

CMRRD

Comisión Multisectorial de Reducción de
Riesgos en el Desarrollo



**Estrategia Nacional de Reducción de Riesgos frente a
Peligros Naturales, para el Desarrollo**

**Diagnóstico para la
Estrategia Nacional de
Reducción de Riesgos para
el Desarrollo**

**Volumen 1: Aspectos
Físico Espaciales**

Enero de 2004

Responsable del Informe:
Arq. Lenkiza Angulo Villarreal

Procesamiento Estadístico:
Ing Hugo O'Connor Salmón

Procesamiento SIG y elaboración de mapas:
Ing. Carmen Eustaquio
Geog. Pedro Tipula

Contenido

Introducción

I. Enfoque y Premisas Conceptuales

II. Características Geográficas y Peligros Naturales en el Perú

1. Características Geográficas del territorio Peruano
2. Regiones Naturales y Ambientes Fisiográficos y Climatológicos en los que se desarrollan los Peligros en el Perú
3. Análisis de los Peligros más significativos en el Perú
 - a. Los Sismos y Tsunamis
 - b. El Peligro de erupciones volcánicas
 - c. Los Deslizamientos, derrumbes y huaycos
 - d. Los Aludes y Aluviones
 - e. Las Inundaciones
 - f. Las Sequías
 - g. Las Heladas, Granizadas y Friajes
 - h. Los Peligros desencadenados por el Fenómeno El Niño
4. Incidencia y Tendencias estadísticas en la generación de peligros naturales y en la afectación que producen en el Perú
5. Calificación de los Peligros más significativos y de la Multiplicidad de Peligros en el Territorio Nacional - Un análisis que toma como unidad, la provincia.
6. Conclusiones

Bibliografía

Anexos:

- Síntesis de Peligros Naturales en las Franjas 1 y 2
- Matriz de Calificación de Peligros
- Album Cartográfico de peligros individualizados y de peligros múltiples, de localización de elementos vulnerables (población y densidades, infraestructura, actividades productivas).

Introducción

El presente documento ha sido elaborado en el marco de la consultoría contratada por la Comisión Multisectorial de Reducción de Riesgos en el Desarrollo-CMRRD, de la Presidencia del Consejo de Ministros, para la elaboración del diagnóstico base para la Estrategia Nacional de Reducción de Riesgos para el Desarrollo.

Este primer volumen, está referido a los aspectos físico espaciales y se inicia con la presentación de las premisas conceptuales que han orientado el análisis y que se relacionan con la comprensión que hay que tener sobre los riesgos y sus factores constitutivos, es decir, los peligros y la vulnerabilidad.

El análisis de los aspectos físico espaciales hace una caracterización de las condiciones geográficas y ambientales del país, para ubicar en ese contexto la problemática de los peligros naturales. El análisis cubre los peligros más significativos en el Perú, como son; los sismos y tsunamis, los deslizamientos, derrumbes y huaycos, los aludes y aluviones, las inundaciones, las sequías, las heladas y los peligros desencadenados por las lluvias excepcionales generadas por el Fenómeno El Niño. Cada uno de ellos ha sido caracterizado por su origen y manifestaciones, por los factores que favorecen su generación, por su localización espacial predominante y por su recurrencia, para después revisar los eventos significativos que se han producido en el país, dentro de cada tipología.

Se ha efectuado también un análisis de la incidencia y de las tendencias en la generación de los peligros naturales en el país y en la afectación que producen; en base al procesamiento de la información contenida en el Banco de Datos Histórico del INDECI (1995-2001), la base de datos del INGEMMET (1997), la base de datos de DESINVENTAR-La Red-ITDG (1970-2000) y la base de datos de PREDES (1990); lo que ha permitido analizar desde una perspectiva histórica reciente, el desenvolvimiento que han tenido estos fenómenos, las zonas del país más recurrentemente afectadas, así como las tendencias en su ocurrencia.

A fin de lograr una aproximación a lo que podría ser una priorización de unidades territoriales según niveles de peligro, se ha realizado una calificación de los peligros más significativos y de los peligros múltiples que amenazan cada provincia, valoración que se ha realizado tomando en consideración la información cartográfica que instituciones como INGEMMET, SENAMHI, INRENA y CONAM proporcionaron directamente a la CMRRD y la contenida en el Atlas de Peligros Naturales editada por INDECI.

El presente volumen finaliza con una revisión de las principales conclusiones generadas en cada uno de los aspectos que han formado parte del análisis; y como anexos, se incorpora una síntesis de los peligros naturales identificados en el estudio de riesgos geológicos realizado por INGEMMET en las franjas 1 y 2, se presenta también la matriz de calificación de peligros utilizada en la valoración de los peligros efectuada a nivel provincial, así como el conjunto de la cartografía producida en el estudio.

I. Premisas Conceptuales

Las premisas conceptuales han constituido el punto de partida para entender la naturaleza de los riesgos en el país, de su configuración, de los factores que lo constituyen y las causas que determinan estos factores; han permitido con ello, orientar el análisis contenido en el diagnóstico base para la Estrategia Nacional de Reducción de Riesgos para el Desarrollo.

El Riesgo y sus factores constitutivos

El concepto de *riesgo alude a una situación probable*, resultante de una compleja interacción entre un fenómeno potencialmente destructivo (peligro) y condiciones de vulnerabilidad dentro de las comunidades y entornos en los que puede impactar el fenómeno. Para ejemplificar mejor este concepto, se suele expresar que el riesgo es producto de dos factores, el peligro físico y las vulnerabilidades humanas; con lo cual ambos factores que coinciden en un tiempo y espacio dados en torno a grupos sociales concretos, se constituyen en condicionantes para que se configure el riesgo.

El *riesgo* puede también expresarse como la *probabilidad de pérdidas y daños en el futuro* (en la vida, salud, equipamiento, infraestructura, actividades económicas, sociales y medioambiente) debidas a un peligro particular y considerando la capacidad de resistencia y recuperación que existe en el escenario del riesgo.

El riesgo es un concepto totalmente dinámico, al igual que sus componentes, el peligro y la vulnerabilidad, pues así como se crea, incrementa, acumula o modifica, también se previene, transforma y minimiza. El riesgo antecede al desastre y lo anuncia, por ello la relación entre riesgo y desastre queda clarificada en la expresión que alude a que los riesgos no manejados, derivan después en la ocurrencia de desastres, donde el evento físico sirve de detonador, pero no es la causa única que le da origen.

No hay Peligro sin Vulnerabilidad

El riesgo no es sinónimo de peligro, como tampoco éste último es igual a fenómeno natural con potencial destructivo. Un terremoto, huayco, inundación o cualquier otro evento con capacidad destructiva, no constituye un peligro en sí mismo. Un ejemplo típico es, la probabilidad de ocurrencia de un terremoto en un sector del país donde no existen poblaciones ni infraestructura; en este caso dicha probabilidad no constituirá un peligro en sí, al no existir simultáneamente elementos expuestos ni situaciones de vulnerabilidad¹, como podría darse de existir concentración de personas, bienes o servicios afectables. Por ello, para que haya peligro tiene que existir simultáneamente vulnerabilidad y viceversa, se configura una situación de vulnerabilidad en la medida en que haya un peligro latente.

Cómo entender a los Peligros

Como la probabilidad de ocurrencia en un tiempo y lugar de fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos, que por razones del lugar en que ocurren, su severidad y frecuencia, pueden afectar adversamente a los seres humanos, a sus estructuras o actividades. Pueden constituirse en peligros, *los terremotos, las erupciones volcánicas, las inundaciones, los deslizamientos, los huaycos, los aludes, las sequías, los maremotos, las tempestades, entre otros.*

¹ Las condiciones de vulnerabilidad no sólo se expresan en la existencia de elementos expuestos a los peligros sino también en la sensibilidad al daño o la capacidad de resiliencia que tengan los elementos expuestos, lo que está influenciado por factores económicos, sociales, políticos, culturales e institucionales que configuran una vulnerabilidad global y que junto con un peligro específico producen un escenario de riesgo.

La actividad humana influenciando en los peligros naturales

De los fenómenos que hemos enumerado, sólo los terremotos, las erupciones volcánicas, los maremotos y tempestades, son estrictamente naturales, vale decir que no están influenciados de manera alguna por la actividad humana, pues son resultado de la dinámica terrestre. Las inundaciones, los deslizamientos, los flujos de lodo, están muchas veces influenciados por la acción que el hombre realiza en el entorno, por ejemplo, la deforestación o ciertas prácticas de explotación forestal, pueden reducir la capacidad de absorción de agua en una zona y aumentar la escorrentía, causando inundaciones, en estos casos estos peligros dejan de ser naturales para admitir un claro origen antrópico. Con lo cual, la intervención humana puede entonces aumentar la frecuencia y severidad de algunos peligros *naturales*, puede también generar nuevos peligros donde no existían antes o reducir también el efecto de mitigación que tienen los ecosistemas naturales.

Peligros múltiples y encadenamiento de peligros

Una misma localidad puede verse enfrentada a diversas y distintas amenazas, independientes entre sí. Sin embargo en muchos casos una amenaza al producirse puede desencadenar la ocurrencia de otras, por ejemplo, un terremoto como parte del conjunto de daños, puede causar el colapso de una represa de agua, y con ello desencadenar un desborde violento de las aguas e inundación, ese mismo terremoto en una zona donde exista concentración de sustancias volátiles o inflamables puede causar explosión e incendios. Podemos hablar en estos casos de amenazas compuestas o también múltiples que se desarrollan muchas veces simulando un desencadenamiento en cascada.

En 1970 el terremoto de Ancash causó el desprendimiento de grandes masas de hielo del nevado Huascarán, originándose un alud que sepultó la ciudad de Yungay. En febrero de 1998, un aluvión originado en el nevado Salcantay represó el río Vilcanota en la zona de Macchu Picchu, el desborde violento e inundación que se produjo causó la destrucción de la hidroeléctrica del mismo nombre y la desaparición total del poblado de Santa Teresa, que antes en el mes de enero había sido ya arrasada parcialmente por un huayco. También en enero de 1998 en la ciudad de Ica, lluvias intensas en las partes altas del valle que se extendieron luego hasta la ciudad, produjeron la crecida del río Ica; en la tarde del mismo día huaycos de gran magnitud se precipitaron simultáneamente por las quebradas de Trapiche, San José de los Molinos y Cansas, sus flujos y sedimentos después de causar destrucción a su paso, se depositaron finalmente en el cauce del río, incrementando extraordinariamente su caudal (aprox. 600 m³/seg.), que hizo desbordar sus aguas y causar la severa inundación de esa ciudad. Fue este un evento múltiple en el que se combinaron diversos factores.

