



LLUVIAS



CENEPRED

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

ESCENARIOS DE RIESGO POR INUNDACION Y MOVIMIENTOS EN MASA A NIVEL DE CUENCA HIDROGRÁFICA ANTE LA POSIBLE OCURRENCIA DEL FENÓMENO EL NIÑO COSTERO

SETIEMBRE 2023



TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	2
2	METODOLOGÍA DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO.....	3
3	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL FENÓMENO	3
	Precipitación máxima diaria	3
4	CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL TERRITORIO.....	4
4.1	ELABORACIÓN DEL MAPA DE PELIGRO POR INUNDACIÓN	4
4.2	ELABORACIÓN DEL MAPA DE PELIGRO POR MOVIMIENTOS EN MASA	5
5	ESCENARIO DE RIESGO POR INUNDACIÓN	8
6	ESCENARIO DE RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA	9

Lista de figuras

Figura 1.	Esquema metodológico del escenario de riesgo por inundación y movimientos en masa	3
Figura 2.	Precipitación máxima en 24 horas – Periodo de retorno 50 años	4
Figura 3.	Peligro por inundaciones para a nivel de cuenca.....	6
Figura 4.	Peligro por movimientos en masa a nivel de cuenca	7

Lista de tablas

Tabla 1.	Identificación de factores causales y de activación de la inundación (parámetros)	5
Tabla 2.	Identificación de factores causales y de activación de movimientos en masa (parámetros)	5
Tabla 3.	Total, de elementos expuestos a riesgo muy alto por inundación	8
Tabla 4.	Total, de elementos expuestos a riesgo alto por inundación	8
Tabla 5.	Total, de elementos expuestos a riesgo muy alto por movimientos en masa	9
Tabla 6.	Total, de elementos expuestos a riesgo alto por movimientos en masa	9



1 INTRODUCCIÓN

Los presentes estudios fueron elaborados en el marco del Decreto Supremo N° 067-2023-EF, que autoriza transferencia de partidas en el presupuesto del sector público para el año fiscal 2023 a favor de diversos pliegos del Gobierno Nacional; mediante el cual, para financiar los gastos para el “Desarrollo de los escenarios de riesgo a nivel de las unidades hidrográficas por inundación y movimientos en masa ante la posible ocurrencia del Fenómeno El Niño Costero”.

Página | 2

Los estudios realizados tienen por objetivo la identificación de las zonas más propensas a la ocurrencia de inundaciones y movimientos en masa, en los ámbitos de 36 cuencas y 25 intercuenas de la costa del Pacífico, ante la posible presencia de lluvias intensas desencadenadas por el Fenómeno El Niño, así como determinar los elementos que estarían expuestos a estos peligros, con la finalidad de llevar a cabo, de manera oportuna, las acciones y actividades de reducción y preparación que permitan minimizar sus probables efectos.

Asimismo, el presente escenario recopila la información física del territorio, así como cuantiles de precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno, trabajos desarrollado por el SENAMHI el presente 2023

Finalmente, para el análisis de los elementos expuestos se ha tomado en consideración los resultados de la información de población y viviendas del último censo de 2017 desarrollado por el INEI, así como la base de establecimientos de salud del MINSA, instituciones educativas del MINEDU, entre otras infraestructuras que nos permitirán obtener resultados para orientar las estrategias y acciones de preparación respectivas.



2 METODOLOGÍA DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO

En la primera fase, se recopiló la información disponible entre las entidades técnico-científicas y técnicas, tales como SENAMHI, ANA, INGEMMET, ENFEN, INEI, INDECI, entre otras. Luego, se realizó el análisis de esta información, obteniendo como resultado la base de datos de información geoespacial que ha sido utilizada en el desarrollo de las siguientes tres etapas.

Página | 3

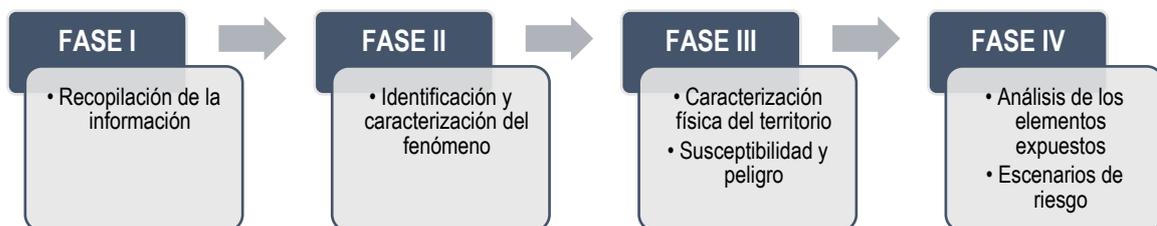
En la segunda fase se procedió a la identificación y caracterización del fenómeno (factor desencadenante), aquí se tomó como referencia los mapas de cuantiles de precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno del SENAMHI.

