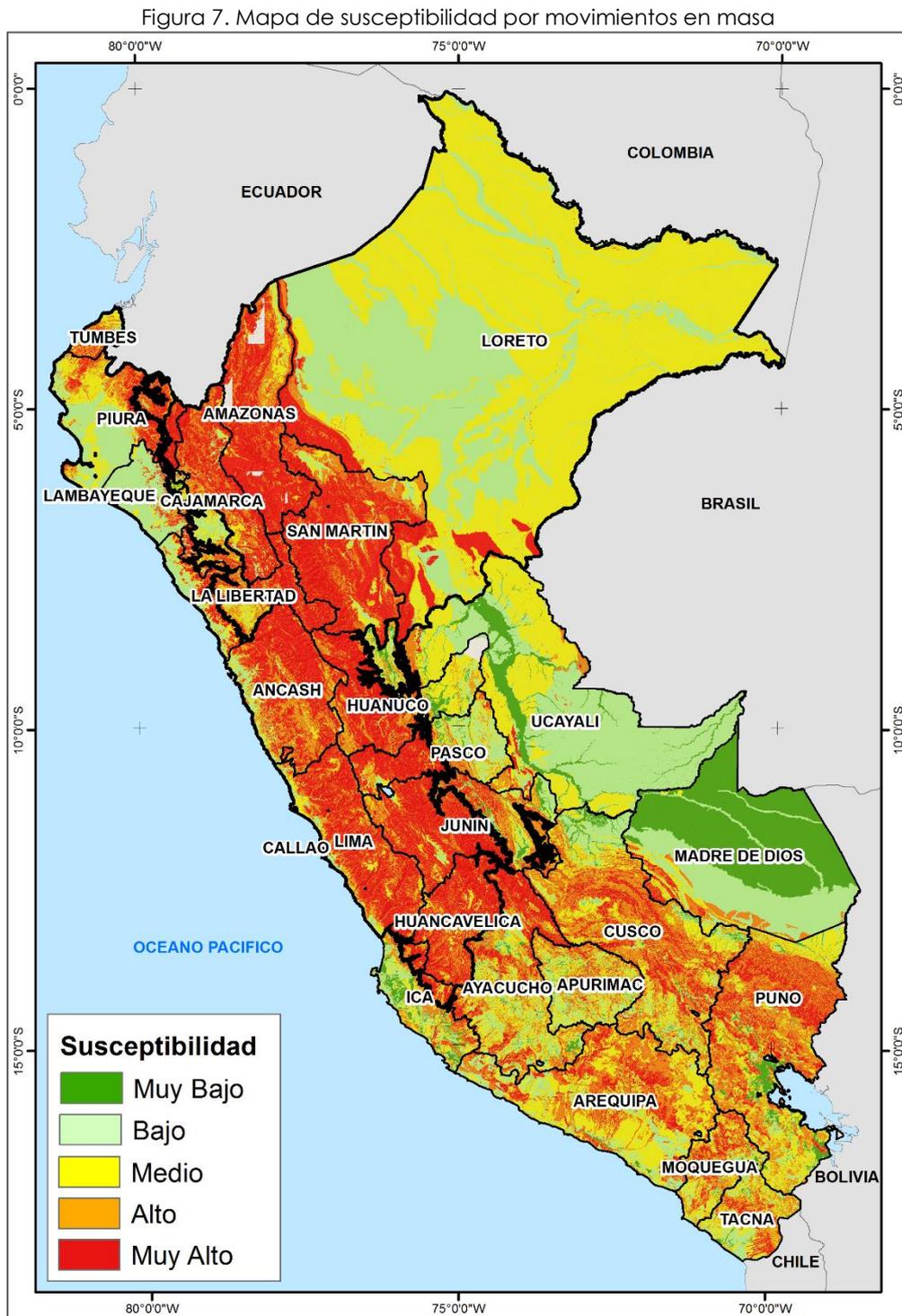


Fuente: INGEMMET

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).