Los Peligros de gran escala y largos periodos de retorno frente a los Peligros de menor escala, focalizados y muy recurrentes

El concepto de riesgo de desastre muchas veces suele asociarse con la probabilidad de afectación ocasionada por eventos mayores, que causan muchos muertos y heridos e impactos territoriales o económicos también grandes. Sin embargo, los eventos que más recurrentemente se producen en nuestro país, son eventos de menor escala, cuyos impactos aún cuando en términos absolutos puedan ser menores comparativamente a los anteriores, causan en términos relativos, severos trastornos en el medio físico, económico y social en que se producen, y donde la recurrencia produce además efectos acumulativos importantes. Es por ello que la valoración de la significancia que dentro de una Estrategia Nacional de Reducción de Riesgos para el Desarrollo, pueda tener cada peligro y

los riesgos asociados, debe conjugar tanto una valoración absoluta como relativa de la capacidad potencial de impactos que pueden producir en el país.

Los riesgos de desastres inhiben el desarrollo y las modalidades de desarrollo crean y exacerbaban los riesgos

Se reconoce hoy en día de que los riesgos de desastres están relacionados directa o indirectamente con una serie de prácticas humanas inadecuadas, que son a su vez, representaciones de déficits en el desarrollo. No se trata sólo de que los riesgos de desastres influyen negativamente en las opciones y en el potencial de desarrollo de los países, sino de forma más importante, son las mismas modalidades de desarrollo de los países que con sus impactos diferenciados en la sociedad, explican el crecimiento de la vulnerabilidad, de las amenazas, y del riesgo. De ahí la relación íntima entre desarrollo y riesgo de desastre, donde cualquier avance en la solución del problema de los riesgos de desastres pasa necesariamente por un proceso en que el riesgo sea sujeto de consideración en los esquemas de planificación del desarrollo².

² Allan Lavell en Sustentos Teórico-Conceptuales sobre el Riesgo y la GLR en el marco del Desarrollo

II. Los Peligros Naturales en el Perú

1. Características Geográficas del Perú

El Perú con una superficie de 1'285,216 km², se ubica en el sector occidental del continente Sudamericano, al sur de la línea ecuatorial. Por su latitud, debería corresponderle al país un clima de trópico, cálido y lluvioso con gran vegetación, sin embargo, existen dos factores naturales que determinan que esto no sea así y que la franja occidental del litoral del Pacífico sea un desierto con clima templado y sin lluvias todo el año. Estos factores son la Cordillera de los Andes y la Corriente Marina de aguas frías denominada Humboldt.

El relieve del territorio es uno de los factores determinantes del clima. En el Perú, la Cordillera de Los Andes que atraviesa el país longitudinalmente y lo segmenta en tres franjas, la Costa desértica localizada al occidente de los Andes, la Sierra, territorio por donde corre esta cadena montañosa y la Selva, al lado oriental; actúa como una gran barrera que impide que las masas de aire húmedo provenientes del atlántico lleguen hasta la costa peruana, y es la causa por la que, la mayor parte de las precipitaciones se dan en la vertiente oriental de Los Andes, mientras que en el lado occidental, son muy escasas. En la zona norte del país, la menor altura de la cordillera permite el transvase de nubes para producir precipitaciones.

La Corriente marina de Humboldt, de aguas frías, influye también en el clima de la costa peruana. Esta corriente que recorre de sur a norte el Océano Pacífico, muy cercana al litoral, genera que la temperatura del mar sea fría, limitando la evaporación, condensación y producción de precipitaciones en la costa, enfría además la temperatura atmosférica de la costa. Sin embargo las aguas frías favorecen la producción de plancton y explican la gran riqueza ictiológica del mar peruano.

En el país, la geografía es una gran condicionante del desarrollo, su accidentada topografía hace que la extensión cultivable sea reducida, que sean difíciles las comunicaciones viales, condicionando la localización de los asentamientos humanos a zonas específicas. La geografía del país, ofrece a su vez muchas potencialidades por la diversidad de recursos naturales.

Estos factores hacen que en el Perú exista una gran variedad climática, fisiográfica y biológica. El país posee 28 de los 32 tipos de clima que existen en el mundo y 84 de las 103 zonas de vida del planeta.



2. Regiones Naturales y Ambientes Fisiográficos y Climatológicos en los que se desarrollan los Peligros en el Perú³

Como señalamos antes, desde el punto de vista climático y geográfico se distinguen en el Perú 3 grandes regiones naturales: Costa, Sierra y Selva. Mientras la costa es una delgada franja territorial de relieve predominantemente plano y escasa precipitación (50 mm), árida y desértica, la sierra por el contrario, tiene un relieve sumamente accidentado, un clima seco, frígido, con lluvias estacionales fuertes (100 a 1000 mm). En contraste con las anteriores, la selva es una zona húmeda y cálida, de grandes precipitaciones durante todo el año (3,000 a 5,000 mm).

A. La Costa: Es una franja árida de 2,300 Km. de largo, por 60 Km. de ancho como promedio, con un área de 140,300 km², comprendida desde el sector más inmediato al Océano Pacífico hasta los 1,000 msnm. Tiene una topografía variada donde se alternan colinas, llanuras y pampas producto de rellenos aluviales, valles y terrazas de origen marino y aluvial, muchas de ellas recubiertas por carpas de arena. Existen además desiertos arenosos que se extienden desde Sechura en el norte hasta Tacna en el sur.

En la Costa, el clima es de tipo subtropical árido, la temperatura en verano fluctúa entre 19 a 26 grados centígrados y durante el invierno varía entre 13 y 20 grados centígrados, con escasa precipitación (promedios anuales inferiores a los 150 mm en la faja central y sur entre Chimbote y Tacna, y alrededor de 400 mm anuales en el extremo norte en Tumbes), presentando extensas áreas donde no llueve en ninguna época del año. Con frecuencia se produce una densa neblina provocada por la corriente de Humboldt y empujada por la brisa marina unos 20 km tierra adentro, que origina garúas que pueden ocurrir en cualquier época del año.

De la Cordillera de los Andes descienden hacia el Océano Pacífico, 53 ríos que cruzan la costa de país formando valles a modo de oasis, que se intercalan a lo largo de la franja desértica. Ríos que tienen un régimen de escurrimiento sumamente irregular y deficitario, pues traen agua durante 3 a 5 meses, permaneciendo en su mayoría secos durante 7 a 9 meses.

Cerca de 14.7 millones de personas habitan la costa, que representan el 55% de la población nacional, concentrados en ciudades y centros poblados ubicados próximos a los valles. La capital del país, Lima, ubicada en la costa central, sobre los conos aluviales de las cuencas de los ríos Chillón, Rímac y Lurín, alberga a cerca de 8 millones de personas.

En esta región están ubicados los centros poblados más importantes del país, muchos de ellos amenazados por riesgos geológicos de inundaciones y de erosión fluvial.

B. La Sierra: Es una franja de unos 200 Km. de ancho como promedio, más amplia en el sur que en el norte. Se extiende desde el término de la franja costera hasta el llano amazónico, con un área de 335,000 Km². Su altitud va desde los 1,000 hasta 6,800 metros sobre el nivel del mar. Los Andes dominan esta región natural, con numerosos glaciares con nieve permanente a partir de 4,500 msnm.

○ ³ Este texto ha tomado como referencia, la Memoria Descriptiva del Album de Mapas de Zonificación de Riesgos Fisiográficos y Climatológicos del Perú, elaborado por INGEMMET y el Diagnóstico de Peligros elaborado por el Centro de Estudios y Prevención de Desastres PREDES para Oxfam Internacional.

El clima en la sierra y zona andina es variado. Las vertientes bajas tienen temperaturas moderadas y los valles profundos son cálidos. La temperatura en los centros poblados fluctúa en invierno desde 1°C en la noche hasta 22°C en el día. Durante los meses de setiembre a diciembre la temperatura puede ser más benigna, fluctuando entre 6°C en la noche y 25 °C en el día. En la zona glaciaria la temperatura desciende hasta los - 25°C.

Las lluvias se producen fundamentalmente durante los meses de diciembre a marzo y tienen una media anual de 300 mm en la zona sur y 900 mm en la zona norte; encima de los 3500 msnm ocurren en forma de nieve y granizo. Las cumbres nevadas sobre los 4500 msnm, presentan un clima glacial.

Todos los ríos interandinos confluyen en dirección a la Selva, con excepción del río Santa que va hacia el Pacífico. En el sur andino existe la Cuenca del Lago Titicaca, formada por 7 ríos que discurren hacia el lago del mismo nombre, ubicado a 4,000 msnm, en la frontera con Bolivia.

En la Sierra habitan cerca de 7.3 millones de personas en ciudades y pueblos menores. Sólo una ciudad cuenta con 600 mil habitantes, 5 ciudades tienen más de 100 mil habitantes y otras 5 tienen más de 30 mil. El resto está constituida por ciudades pequeñas o pequeños pueblos rurales dispersos.

Al interior de la Sierra se pueden distinguir diferentes ambientes fisiográficos, como son; la vertiente occidental andina (1000-4000 msnm), los valles interandinos, las altiplanicies (4000-5000 msnm), la región de los glaciares (5000-6768 msnm) y la vertiente oriental andina (4000-4800 msnm).

La Vertiente Occidental Andina (1000 - 4000 msnm), es conocida también como Vertiente del Pacífico, tiene como rasgo predominante su aridez, con excepción del sector más septentrional en Tumbes y el Norte de Piura. Se caracteriza por tener condiciones de tipo desértico; profundamente desecada, con gran número de cuencas torrenciales y con una densa red secundaria. Estas cuencas torrenciales se prolongan a veces hasta pisos altos de la Cordillera Andina, llegando a alcanzar, en el caso de los más extensos, los bordes de la alta meseta andina. El levantamiento andino y la fuerte y acelerada erosión de los ríos han originado importantes cañones que se aprecian en las Vertientes Occidental y Oriental.

A partir de los 2,000 msnm, la presencia de intensas lluvias estacionales, ocasionan con gran frecuencia fenómenos torrenciales de singular violencia. En las Vertientes Andinas consideradas entre los 3,000 msnm y el borde de las altas mesetas andinas que generalmente se encuentran a altitudes de 4,000 msnm, un rasgo morfológico importante y característico lo constituye la presencia de formas glaciares; valle glaciario; depósitos de morrenas, formas aborregadas, circos glaciares, etc. Los fenómenos periglaciares y materiales de origen glaciario, favorecen también la formación de huaycos.