Posteriormente, durante la tercera fase, se identificaron los niveles de susceptibilidad y peligro a la ocurrencia de inundaciones y movimientos en masa respectivamente, basado en las condiciones del territorio y el factor desencadenante (lluvias).

Finalmente, en la cuarta fase se desarrolló el análisis de los elementos expuestos, donde se ha estimado los posibles daños y/o pérdidas en la población y los diferentes tipos de infraestructura en materia de servicios de salud y educación, entre otras que estarían expuestas a las zonas más propensas a presentar inundaciones y movimientos en masa.

A continuación se describe el proceso metodológico general aplicado en el presente escenario de riesgo (Figura 1)

Figura 1. Esquema metodológico del escenario de riesgo por inundación y movimientos en masa



Fuente: Elaborado por CENEPRED.

3 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL FENÓMENO

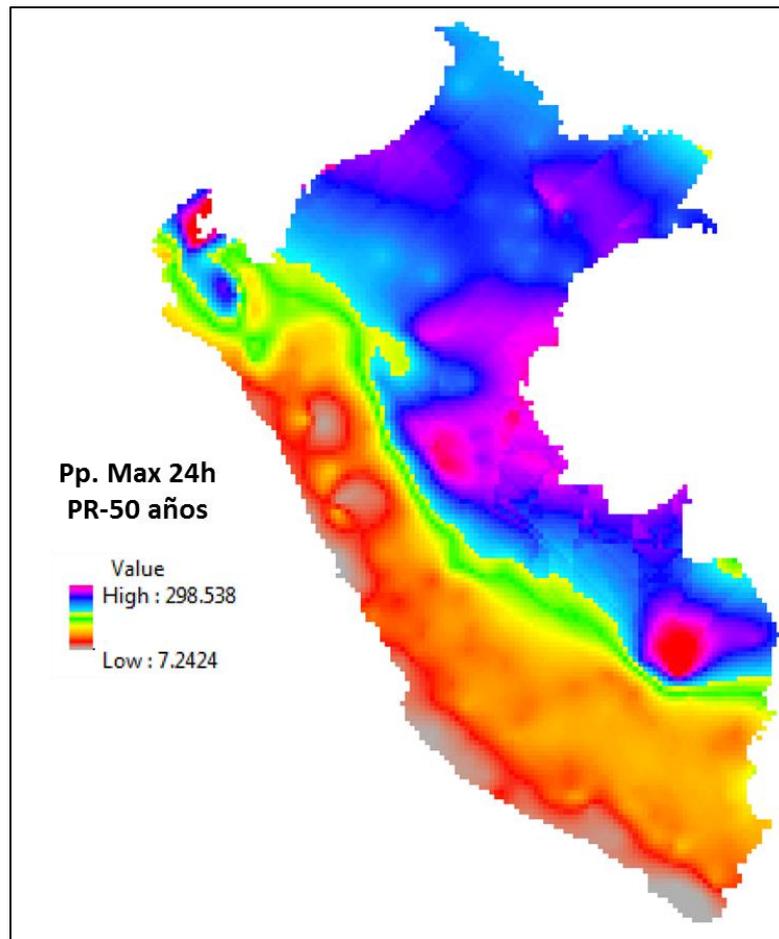
Precipitación máxima diaria

El SENAMHI elaboró los mapas de "Cuantiles de precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno (2,5,10,30,50,75,100, 200,500 y 1000 años), en el análisis, se tomó en cuenta las condiciones de periodo de retorno de 50 años, por ser el más adecuado para el contexto climático del Fenómeno del Niño Costero (Figura 2). Los mapas de cuantiles, presentan una resolución espacial aproximada de 11 Km¹.

¹ <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-106.pdf>



Figura 2. Precipitación máxima en 24 horas – Periodo de retorno 50 años



Fuente: SENAMHI (2023)

4 CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL TERRITORIO

Para la identificación de los ámbitos con mayor predisposición a la ocurrencia de eventos como inundaciones y movimientos en masa es necesario conocer las condiciones físicas del territorio. Para ello se elaboró los mapas de peligro a inundaciones y a movimientos en masa por cada cuenca priorizada en el presente estudio.