La presencia de lluvias por encima de sus promedios en ciertas zonas del país, anunciaría la posibilidad de que puedan ser de mayor intensidad (factor desencadenante), pudiendo generar eventos de movimientos en masa que traerían consigo situaciones de riesgo a la población y a sus medios de vida, razón por la cual, el presente escenario focaliza el análisis en las áreas donde se prevé lluvias superiores a su normal. No obstante, debido a la variabilidad de las lluvias, no se descarta la presencia de estas en zonas donde se estimó condiciones normales o déficit.

El producto de ambos factores (condicionantes y desencadenante), ha dado como resultado el incremento en un nivel de susceptibilidad a movimientos en masa en aquellas zonas donde se prevé lluvias que puedan superar sus promedios. Estas zonas se encuentran delimitadas de color negro en la Figura 7.



Una vez obtenido los niveles de susceptibilidad ante las condiciones de lluvias previstas para el trimestre marzo a mayo 2019, se generalizó el resultado según el ámbito jurisdiccional de cada distrito, basado en la superficie (área en Km²) ocupada por las diferentes condiciones que presenta el territorio a la ocurrencia de movimientos en masa. El cálculo de áreas se realizó a través del SIG, tomando como base los límites censales al 2017 del INEI.

El resultado de este análisis se contrastó con el inventario nacional de eventos de movimientos en masa elaborado por INGEMMET hasta diciembre del 2013. Los niveles de susceptibilidad por distrito se encuentran representado en la Tabla 1.

Tabla 1: Niveles de susceptibilidad a movimientos en masa a nivel distrital

Nivel de susceptibilidad	Descripción	Valor	Peso	Ocurrencia de movimientos en masa	Valor	Peso	Valor de susceptibilidad
Muy Alto	Distritos que presentan la mayor superficie de su territorio con condiciones muy favorables a generar movimientos en masa en zonas con probabilidad de que las lluvias superen sus valores acumulados normales.	0.503	0.70	De 23 a 569 eventos registrados	0.494	0.30	0.500
Alto	Distritos que presentan la mayor superficie de su territorio con condiciones favorables a generar movimientos en masa en zonas con probabilidad de que las lluvias superen sus valores acumulados normales.	0.260	0.70	De 12 a 22 eventos registrados	0.250	0.30	0.257
Medio	Distritos que presentan la mayor superficie de su territorio donde no existe la certeza que no ocurran movimientos en masa en zonas con probabilidad de que las lluvias superen sus valores acumulados normales.	0.134	0.70	De 6 a 12 eventos registrados	0.142	0.30	0.137
Bajo	Distritos que tienen la mayor superficie de su territorio con pocas condiciones para originar movimientos en masa en zonas con probabilidad de que las lluvias superen sus valores acumulados normales.	0.068	0.70	De 2 a 5 eventos registrados	0.076	0.30	0.070
Muy Bajo	Distritos que tienen la mayor superficie de su territorio donde no existen indicios que permitan predecir deslizamientos en zonas con probabilidad de que las lluvias superen sus valores acumulados normales.	0.035	0.70	No mayor a un evento registrado	0.038	0.30	0.036

Elaborado por: CENEPRED

6. ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

6.1 Categorización de los niveles de exposición

El valor de exposición socioeconómico (considerando que la unidad mínima de análisis es el distrito) se obtuvo mediante el análisis con sistemas de información geográfica (SIG), con la finalidad de poder representarlo cartográficamente.

Se estimó el valor de importancia (ponderación) de cada uno de los parámetros mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (método de Saaty). Posteriormente, se determinó para cada parámetro los respectivos descriptores, representados por sus quintiles, estimándose también para estos una ponderación mediante el mismo método. Este procedimiento se muestra en la Tabla 2, dando como resultado el valor de exposición para cada distrito.

Tabla 2: Matriz de ponderación utilizada para la evaluación de los niveles de exposición.