Valles Interandinos (2500 - 4,800 msnm), comprende los valles y quebradas tributarias nacidas generalmente en la divisoria de aguas, así también los cañones y es el área más extensa. Valles con laderas de pendientes pronunciadas entre 30° a 65°. Valles glaciares, amplios y estrechos, con centros poblados asentados en su mayoría sobre terrazas fluvio-aluviales, expuestos constantemente a la erosión fluvial y lateral muy marcada, además del desprendimiento de rocas, inundaciones y huaycos.

La erosión fluvial lineal muy marcada en algunos ríos, ha generado valles en cañón que en sección transversal muestran laderas escarpadas casi verticales y con ancho en el fondo del cañón igual al lecho del río. Además de los factores y agentes erosivos, un factor importante en la configuración y

evolución de estos valles y quebradas, ha sido la acción tectónica que se manifiesta a través de grandes fallas regionales, longitudinales y transversales, de tipo normal e inverso.

Las Altiplanicies (4,000 - 5,000 msnm), que son zonas de alta meseta, con superficies ligeramente onduladas y que en conjunto presentan una topografía más o menos horizontal, conocida como punas. En estas zonas se aprecian lagos y lagunas de origen y magnitud diferente a los que existen en las mesetas andinas.

Predominan las temperaturas gélidas y las precipitaciones sólidas alternadas con lluvias. *En este ambiente, la delgada capa de hielo que se forma durante las noches, así como la nieve que se deposita, se funden con los primeros rayos solares, originando fenómenos morfológicos importantes.*

Región de los Glaciares (5,000 - 6,768 msnm), constituida por las altas cumbres andinas, con vertientes muy empinadas por encima de los 5,000 msnm. Es la zona de nieves eternas y hielo, de temperaturas negativas a lo largo de todo el año y de precipitaciones sólidas.

Un elemento significativo en esta zona, es la existencia de lagunas glaciares que en la mayoría de los casos representan graves peligros para las poblaciones asentadas en el eventual curso de un alud, o avalanchas, peligro que puede ser potenciado por el proceso de desglaciación o retroceso de glaciares que se viene produciendo en ésta región, como producto del calentamiento atmosférico.

Vertiente Oriental Andina (4,000 - 4,800 msnm), esta región tiene un relieve diverso, escarpado en unos casos, ondulado y a veces plano en el fondo de los estrechos valles interandinos que forman los principales afluentes primarios o secundarios del río Amazonas. Los rasgos morfológicos más remarcables son los contrafuertes andinos que pueden sobrepasar los 2,000 m de altitud, separados entre sí por valles de poco ancho y gran longitud que a veces forman gargantas que se denominan "pongos" cuando el cañón originado por el río alcanza grandes proporciones. En épocas de crecientes de los ríos son muy frecuente las inundaciones.

C. La Selva: Es la zona más extensa del país, tiene un área de alrededor de 809,700 kilómetros cuadrados, esto es el 63% del territorio nacional. Se distingue la Selva Alta comprendida entre los 500 y los 1200 m de altura y la Selva Baja por debajo de los 500 m. Esta última, la llanura amazónica se inicia al finalizar los últimos contrafuertes andinos y su límite con la Selva Alta, su relieve está compuesto de 3 grandes secciones; los Filos, que es la zona comprendida entre los 400 a 300 msnm, tiene altas precipitaciones y muestra mucha erosión; los Altos: comprendida entre los 300 a 200 msnm, es un área de llanos no inundables, y la Región más baja inundable, comprendida entre 200 a 80 msnm.

Cubierta de una densa vegetación, su clima es cálido y húmedo, con lluvias abundantes. En esta región llueve durante 7 a 8 meses al año, pero se acentúa durante los primeros cuatro meses (máximos en marzo). Los promedios anuales fluctúan entre los 3,000 y 4,000 mm. La temperatura promedio máxima llega hasta los 38°C y la mínima baja promedio es de 15°C.

La región está muy poco poblada. Se estima que habitan allí 4.8 millones de personas, que equivale al 18% de la población nacional.

Características Hidrológicas

Existen en el país, 106 cuencas hidrográficas, agrupadas en tres vertientes principales; la del Pacífico, la del Atlántico y la del Lago Titicaca (ver mapa N° 1). Los ríos del país tienen irregularidad en sus

caudales, con 3 a 5 meses de avenidas (Diciembre a Mayo) y un prolongado estiaje de 7 a 9 meses (Mayo a Diciembre).

En la vertiente del pacífico drenan 53 cuencas de ríos, que tienen origen principalmente en los deshielos de la cordillera de los andes y en las precipitaciones estacionales que se producen en sus cuencas altas; son ríos de corto recorrido, de caudal variable, régimen torrencioso y con máximas avenidas en el verano (60-70% de la masa anual). Los ríos de mayor caudal medio anual son: río Santa (158.20 m³/s), Tumbes (96.10 m³/s), Chira (117.20 m³/s), Camaná – Majes (90.1 m³/s) y Ocoña (85 m³/s), que sin embargo son caudales inferiores a los ríos de la vertiente atlántica.

En la vertiente atlántica, drenan 44 cuencas de ríos, el principal río colector es el Amazonas que recibe un aporte medio anual de 63,379.50 m³/s proveniente de los ríos Yurúa, Purus y Madre de Dios. Otros ríos importantes son el Huallaga con 3,796 m³/s, el Ucayali con 13,375.2 m³/s y el Marañón con 15,436.2 m³/s.

En la cuenca del Titicaca confluyen 9 ríos que aportan un caudal equivalente a 21.9 m³/s: Los principales son el río Ramis y el río llave con 88.2 y 40.1 m³/s respectivamente.

MAPA N° 1



3. Análisis de los Peligros Naturales más significativos en el Perú

En el marco de los ambientes geográficos, fisiográficos y climatológicos descritos anteriormente, en el país se producen diversos fenómenos naturales con también distinta potencialidad destructiva y nivel de recurrencia, estos son; terremotos, maremotos, inundaciones, huaycos, deslizamientos, aluviones, aludes, sequías, heladas, friajes, incendios forestales, erupciones volcánicas⁴, entre otros. Estos ambientes y fenómenos definen el escenario actual de los peligros naturales en el país, escenario que probablemente se exacerbe en el futuro con los impactos que el fenómeno de calentamiento global genere en el país, particularmente en determinados sistemas geográficos, ecológicos y ambientales, como el de los glaciares, cuyo volumen se encuentra en disminución en un 98% de los casos.

Según los expertos a lo largo del siglo XXI, la temperatura ambiental del planeta sufrirá una elevación entre 1,4°C a 5,8°C y el nivel de los océanos aumentará entre 9 a 88 cm. El impacto que esto tendrá en los diferentes ecosistemas del país, es un asunto cuya evaluación recién se inicia⁵; sin embargo es previsible un incremento e intensificación de las inundaciones y sequías⁶ que afectan a ciertas regiones del país, así como también el incremento del peligro de aludes y aluviones y en general de los peligros hidrogeológicos⁷ e hidrológicos⁸.

Para analizar y valorar el potencial de impacto que tiene cada uno de los peligros en el país, efectuaremos una revisión de los eventos más significativos, los terremotos, las inundaciones, los huaycos y deslizamientos, los aluviones y aludes, las sequías, las heladas, los peligros volcánicos y los peligros asociados al Fenómeno El Niño, analizando su ubicación, severidad, probabilidad de ocurrencia y grados de sensibilidad en el territorio.



⁴ Estas últimas no se han producido en forma severa desde hace más de 400 años, sin embargo representan un peligro latente en el sur del país, donde existen 12 volcanes localizados entre los departamentos de Tacna, Moquegua, Arequipa y Ayacucho.

⁵ A través del proyecto PROCLIM, coordinado por CONAM.

⁶ Por disminución de las reservas de agua en las zonas áridas

⁷ En los que también se encuentran los huaycos y deslizamientos.

⁸ Memoria descriptiva del Album de Mapas de Zonificación de Riesgos Fisiográficos y Climatológicos del Perú, elaborado por INGEMMET

Peligro Sísmico

El Perú está ubicado en una de las regiones de más alta sismicidad en el mundo, al borde del encuentro de dos placas tectónicas, la placa sudamericana y la placa de Nazca, que interactúan entre sí, produciéndose un proceso de subducción, en el cual la última penetra por debajo de la primera, generando una zona de contacto a lo largo del litoral de la costa peruana, donde se produce una acción de presión y ruptura, que es la causa de la mayor parte de los macrosismos en la parte occidental del territorio. Esta actividad libera cerca del 90% del total de la energía sísmica anual, es más frecuente y puede ocasionar sismos de gran magnitud.

Además de esa sismicidad asociada al proceso de subducción de la placa de Nazca debajo de la Placa Continental; existe otra sismicidad producida por deformaciones y está asociada a los fallamientos tectónicos activos existentes en el Perú. Estos sismos locales y regionales que se dan dentro del territorio y tienen como causa a las fallas geológicas locales, tienen una menor frecuencia y magnitudes moderadas, pero por producirse muy cerca de la superficie, tienen un gran poder destructor.

Toda la franja costera y litoral del Océano Pacífico es territorio de sismos, por lo cual las ciudades y pueblos de la Costa y quienes habitan en los contrafuertes de la cordillera occidental sienten los mayores impactos. Algunos lugares de la costa han soportado sismos de mayor magnitud, entre ellos se encuentra, la costa central y sur del país.

A fin de aproximarnos a una caracterización del nivel de peligro sísmico en el país, efectuaremos una revisión de algunos indicadores relacionados con la sismicidad, las intensidades, las aceleraciones sísmicas, los fenómenos de licuación de suelos y deslizamientos asociados a sismos, las características neotectónicas que influyen en la actividad y la probabilidad de ocurrencia de estos peligros, a través de información producida por el IGP, CISMID y CERESIS.

La Sismicidad del Perú⁹

El término sismicidad describe la calidad o característica sísmica de una zona y se expresa en el número de sismos por unidad de área o volumen y por unidad de tiempo, el modo de ocurrencia y sus efectos en la superficie. La actividad sísmica en el borde occidental del continente sudamericano se produce desde la superficie terrestre hasta los 700 Km de profundidad aproximadamente y en extensión desde la fosa marina hasta cerca de las fronteras del Perú con Bolivia, Brasil y Colombia.

El Instituto Geofísico del Perú hace distinción de la sismicidad según la profundidad en la que se produce el foco sísmico, así tenemos: sismicidad superficial, que es la que se desarrolla entre los 0-32 km; sismicidad intermedia superficial, que es la que se registra entre los 33-70 km; sismicidad intermedia, entre los 71-150 km; sismicidad intermedia profunda, entre los 151-300 km, sismicidad mesoprofunda, entre los 301-540 km y finalmente sismicidad profunda, entre los 541-667 km (cuadro N° 1).