4.1 ELABORACIÓN DEL MAPA DE PELIGRO POR INUNDACIÓN

En este estudio para la susceptibilidad de inundación se propone el método de "Frequency Ratio" (FR) asistido con el análisis espacial utilizando softwares de sistemas de información geográfica (SIG).

Las siguientes son las etapas de la metodología usada:

- Datos de inventario sobre inundaciones. Registros históricos.
- Recopilación de información y datos para definir los factores causales (parámetros)
- Cada factor se reclasifica en clases utilizando el esquema de cuantiles.
- Los datos sobre la ocurrencia de inundaciones se separan en 70% de entrenamiento y 30% de validación
- Proceso de cálculo de la distribución de la ocurrencia utilizando el método FR se lleva a cabo para determinar el valor de peso de cada factor de acuerdo con la ocurrencia. Una mayor relación de frecuencia (FR) indica una fuerte correlación entre los factores y la ocurrencia de inundaciones



Tabla 1. Identificación de factores causales y de activación de la inundación (parámetros)

FASE	PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	
I	PELIGRO	Altitud	Permite localizar las áreas propensas a inundaciones.
		Pendiente de terreno	Identifica la mayor influencia sobre la respuesta hidrológica en el terreno.
		Flujo acumulado	Muestra el movimiento del flujo del agua a través de las pendientes descendentes.
		Densidad de drenaje	Indica un flujo superficial de una red de drenaje.
		Índice diferencial de agua normalizado - NDWI	Se utiliza para el análisis de masas de agua.
		Índice de humedad topográfico - TWI	Permite medir el efecto de la topografía sobre una generación de escorrentía y la cantidad de flujo acumulado en una posición de la cuenca.
		Escorrentía superficial (Q) para TR 50 años	Identifica la capacidad del agua sin infiltración para desplazarse sobre el terreno.

Fuente: CENEPRED (2023)

Se elaboraron un total de 36 mapas de peligro por inundación de los ámbitos de trabajo que incluían cuencas e intercuencas, de estos mapas se generó un mosaico de resultados el mismo que se muestra en la Figura 3.

4.2 ELABORACIÓN DEL MAPA DE PELIGRO POR MOVIMIENTOS EN MASA

El mapa de peligro por movimientos en masa tomo como base los estudios de susceptibilidad a movimientos en masa regional que elaboró el INGEMMET, los cuales fueron generados a partir de los parámetros de análisis territorial que se muestra en la Tabla 2

Tabla 2. Identificación de factores causales y de activación de movimientos en masa (parámetros)

FASE	PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	
I	PELIGRO	Pendiente	Determina la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable.
		Geomorfología	La forma del terreno tiene una incidencia directa en la estabilidad de las laderas.
		Litología	Estima la inestabilidad de los terrenos en función a las características litológicas.
		Hidrogeología	La infiltración de agua en el suelo y el agua subterránea son los principales factores que condiciona la ocurrencia de movimientos en las laderas.
		Cobertura vegetal y uso del suelo	La vegetación permite la estabilización del suelo.

Fuente: INGEMMET

De la misma forma se elaboraron un total de 36 mapas de peligro por movimientos en masa de los ámbitos de trabajo que incluían cuencas e intercuencas, de estos mapas se generó un mosaico de resultados el mismo que se muestra en la Figura 4.