Descriptor	Parámetros de evaluación									Valor de exposición	Rango	Nivel de exposición
	Incidencia de pobreza	Valor	Peso	Tasa de Desnutrición Crónica	Valor	Peso	Tasa de Analfabetismo	Valor	Peso			
D5	Mayor a 63.8%	0.459	0.608	34.2% a 61.7%	0.416	0.272	20.8% a 45.5%	0.432	0.120	0.444	0.262 < R =< 0.444	Muy Alto
D4	50.7% a 63.7%	0.259	0.608	26.0% a 34.1%	0.262	0.272	14.1% a 20.7%	0.283	0.120	0.262	0.153 < R =< 0.262	Alto
D3	36.3% a 50.6%	0.150	0.608	19% a 25.9%	0.161	0.272	9.6% a 14.0%	0.152	0.120	0.153	0.089 < R =< 0.153	Medio
D2	21.8% a 36.2%	0.085	0.608	9.1% a 18.9%	0.099	0.272	5.4% a 9.5%	0.086	0.120	0.089	0.051 < R =< 0.089	Bajo
D1	Menor a 21.8%	0.047	0.608	Menor a 9.1%	0.062	0.272	Menor a 5.4%	0.048	0.120	0.051		

Fuente: CENEPRED

Una vez identificado los niveles de susceptibilidad a movimientos en masa y los niveles de exposición de la población, a nivel distrital, se procede a la conjunción de ambos factores, tal como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3: Matriz de evaluación de los niveles de riesgo

Factor de Susceptibilidad	Factor de Exposición	Valor de Riesgo	Nivel de Riesgo	Rango
0.500	0.444	0.222	Muy Alto	0.067 < R =< 0.222
0.257	0.262	0.067	Alto	0.021 < R =< 0.067
0.137	0.153	0.021	Medio	0.006 < R =< 0.021
0.070	0.089	0.006	Bajo	R =< 0.006
0.036	0.051	0.002		

Elaborado por: CENEPRED

Los niveles de riesgo por distritos se encuentran representados en la Figura 10, y detallados en la Tabla 4 y Anexo.

Tabla 4. Número de distritos y la población expuesta según su nivel de riesgo identificado