Las características que tiene esta sismicidad en el país, ha sido estudiada por el IGP tomando en cuenta una base de datos que registra 18,481 sismos desde Enero 1900 a Junio 2001. La mayor parte de esa actividad sísmica se produjo en el mar, paralelo a la costa, además de sismos en el continente, superficiales e intermedios, relacionados a las fallas geológicas regionales y locales que existen.

⁹ Este texto ha sido producido en base a la Memoria de los Mapas de Sismicidad en el Perú, elaborada por el Dr. Leonidas Ocola del IGP, para el Atlas de Peligros Naturales del Perú.

Cuadro N° 1
Características Generales de la Sismicidad del Perú
(sobre la base de datos de sismos producidos desde Enero 1900 a Junio 2001)

Sismicidad	Rango profundidad km	% Eventos	% Eventos Mag. < 5mb	% Eventos Mag. ≥ 5 y < 6mb	% Eventos Mag. ≥ 6 mb	% Energía Erg	Máx. Mag. mb	Ambiente Sísmico
Superficial	00-32	29.5	29.98	19.93	18.08	9.66	6.4	Colisión y reajuste
Intermedia Superficial	33-70	43.05	43.3	38.24	37.35	40.93	6.7	Reajuste y subducción
Intermedia	71-150	18.16	17.63	29.46	20.48	12.38	6.4	Subducción
Intermedia Profunda	151-300	8.93	8.95	8.66	8.43	4.15	6.3	Subducción
Meso Profunda	301-540	0.05	0.04	0.12	0.00	0.04	5.7	Subducción
Profunda	541-667	0.31	0.10	3.59	15.66	32.84	6.7	Subducción

Fuente: Mapa de Sismicidad del Perú, IGP en Atlas de Peligros INDECI

Las características que tiene la sismicidad en cada una de las capas antes mencionadas, son las siguientes:

La Sismicidad superficial en el Perú (0-32 km profundidad)

Los sismos superficiales en el país se producen como resultado del proceso de colisión-subducción de la placa de Nazca y la placa Sudamericana y también como resultado del proceso de reajuste cortical en el continente, producto de esfuerzos tectónicos en las capas superficiales de la corteza terrestre. Los sismos superficiales de magnitudes moderadas o mayores tienen capacidad para causar fallas geológicas con desplazamientos de terrenos a lo largo de éstas fracturas, lo que revela su peligrosidad. Igualmente pueden registrar altas aceleraciones que pueden exceder la aceleración de la gravedad como fue el caso del sismo producido en la falla de Huaytapallana en Huancayo. Los sismos de este tipo se constituyen en los más destructivos para la población, las edificaciones, los sistemas vitales y en general toda la infraestructura.

Mientras los sismos superficiales de gran magnitud producidos por el reajuste cortical (fallas), tienen una recurrencia de mil años, los sismos superficiales de igual magnitud producidos por el proceso de subducción (interacción de placas), tienen una recurrencia de centenas de años¹⁰.

Distribución espacial de la sismicidad superficial producto del proceso de subducción

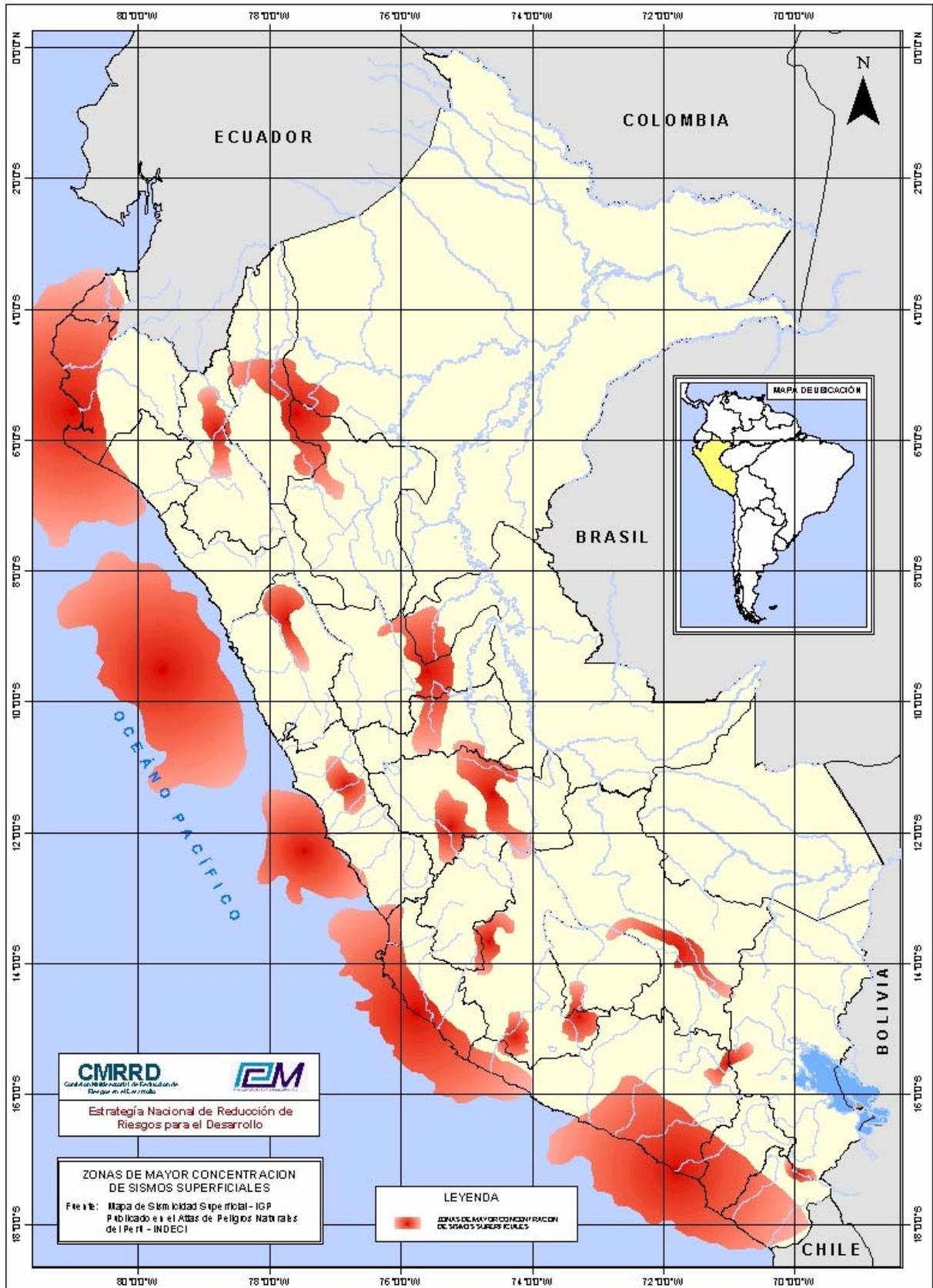
En el norte (Piura y Tumbes) la actividad sísmica superficial se produce entre el océano y el continente; desde Chiclayo hasta Lima, la actividad sísmica superficial producto de la colisión-subducción se desarrolla por debajo del fondo marino, mientras que desde Lima hasta Chala, la actividad sísmica nuevamente se pega a la costa, especialmente en el departamento de Ica (ver mapa N° 2).

Distribución espacial de los sistemas de fallas activas en el país

En Piura se tiene la falla de Huaypirá, bajo cuya influencia se encuentran el valle del Chira y la represa de Poechos, igualmente la falla activa Trik Trak, cerca de la cual se encuentran Bayóvar y la zona terminal del oleoducto nor peruano, donde un número significativo de sismos han tenido como epicentro esta zona.

¹⁰ Dr. Leonidas Ocola, marzo de 2002.

MAPA N° 2



Entre Pisco y Chala existe un sistema de fallas paralelo a la costa que afecta a las ciudades de Ica, Nasca, y otras localidades. En las costas de los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna hay un sistema de fallas activas que representan un peligro potencial para las localidades de Mollendo, Punta de Bombón e Ilo.

Las fallas de Incapuquio-Chuquibamba-Pampacolca, que van desde Caraveli hasta la frontera con Chile, son sistemas sísmicamente activos, que representan peligro para las ciudades de Tacna, Moquegua, Arequipa, Chuquibamba entre otras: Cerca de la ciudad de Arequipa existe además la falla de Huanca, que incrementa el peligro para esta ciudad.

Al este de Lima, se encuentran las fallas de Santa Rosa de Quives, Canta y Yuracmayo que registran sismicidad reciente, cerca de ésta última se encuentra la represa de Yuracmayo, que almacena agua para la generación de energía eléctrica y el suministro de agua para la ciudad. La sismicidad en esta zona representa un significativo peligro para los centros poblados ubicados en áreas cercanas, así como también para la represa de Yuracmayo y la propia ciudad de Lima.

La Cordillera Blanca constituye otro sistema de fallas activas, las investigaciones realizadas por el IGP determinaron que sismos mayores de 6 mb, con desplazamientos verticales de varios metros pueden producirse en esta zona con una recurrencia del orden de 1,200 a 1,300 años. Sismicidad superficial de este tipo tiene también gran actividad en las serranías del departamento de La Libertad y el departamento de Cajamarca.

Al norte del Lago Titicaca, entre Sicuani, Urcos, Cusco, Abancay y Ayacucho, existe otro sistema de fallas históricamente muy activas, que en el Cusco pasan a sólo 10 km de la ciudad; algunos especialistas señalan indicios de la existencia de una falla que cruza la misma ciudad. La actividad sísmica de este sistema continúa por Ayacucho hacia el sistema de fallas del Huaytapallana en Huancayo, sistema que fue reactivado en 1969 al ocurrir dos sismos de magnitudes 6.9 Ms, que generaron a lo largo de 25 km de longitud, un desplazamiento vertical de 1.6 m vertical y horizontal de 0.70m, y sacudimiento del terreno que excedió la aceleración de la gravedad de la tierra. Esta actividad sísmica constituye un peligro potencial para las ciudades de Ayacucho, Huancayo y los centros poblados localizados entre estas ciudades, así como para la Central Hidroeléctrica del Mantaro.

De Satipo a Moyobamba, la sismicidad superficial también es intensa, existiendo un gap sísmico¹¹ entre Tingo María y Tarapoto. En este sistema, las ciudades de Moyobamba, Rioja, Soritor fueron afectadas en 1991 y 1992 con la ocurrencia de sismos que afectaron también la Central Hidroeléctrica del Gera (ver mapa N° 2).