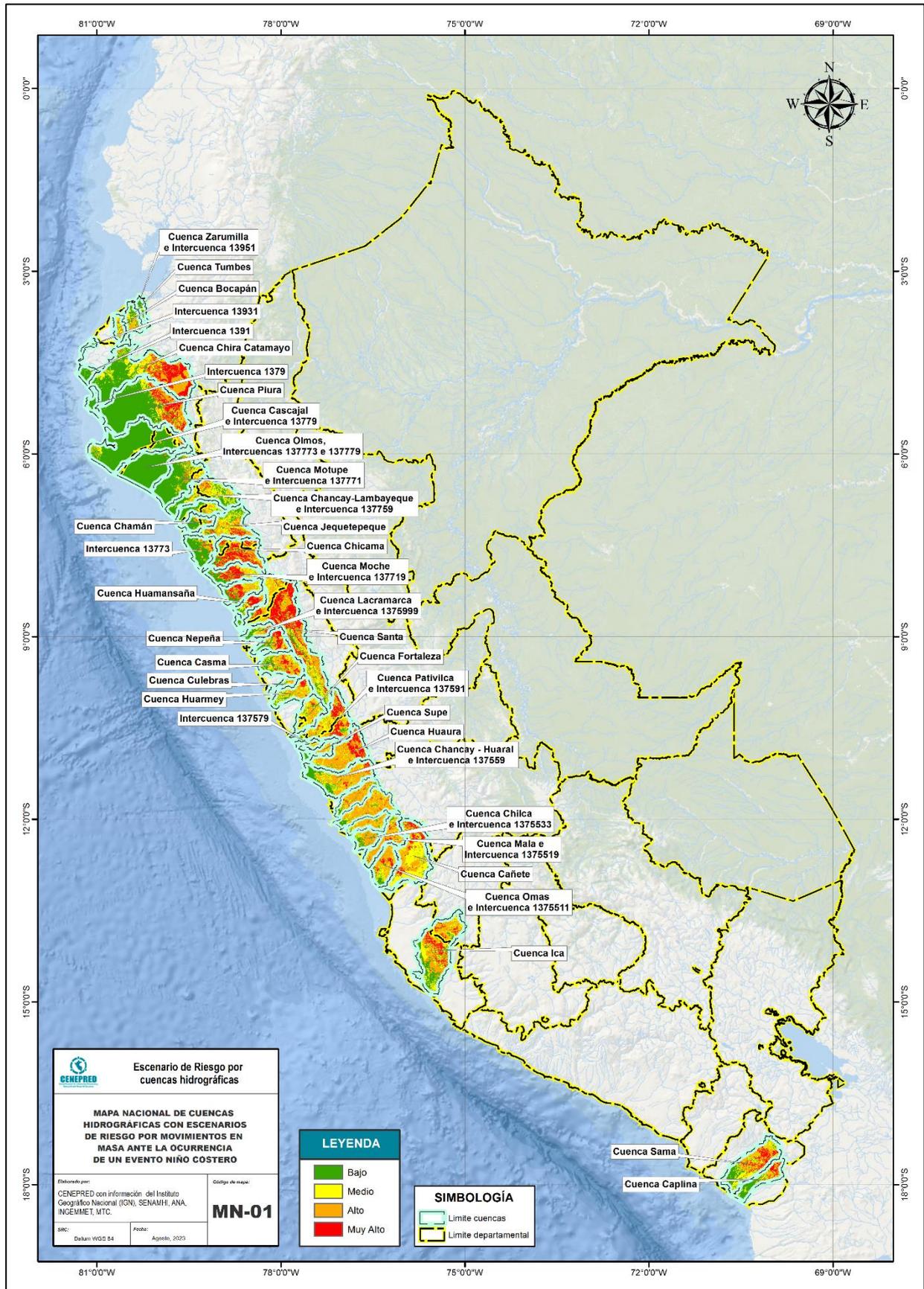
Figura 3. Peligro por inundaciones a nivel de cuenca



Fuente: CENEPRED (2023)



Figura 4. Peligro por movimientos en masa a nivel de cuenca



Fuente: CENEPRED (2023)



5 ESCENARIO DE RIESGO POR INUNDACIÓN

Los resultados obtenidos del análisis de exposición para el escenario de riesgo por inundaciones en las cuencas intervenidas a nivel nacional fueron los siguientes:

Se ha contabilizado en el nivel de riesgo muy alto frente a la posible ocurrencia de inundaciones, 1,136,536 personas, 285,551 viviendas, 487 establecimientos de salud y 1,392 instituciones educativas. Página | 8

Respecto al riesgo alto, se estima un total de 2,597,638 personas, 657,355 viviendas, 1,312 establecimientos de salud y 4,183 instituciones educativas, los mismos que se encuentran distribuidos en los ámbitos intervenidos a nivel nacional.

Finalmente, en la Tabla 3 y 4 se muestra la cuantificación de todos los elementos expuestos identificados en los ámbitos de las cuencas trabajadas.

Tabla 3. Total, de elementos expuestos a riesgo muy alto por inundación

N°	RIESGO	MUY ALTO			
	DEPARTAMENTO	POBLACION	VIVIENDA	EST. DE SALUD	INST. EDUCATIVAS
1	ANCASH	16,111	4,476	24	87
2	CAJAMARCA	7,826	2,536	5	54
3	CALLAO	32,517	7,787	17	27
4	HUANCAVELICA	140	45	0	4
5	ICA	23,978	5,584	1	33
6	LA LIBERTAD	55,554	14,041	12	84
7	LAMBAYEQUE	29,795	7,529	16	111
8	LIMA	227,108	63,626	123	254
9	PIURA	689,176	164,960	274	694
10	TACNA	18,322	4,895	11	27
11	TUMBES	36,009	10,072	4	17
TOTAL		1,136,536	285,551	487	1,392

Fuente: CENEPRED (2023)