Nivel de Riesgo	Muy Alto					Alto					Medio					Bajo				
	Elementos expuestos																			
Departamento	Cantidad Distritos	Población	Viviendas	Establec. Salud	Instituc. Educativas	Cantidad Distritos	Población	Viviendas	Establec. Salud	Instituc. Educativas	Cantidad Distritos	Población	Viviendas	Establec. Salud	Instituc. Educativas	Cantidad Distritos	Población	Viviendas	Establec. Salud	Instituc. Educativas
1 AMAZONAS	49	194,236	52,451	323	1,539	34	183,811	49,536	196	591	1	1,337	420	3	6	0	0	0	0	0
2 ANCASH	81	265,458	76,523	228	1,552	71	326,174	86,820	197	1,105	8	255,998	63,702	47	370	6	235,889	68,854	36	307
3 APURIMAC	14	36,094	12,009	55	320	61	309,188	91,880	334	1,680	9	60,477	16,659	34	161	0	0	0	0	0
4 AREQUIPA	13	16,297	5,339	31	134	34	60,075	19,177	55	287	38	647,586	190,336	140	1,155	24	658,772	166,536	193	1,254
5 AYACUCHO	55	208,029	64,882	209	1,551	54	273,386	76,384	179	1,230	9	106,289	25,788	37	234	1	28,472	6,290	6	40
6 CAJAMARCA	93	820,871	240,273	723	4,991	33	301,400	84,839	224	1,458	1	218,741	51,111	57	389	0	0	0	0	0
7 CALLAO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	315,600	79,693	33	324	6	678,894	165,127	122	686
8 CUSCO	20	119,474	34,394	48	651	66	480,813	140,702	243	1,837	24	539,730	131,649	109	886	2	65,510	16,827	49	185
9 HUANCavelica	81	261,348	78,245	392	2,286	19	86,291	24,751	60	302	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 HUANUCO	51	271,548	77,173	181	1,416	21	320,934	79,902	95	776	11	123,751	31,440	47	467	1	4,814	1,298	6	37
11 ICA	0	0	0	0	0	10	90,808	23,601	31	225	13	247,337	65,745	62	360	20	512,620	132,333	95	664
12 JUNIN	32	94,063	29,328	136	712	68	944,465	243,630	397	3,003	15	112,598	27,596	29	190	9	94,912	23,521	19	202
13 LA LIBERTAD	43	324,147	83,684	167	1,330	17	246,323	64,741	105	679	7	375,169	94,079	47	456	16	832,441	199,358	169	1,020
14 LAMBAYEQUE	3	37,819	9,678	32	218	3	35,266	10,305	13	96	16	297,186	74,835	91	639	16	826,989	195,151	141	956
15 LIMA	17	18,516	6,245	32	164	96	2,389,918	595,287	445	2,751	25	2,456,788	603,869	324	2,650	33	4,620,183	1,212,646	870	4,758
16 LORETO	2	22,128	4,711	26	239	25	190,790	41,032	150	1,724	25	523,739	115,402	233	1,781	1	146,853	28,381	44	179
17 MADRE DE DIOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9,976	2,992	15	43	9	131,094	36,389	107	340
18 MOQUEGUA	0	0	0	0	0	7	18,026	6,740	31	141	11	86,641	28,352	45	198	2	70,196	21,365	13	92
19 PASCO	17	90,766	23,947	153	605	10	146,273	35,488	108	514	2	17,026	4,503	16	113	0	0	0	0	0
20 PIURA	22	260,269	70,713	177	1,603	13	273,337	73,409	116	752	21	577,778	147,784	133	895	9	745,425	177,366	183	930
21 PUNO	22	121,717	43,094	84	674	52	317,922	116,007	172	1,658	30	412,136	141,889	203	1,398	6	320,922	85,681	45	522
22 SAN MARTIN	20	155,258	39,414	118	686	43	519,018	135,432	297	1,435	10	124,456	31,973	48	190	4	14,649	3,971	11	35
23 TACNA	0	0	0	0	0	6	7,238	2,204	16	55	15	70,780	21,235	33	142	7	251,314	74,106	56	344
24 TUMBES	0	0	0	0	0	3	21,576	6,029	13	83	8	164,145	43,861	58	284	2	39,142	11,012	6	53
25 UCAYALI	0	0	0	0	0	3	50,915	12,478	49	331	7	70,120	17,143	52	515	7	375,424	88,155	148	635
TOTAL GENERAL	635	3,318,038	952,103	3,115	20,671	749	7,593,947	2,020,374	3,526	22,713	309	7,815,384	2,012,056	1,896	13,846	181	10,654,515	2,714,367	2,319	13,239

Fuente: CENEPRED, elaborado con la información del INEI, MINSA y MINEDU

INEI: Cálculo de población y vivienda según Censos Nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda / MINSA: Base RENIPRESS, Enero 2019 / MINEDU: ESCALE, Enero 2019.

7. CONCLUSIONES

- ✓ El modelo utilizado permitió estimar el nivel de riesgo por movimientos en masa (huaycos, deslizamientos, derrumbes, entre otros) para cada uno de los distritos del país. De un total de 1,874 distritos a nivel nacional, 635 distritos obtuvieron riesgo muy alto; y 749 nivel de riesgo alto.
- ✓ Los distritos con nivel de riesgo muy alto comprenden una población expuesta de 3,318,038 habitantes, 952,103 viviendas, 3,115 establecimientos de salud y 20,671 instituciones educativas.
- ✓ Los distritos con nivel de riesgo alto comprenden una población expuesta de 7,593,947 habitantes, 2,020,374 viviendas, 3,526 establecimientos de salud y 22,713 instituciones educativas.

San Isidro, 04 de marzo de 2019.

El CENEPRED actualizará esta información de acuerdo a los pronósticos trimestrales elaborados por del SENAMHI. El resultado de esta información se encuentra disponible para su descarga en el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres – SIGRID <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/> y a través de la página web del CENEPRED <https://cenepred.gob.pe/web/escenario-riesgos/>

ANEXO

NIVEL DE RIESGO SEGÚN DISTRITOS, POBLACIÓN EXPUESTA Y
PARÁMETROS DE EVALUACIÓN