Al este de Pucallpa, en la llanura amazónica, hay también una actividad sísmica superficial que puede afectar la vía transcontinental Brasil-Perú que se proyecta.

Sismicidad intermedia superficial en el Perú (33-70 km)

La capa de sismicidad intermedia superficial es la más activa, el mayor número de sismos ocurren aquí, que es donde se libera cerca del 41% de la energía sísmica. Entre los 30 a 40 km de profundidad ocurre el mayor número de sismos de todas las magnitudes y los sismos con magnitud igual o mayor que 5 mb pero menor a 6 mb y esto tiene relación con el hecho de que la

¹¹ Región tectónica donde histórica o prehistóricamente han ocurrido grandes sismos y que en las últimas decenas o centenas de años no se han producido.

trabazón de las placas de Nazca y Sudamérica se produce hasta los 40 km de profundidad, después de lo cual se inicia la subducción de la placa de Nazca con respecto a la continental, por ello también de los 40 a 70 km, hay una notoria disminución del número de sismos. *Los sismos intermedios superficiales no producen fallamiento en la superficie terrestre pero sí vibraciones violentas.*

Distribución espacial de la sismicidad intermedia superficial

Existe una zona que viene desde la frontera con Chile hasta el norte de Arequipa, con sismos que se producen en el mar y también en el continente. Hay otra franja de alta concentración sísmica que siguiendo la línea de costa se dirige desde el norte del departamento de Arequipa hasta el departamento de Lima, penetrando levemente en el continente en Arequipa, Ica y Lima. Hay otra zona que va desde Ancash hasta Chiclayo entre el litoral y el mar.

Desde Chiclayo, pasando por Chulucanas y llegando a la frontera con Ecuador, la sismicidad intermedia superficial se produce fundamentalmente por debajo del territorio continental, abarcando todo el departamento de Tumbes y gran parte del departamento de Piura.

Sismicidad Intermedia en el Perú (71-150 km de profundidad)

Los sismos de esta capa no producen fallas en la superficie, aquellos de gran magnitud producen sacudimientos violentos que pueden afectar un área extensa.

Distribución espacial de la sismicidad intermedia

Hay dos zonas de gran concentración de sismos intermedios. Una zona sur cuyo borde occidental sigue la línea de costa desde Lima hasta la frontera con Chile y cuyo borde oriental pasa cercano a la orilla norte del Lago Titicaca, sigue el límite de los departamentos de Cusco y Apurímac hasta el punto en que convergen los límites de ambos departamentos con el de Ayacucho.

Otra zona norte que va desde el norte de la ciudad de Lima, pasa por el punto limítrofe común entre los departamentos de Lima-Cerro de Pasco-Huánuco, y luego igualmente por los puntos limítrofes comunes de los departamentos de Huanuco-Ucayali-Loreto y Huanuco-Ucayali-San Martín, pasa próximo a la ciudad de Chachapoyas, hacia la cordillera del Cóndor, el valle del Genepa, hasta la frontera con Ecuador. El borde oriental de esta zona norte, desde el punto limítrofe común entre los departamentos de Cusco-Apurímac-Ayacucho, sigue por el punto limítrofe de los departamentos de Cusco-Junín-Ucayali hacia la localidad de Bolognesi sobre el río Ucayali, desde el cual sigue en dirección casi norte hasta la frontera con Brasil, al este de Pucallpa, avanzando hacia el departamento de Loreto donde intersecta el límite internacional de Perú-Brasil al este-noreste de Contamana, para continuar por la confluencia de los ríos Marañón y Huallaga siguiendo en dirección casi norte hasta la frontera con Ecuador. El ancho de la parte más activa de este segmento es alrededor de 250 km.

Sismicidad Mesoprofunda y Profunda

Los sismos mesoprofundos y profundos se producen por debajo de los territorios más orientales de los departamentos de Madre de Dios, Ucayali y Loreto y no producen daños en la superficie.

Las distintas Sismicidades integradas en el Territorio (comentarios en base al Mapa de Sismicidad del Perú, Enero 1900-Junio 2001, IGP)

En el país se puede identificar una concentración de focos sísmicos superficiales e intermedio superficiales, con predominio de los primeros, en la zona ubicada entre el mar cercano al litoral

del departamento de Ica y de parte de la provincia de Caraveli (distritos de Acarí, Yauca y Chala) y la costa próxima a dicho litoral, con sismos superficiales e intermedio superficiales que han alcanzado magnitudes de 5 mb y 6 mb, respectivamente.

Otra zona abarca el litoral del departamento de Lima y el mar próximo a este litoral, con sismos superficiales e intermedio superficiales que han alcanzado magnitud de 6 mb, predominando estos últimos.

Frente a las costas del departamento de Ancash, existe otra zona con sismos superficiales e intermedios superficiales concentrados en el mar, con claro predominio de sismos intermedios superficiales. En esta zona hay una mayor concentración de sismos de magnitud 6 mb en relación a otros enjambres.

Existen también otras zonas más pequeñas en el mar al frente de La Libertad, Lambayeque y Piura, con sismos superficiales e intermedios superficiales que han alcanzado magnitud de 6 Mb. Otra concentración de sismos superficiales e intermedio superficiales se produce en Tumbes en su zona continental.

Al interior del territorio se localizan otros dos enjambres al norte del departamento de San Martín hasta el límite con el departamento de Amazonas, con sismos superficiales, intermedio superficiales e intermedios y una historia de sismos grandes superficiales que han alcanzado los 6 mb de magnitud, que coincide con el sistema de fallas regionales existentes en la zona.

Otro enjambre longitudinal se localiza entre Huánuco, Pasco y Junín, con sismos superficiales, intermedios superficiales, intermedios e intermedio profundos, en el que predominan sismos de mediana magnitud. En la zona sur de Junín cercana a Huancavelica, se localiza otro pequeño enjambre donde se han producido sismos superficiales de gran magnitud 6 mb. Estas dos zonas están ligadas también a sistemas de fallas regionales.

En la zona sur del Perú, los focos sísmicos se distribuyen dentro de un área mayor a lo largo del mar y en el continente, son fundamentalmente intermedios superficiales. Los sismos que han alcanzado los 6 mb se han localizado dentro del continente.

Una característica de la sismicidad que se produce entre el norte de Lima y el sur de Piura, es que los sismos se producen predominantemente en el mar. De Lima y hacia el sur, los focos sísmicos se producen en el mar litoral y van penetrando en el territorio conforme se avanza hacia el sur. En el norte, a partir de Piura, los focos se pegan al continente y se adentran en el territorio. En Tumbes los sismos son más continentales.

Podemos concluir de todo lo anterior que no hay territorio alguno en el Perú que no sea afectado por los sismos. De otro lado, en el país, el número máximo de eventos sísmicos y la mayor liberación de energía ocurre a profundidades menores (entre los 0 a 70 km se producen el 72.55% de los sismos en el país, el 55.43% de los sismos de magnitud igual o mayor que 6 mb y se libera el 50.60% de la energía sísmica).

Intensidades Sísmicas en el Perú

A fin de precisar detalles de los efectos e intensidades de la actividad sísmica en el territorio, haremos una revisión de la información referida a las intensidades sísmicas según el Mapa de

Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú-CISMID, Proyecto SISRA-CERESIS.

Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas según CISMID, proyecto SISRA-CERESIS¹²

El mapa representa las intensidades máximas por medio de isosistas en la escala de Mercalli modificada, incluyendo eventos históricos de importancia ocurridos en el Perú hasta el 31 de diciembre de 2001 (ver mapa N° 3 y cuadro N° 2). Estas intensidades representan los niveles de daños producidos por los terremotos, sin distinguir si tales daños se debieron a la vibración localizada del suelo, a la licuación de suelos, a los deslizamientos desencadenados por los sismos u otros. En el mapa, las zonas con intensidades menores de IV MM, coinciden con la zona 3 de sismicidad baja de la Zonificación Sísmica del Perú de la Norma de Diseño Sismorresistente vigente¹³. La zona de intensidad V MM coincide con la zona 2 de sismicidad media, con diferencias en los departamentos de Huancavelica, Ayacucho, Cuzco y Puno, en donde el mapa indica mayor sismicidad. La zona de intensidad mayor que VI MM coincide igualmente con la zona 1 de sismicidad alta.

Cuadro N° 2
Distribución Geográfica de Máximas Intensidades sísmicas, aceleraciones de suelos y deslizamientos significativos en América del Sur

Departamento	Máxima intensidad sísmica						Licuación de suelos	Deslizamientos significativos
	VI	VII	VIII	IX	X	XI		
Amazonas	x	x	X	x				x
Ancash	x	x	X	x		L	x	x
Apurímac		x	X					x
Arequipa		x	X	x	x	L	x	x
Ayacucho	x	x	X	x			x	x
Cajamarca	x	x		L				x
Cusco	x	x	x	x			x	x
Huancavelica	x	x	x					x
Huanuco	x	x	x					x
Ica		x	x	x	L		x	x
Junín	x	x	x	x	L	L		x
La Libertad	x	x	x	X			x	
Lambayeque	x	x	x					
Lima	x	x	x	x	L	L	x	x
Loreto	x	x	x	x	x			
Madre de Dios	x	x						
Moquegua		x	x	x		L		x
Pasco	x	x	x	L			x	x
Piura		x	x	x			x	
Puno	x	x	x				x	x
San Martín	x	x	x	x	x		x	x
Tacna		x	x	x			x	
Tumbes			x	x			x	x

Leyenda

X= Valor del contorno que cubre toda o parte del área

L= Intensidad localizada observada mayor que los valores del contorno

Fuentes: Manual OEA, adaptado del Centro Regional de Sismología para América del Sur-CERESIS. Mapa de Intensidades Máximas de América del Sur

Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas CISMID en Atlas de Peligros INDECI