Tabla 4. Total, de elementos expuestos a riesgo alto por inundación

N°	RIESGO	ALTO			
	DEPARTAMENTO	POBLACION	VIVIENDA	EST. DE SALUD	INST. EDUCATIVAS
1	ANCASH	113,387	29,785	39	194
2	CAJAMARCA	17,662	5,437	17	116
3	CALLAO	3,374	860	11	6
4	HUANCAVELICA	76	41	1	1
5	ICA	101,173	26,230	52	275
6	LA LIBERTAD	850,836	204,759	197	949
7	LAMBAYEQUE	155,041	36,762	144	470
8	LIMA	437,126	117,373	354	856
9	PIURA	706,404	179,178	423	1,161
10	TACNA	87,106	23,341	45	42
11	TUMBES	125,453	33,589	29	113
TOTAL		2,597,638	657,355	1,312	4,183

Fuente: CENEPRED (2023)



6 ESCENARIO DE RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA

Los resultados obtenidos del análisis de exposición para el escenario de riesgo por remoción de masa en las cuencas intervenidas a nivel nacional fueron los siguientes:

Se ha contabilizado en el nivel de riesgo muy alto frente a la posible ocurrencia de movimientos en masa, 121,558 personas, 34,352 viviendas, 100 establecimientos de salud y 797 instituciones educativas.

Respecto al riesgo alto, se estima un total de 488,974 personas, 152,831 viviendas, 238 establecimientos de salud y 1,813 instituciones educativas, los mismos que se encuentran distribuidos en los ámbitos intervenidos a nivel nacional.

Finalmente, en la Tabla 5 y 6 se muestra la cuantificación de todos los elementos expuestos identificados en los ámbitos de las cuencas trabajadas.

Tabla 5. Total, de elementos expuestos a riesgo muy alto por movimientos en masa

N°	RIESGO	MUY ALTO			
	DEPARTAMENTO	POBLACION	VIVIENDA	EST. DE SALUD	INST. EDUCATIVAS
1	ANCASH	39,485	11,501	34	254
2	CAJAMARCA	3,029	904	0	21
3	CALLAO	0	0	0	0
4	HUANCAVELICA	95	40	1	2
5	ICA	94	56	0	2
6	LA LIBERTAD	10,768	3,184	6	58
7	LAMBAYEQUE	0	0	0	0
8	LIMA	17,201	5,193	18	95
9	PIURA	50,777	13,421	41	364
10	TACNA	101	48	0	1
11	TUMBES	8	5	0	0
TOTAL		121,558	34,352	100	797

Fuente: CENEPRED (2023)

Tabla 6. Total, de elementos expuestos a riesgo alto por movimientos en masa

N°	RIESGO	ALTO			
	DEPARTAMENTO	POBLACION	VIVIENDA	EST. DE SALUD	INST. EDUCATIVAS
1	ANCASH	49,383	14,447	42	301
2	CAJAMARCA	33,694	10,003	28	278
3	CALLAO	0	0	0	0
4	HUANCAVELICA	2,028	775	4	29
5	ICA	6,760	2,079	4	15
6	LA LIBERTAD	47,745	13,894	24	203
7	LAMBAYEQUE	669	207	1	5
8	LIMA	243,471	82,274	58	266
9	PIURA	100,556	27,458	74	699
10	TACNA	4,367	1,599	3	15
11	TUMBES	301	95	0	2
TOTAL		488,974	152,831	238	1,813

Fuente: CENEPRED (2023)



7 RECOMENDACIONES

- Los estudios generados a nivel de cuenca permiten conocer los ámbitos con mayor riesgo ante la presencia de inundaciones y movimientos en masa, para la priorización de intervenciones con actividades de preparación en los niveles sectoriales, regionales y locales, en el contexto del Fenómeno del Niño Costero.
- Difundir los estudios de los escenarios de riesgo por inundación y movimientos en masa a las entidades que vienen trabajando en los procesos de la gestión del riesgo de desastres.
- Los resultados obtenidos corresponden al nivel de riesgo alto y muy alto; sin embargo, para mayor conocimiento de la totalidad de los distrito y elementos expuestos a los peligros descritos, se recomienda consultar la base de datos adjuntos al presente trabajo, los cuales consignan el nivel de riesgo identificado por cada uno de ellos (Muy alto, alto, medio, bajo).



CENEPRED

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

Av. Del Parque Norte 313 - 319. San Isidro Lima - Perú
Central Telefónica: (051) 2013550

www.cenepred.gob.pe

 CENEPRED

 @CENEPRED

 CENEPRED

 CENEPRED PERU

 CENEPRED PERU