Intensidades Macrosísmicas, Aceleraciones sísmicas y Peligro sísmico

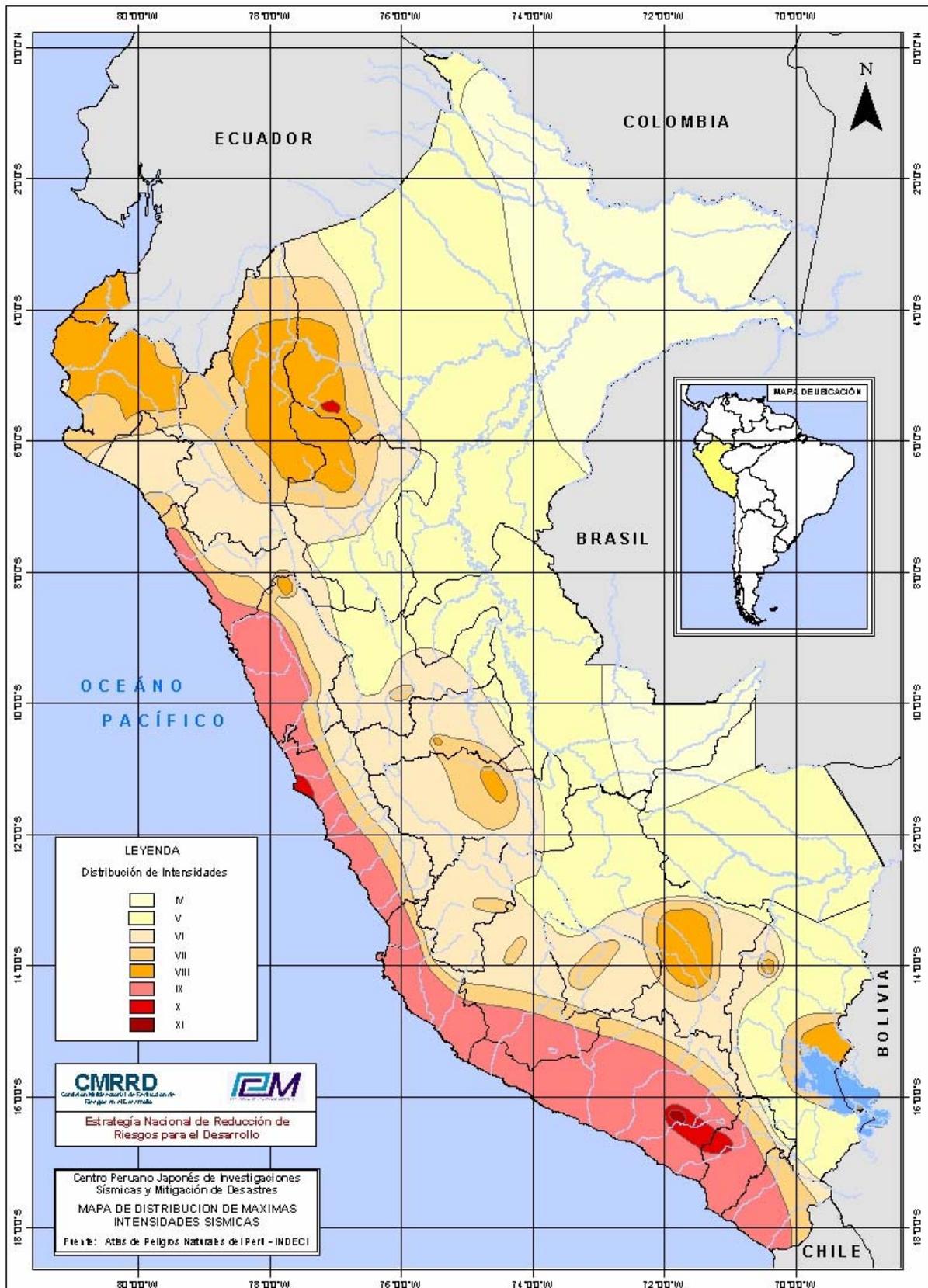
De acuerdo al Dr. Leonidas Ocola, los sismos que han producido los efectos más severos no están en la costa, sino en la sierra¹⁴; según el especialista, también la severidad de sacudimiento máximo en la costa al norte de Lima es menor que en la costa al sur de Lima, efecto que tiene relación con la velocidad de convergencia de las placas tectónicas, la lejanía de la fosa marina de los centros poblados costeros, el tiempo de recurrencia de los eventos extremos, que son mucho más largos en la costa norte que los correspondientes a la costa sur.

¹² La información proviene del CISMID y está contenida en el Atlas de Peligros

¹³ Contenida en el Reglamento Nacional de Construcciones

¹⁴ Dr. Leonidas Ocola en Atlas de Peligros Naturales.

MAPA N° 3



El IGP ha realizado una evaluación probabilística del peligro sísmico sobre la base de las intensidades macrosísmicas y de las aceleraciones sísmicas, el resultado es presentado en dos mapas; el Mapa de Peligro Sísmico en base a Intensidades Macrosísmicas (preliminar), que muestra que la severidad de sacudimiento extremo se presenta en la costa sur del país y a lo largo de la zona subandina y área andina vecina (ver mapa N° 4); y el Mapa de Peligro Sísmico en base a Aceleraciones Sísmicas, que muestra que las aceleraciones extremas ocurren en la costa, desde Chimbote hasta la frontera con Chile (ver mapa N° 5)

Deslizamientos y licuación de suelos causados por acción sísmica

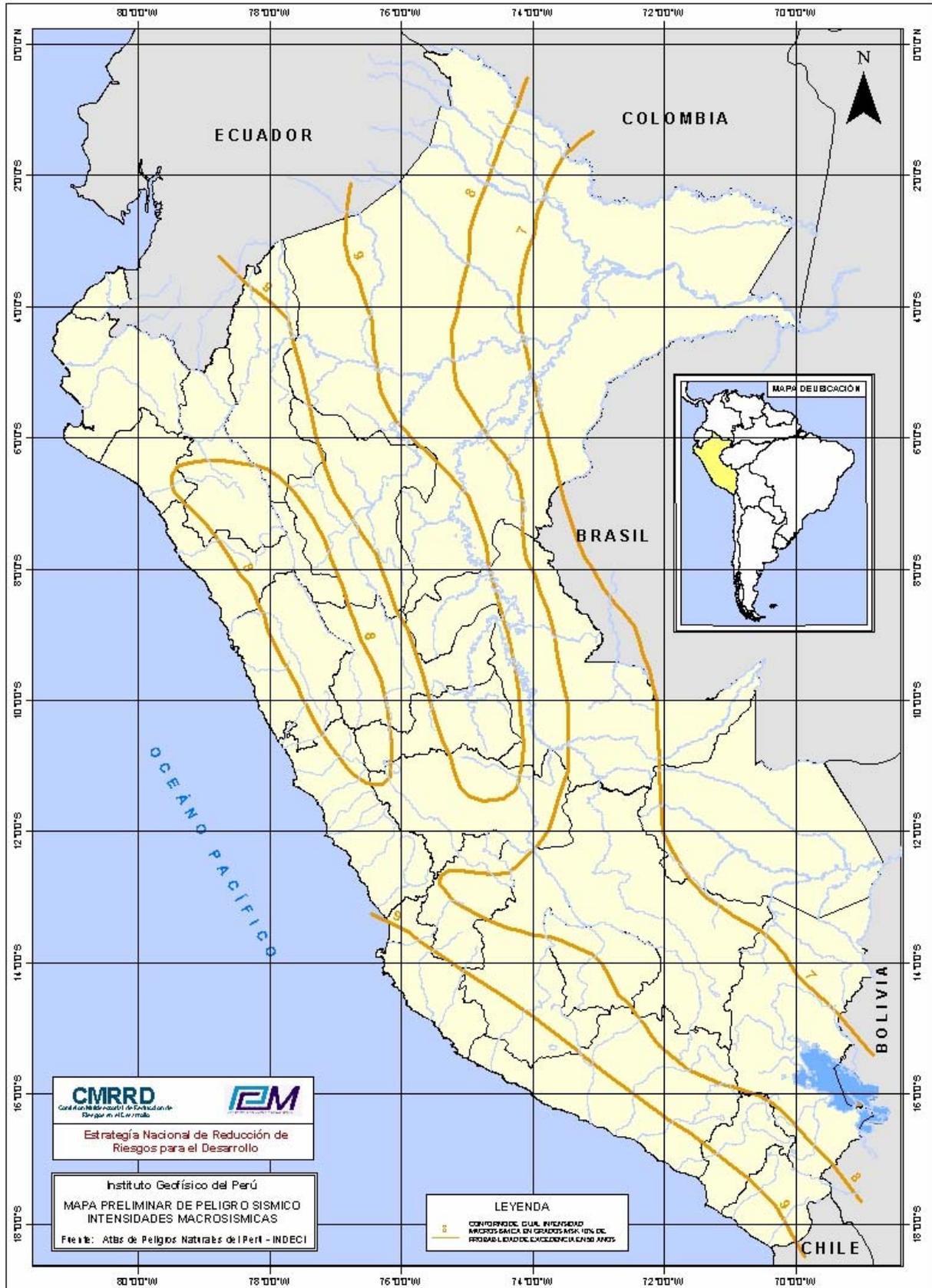
El fenómeno de licuación de suelos producto de la acción sísmica se ha producido en la costa, sierra y selva alta del Perú, sin embargo tiene mayor incidencia en la costa, donde hay mayor concentración de población y donde la sismicidad es más alta. El Mapa de Licuación de Suelos en el Perú del CISMID-SISRA-CERESIS, presenta casos de licuación de suelos debido a la acción sísmica producidos en el territorio nacional, haciendo distinción entre los casos de licuación segura y de licuación probable (ver mapa N° 6 y cuadro N° 3). El mapa sin embargo es incompleto y puede no ser totalmente representativo de dicho fenómeno.

Cuadro N° 3
Zonas donde han ocurrido fenómenos de licuación de suelos por terremoto

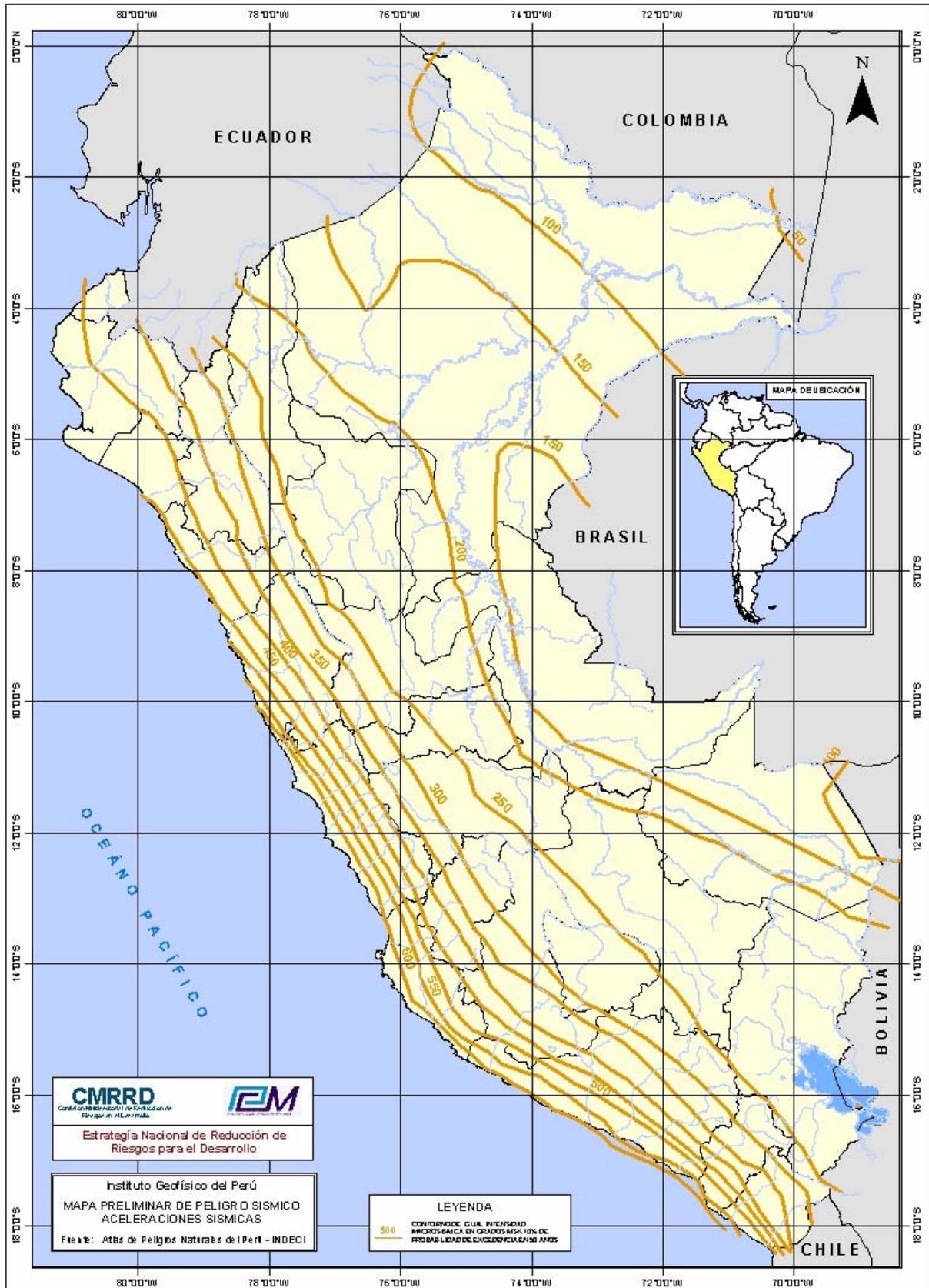
Departamento	Localidad	Año	Licuación segura	Licuación probable
Tumbes	Puerto Pizarro	1953	x	
	Bocapan	1970	x	
Piura	La Huaca	1970	x	
	Querecotillo	1970	x	
	Piura	1912,1857		x
La Libertad	Trujillo	1619	x	
	Pataz	1746		x
Ancash	Chimbote	1970	x	
	Casma	1970	x	
	Puerto Casma	1619	x	
Lima	Huacho	1966	x	
	Ancón	1974		x
	Lima	1974		x
	Cañete	1974	x	
Ica	Tambo de Mora	1974	x	
	Pisco	1716	x	
	Ica	1664,1813	x	
Ayacucho	Visecas	1746	x	
Arequipa	Camaná	1958	x	
	Islay	1982		x
	Arequipa	1528		x
Tacna	Locumba	1868	x	
	Sama	1868	x	
San Martín	Moyobamba	1968,1945	x	
	Juanjui	1972	x	
Pasco	Chorobamba	1937	x	
Cusco	Cusco	1950	x	
	Oropesa	1960		x
Puno	Ayabaca	1747		x

Fuente: Mapa de áreas de licuación de suelos CISMID en Atlas de Peligros INDECI
Elaboración: Propia

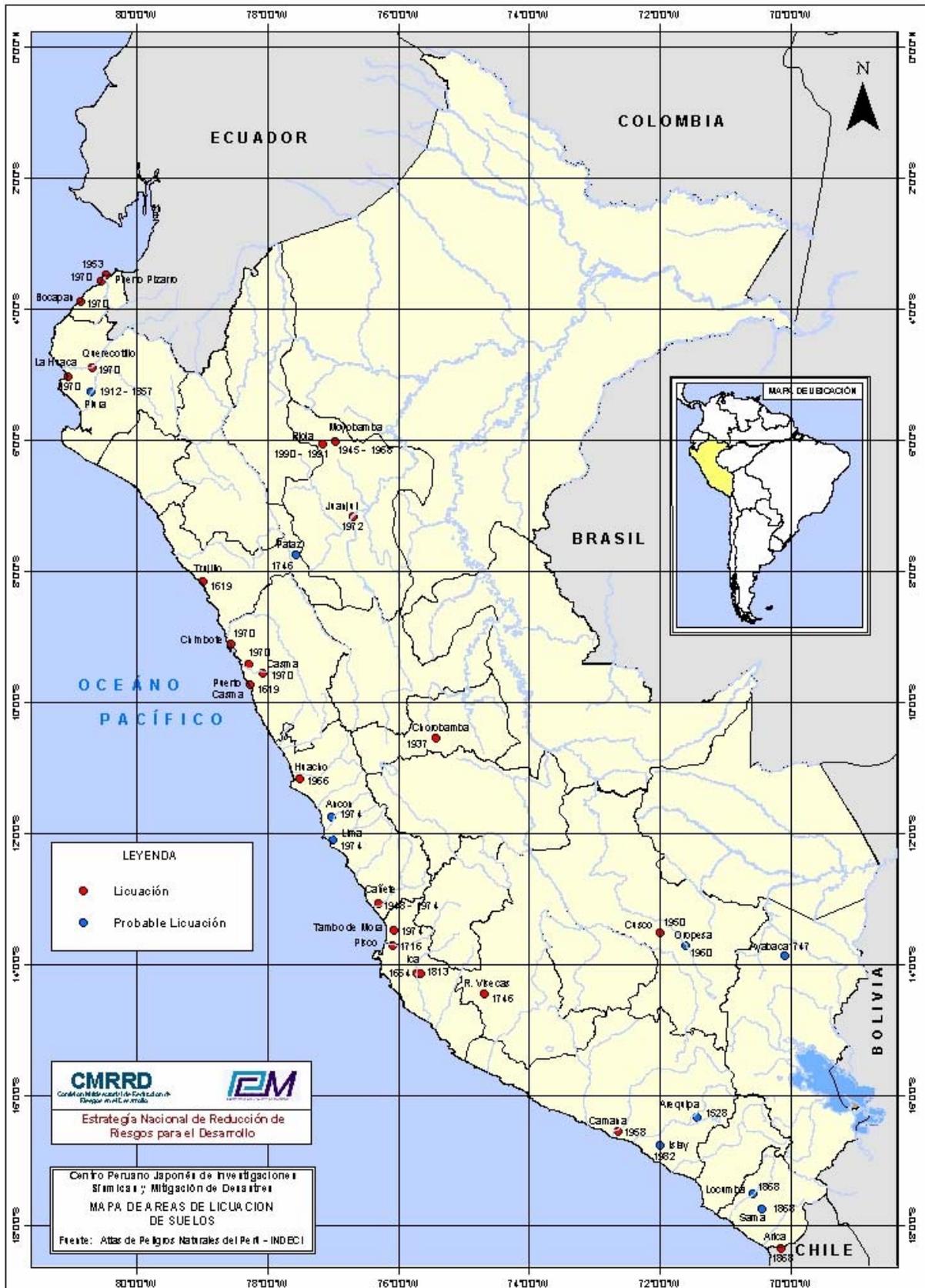
MAPA N° 4



MAPA N° 5



MAPA N° 6



El fenómeno de deslizamiento por sismos se ha producido también en la costa, sierra y selva alta del Perú, sin embargo ha tenido una mayor incidencia en estas dos últimas regiones por sus condiciones topográficas, geológicas y climáticas. El Mapa de Areas de Deslizamiento por Sismos CISMID-SISRA-CERESIS, elaborado sobre la base de literatura de sismos peruanos, presenta distinciones entre casos seguros y probables de ocurrencia (ver mapa N° 7 y cuadro N° 4); los probables están asociados a sismos históricos y sismos recientes, donde la descripción del fenómeno se encuentra muy detallada. Este mapa contó con la versión preliminar del Mapa de Deslizamientos por Terremotos del INGEMMET.

Cuadro N° 4
Zonas donde han ocurrido deslizamientos ocasionados por terremotos

Departamento	Localidad	Año	Deslizamientos seguros	Deslizamientos probables
Tumbes	Tumbes	1953	x	
Ancash	Mayas	1946	x	
	Sihuas	1971	x	
	Pelagatos	1946	x	
	Chiches	1946,1949	x	
	Yungay	1925,1970	x	
	Carhuaz	1956	x	
	Recuay	1970	x	
Lima	Sayán	1957		x
	Pasamayo	1904,1957	x	
	Miraflores	1966,1974		x
	Cañete	1949		x
Ica	Jahuay	1954		x
Arequipa	Caravelli	1913,1914,1915	x	
	Ocoña	1958		x
	Arequipa	1582,1958		x
Moquegua	Omate	1600	x	
Cajamarca	Chamaya	1928	x	
San Martín	Angaisha	1968	x	
	Saposoá	1972	x	
Pasco	Huancabamba	1937	x	
	Paucartambo	1937		x
	Chontabamba	1937	x	
Junín	Yungul	1962	x	
	Tarma	1938		x
	Satipo	1947	x	
	Pariahuanca	1969	x	
Huancavelica	Huaytará	1950		x
Ayacucho	Ticllas	1980,1981	x	
	Ocros	1916	x	
	Cangallo	1942	x	
	Lucanas	1746		x
	Puquio	1942	x	
Apurímac	Toraya	1971	x	
Cusco	Paucartambo	1650		x
	Cusco	1971		x
	Pisac	1650		x
Puno	Olaechea	1928	x	

Fuente: Mapa de áreas de deslizamientos por sismo CISMID en Atlas de Peligros INDECI
Elaboración: Propia

MAPA N° 7



Zonificación de Peligro Sísmico para fines de aplicación de la norma de diseño sismorresistente

Para efectos de aplicación de la norma técnica de diseño sismorresistente del Reglamento Nacional de Construcciones, el territorio del país está zonificado en tres zonas; *la zona 1*, para la que se establece un factor sísmico¹⁵ de 0.15g, *la zona 2*, con un factor de 0.3g y *la zona 3*, con un factor de 0.4g; en esta última zona, el factor exigido para el diseño estructural antisísmico es mayor, debido a la mayor peligrosidad sísmica que presenta. Los factores de diseño en las zonas 2 y 1, disminuyen, siendo ésta última, la de menor peligro. Los límites de cada una de estas zonas siguen los límites políticos para efectos de aplicabilidad en el diseño de las edificaciones (ver mapa N° 8 y cuadro N° 5). Esta zonificación se ha establecido en función de los periodos de recurrencia de los sismos destructores, la duración y severidad del sacudimiento sísmico del terreno, la extensión del área afectada, las aceleraciones máximas, las características espectrales de las ondas sísmicas e información neotectónica.

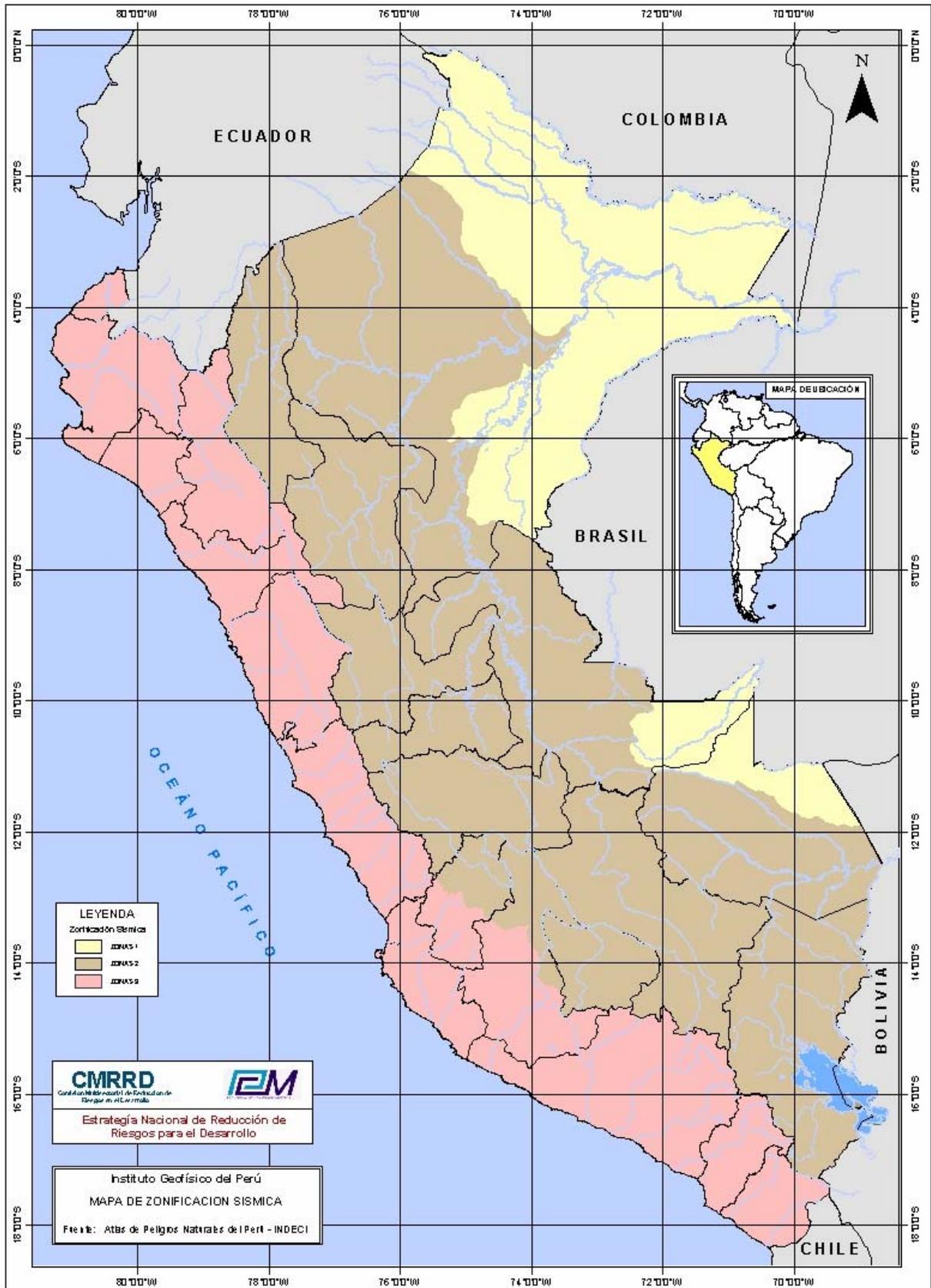
**Cuadro N° 5
Zonificación Sísmica para fines de aplicación de la norma de diseño sismorresistente**

Zona Sísmica	Departamento	Provincia	Zona Sísmica	Departamento	Provincia
Zona 1	Loreto	Ramón Castilla	Zona 2 (continúa)	Apurímac	Todas las provincias
		Maynas		Cusco	Todas las provincias
		Requena		Madre de Dios	Tambopata
	Ucayali	Purús		Manú	
	Madre de Dios	Tahuamanú		Puno	Todas las provincias
Zona 2	Loreto	Loreto	Zona 3	Tumbes	Todas las provincias
		Alto Amazonas		Piura	Todas las provincias
		Ucayali		Cajamarca	Todas las provincias
	Amazonas	Lambayeque		Todas las provincias	
	San Martín	La Libertad		Todas las provincias	
	Huánuco	Ancash		Todas las provincias	
	Ucayali	Coronel Portillo		Lima	Todas las provincias
		Atalaya		Callao	
		Padre Abad		Ica	Todas las provincias
	Cerro de Pasco	Todas las provincias		Huancavelica	Castrovirreyna
	Junín	Todas las provincias			Huaytará
	Huancavelica	Acobamba		Ayacucho	Cangallo
		Angaraes			Huancasancos
		Churcampa			Lucanas
		Tayacaja			Victor Fajardo
		Huancavelica			Parinacochas
	Ayacucho	Sucre			Paucar del Sara Sara
		Huamanga		Arequipa	Todas las provincias
		Huanta		Moquegua	Todas las provincias
		Vilcashuamán		Tacna	Todas las provincias

Fuente: Reglamento Nacional de Construcciones. Norma Técnica de Edificaciones E.030
Elaboración: Propia

¹⁵ Factor interpretado como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años

MAPA N° 8



Pronósticos y Probabilidades de Ocurrencia de Sismos de gran magnitud en el futuro próximo

En el sur del país existen dos zonas que tienen una distribución de altos valores de aceleración sísmica, una en la frontera Perú-Chile y la otra entre los 16° a 17° de latitud sur, en Arequipa, entre Atico y Camaná. Al respecto existen pronósticos de sismos potencialmente catastróficos, de magnitudes mayores a 9,0 Mw para el norte de Chile, en la zona del gap sísmico de Arica-Antofagasta y en recurrencia del sismo de 1877; y para el sur del Perú, en la zona del gap sísmico de Tacna y Arica¹⁶ y en recurrencia del sismo de 1868. Según el Dr. Ocola, un sismo como el de 1868 del sur del Perú, con magnitud 9,2 Mw, sacudiría la costa con una severidad de 9 grados en la escala de intensidades macrosísmicas MKS o MM; a Moquegua, Arequipa, Chuquibamba con intensidades de 8 a 9 MSK o MM y por el sector de Puno con 6-7 MSK o MM¹⁷.

En el sur medio, hay también una zona con distribuciones de altos valores de aceleraciones máximas esperadas para 30, 50 y 100 años, localizada en el litoral costero y abarca las localidades de Palpa, Nasca, Ica y Chala.

Cuadro N° 6
Máxima Intensidad Sísmica y probabilidad condicional de la ocurrencia de un terremoto grande o muy grande para diferentes lugares en la Costa del Perú

		Máxima intensidad sísmica probable	Probabilidad Condicional (1)		
			1989-1994 (%)	1989-1999 (%)	1989-2009 (%)
Ancash	Norte	IX	¿	¿	¿
	Sur	IX	≤ 1-3	≤ 1-8	≤ 1-24
Arequipa	Norte	X	(≤ 1)	(≤ 1)	(≤ 1)
	Central	X	6	13	29
	Sur	X	(≤ 1-12)	(≤ 1-23)	(≤ 1-43)
Ica	Norte	IX	(14)	(27)	(47)
	Sur	IX	(≤ 1)	(≤ 1)	(≤ 1)
La Libertad		IX	¿	¿	¿
Lambayeque		VIII	¿	¿	¿
Lima	Norte	IX	≤ 1-3	≤ 1-8	≤ 1-24
	Sur	IX	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Moquegua		IX	(≤ 1-12)	(≤ 1-23)	(≤ 1-43)
Piura		VIII	¿	¿	¿
Tacna	Norte	IX	(≤ 1-12)	(≤ 1-23)	(≤ 1-43)
	Sur	IX	4	11	29
Tumbes		IX	¿	¿	¿

(1) La probabilidad condicional se refiere a los terremotos causados por movimientos entre-placas

¿ No hay información disponible

() Todos los valores en paréntesis son estimados menos confiables

Fuente: Extraído de Manual de Evaluación de Amenazas y Vulnerabilidades de OEA, a su vez adaptado del Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS) y del Mapa de Intensidades Máximas de América del Sur.

Según la estimación de probabilidades condicionales para la ocurrencia de un terremoto grande o muy grande para diferentes lugares de la costa de América del Sur, realizada por CERESIS, se ha extraído las estimaciones correspondientes a lugares de la costa peruana (cuadro N° 6). De

¹⁶ donde existe un silencio sísmico de más de 100 años y en el que se espera la ocurrencia de un sismo similar o mayor al de 1868, es decir >8.5 Mb, que afectaría el sur del Perú y norte de Chile.

¹⁷ Citado en Estudio de Riesgos Geológicos del Perú, Franja N° 1, INGEMMET, diciembre 2000

acuerdo a esto, el sur de Ancash y norte de Lima tendrían una probabilidad condicional menor o igual a 1-24 de que en el periodo 1989 a 2009 pueda producirse un sismo grande; el norte de Ica tendría una probabilidad de 47, aunque en el cuadro se hace la observación de ser menos confiable este valor; la parte central del departamento de Arequipa tendría una probabilidad de 29 para ese mismo periodo; mientras que el sur de Arequipa, todo el departamento de Moquegua y el norte de Tacna, tendrían una probabilidad menor o igual de 1-43, con la observación también de ser menos confiable dicho valor; y la zona sur de Tacna con una probabilidad condicional de 29. De acuerdo a lo anterior y sin considerar las zonas a las que se atribuye valores de probabilidad menos confiables, tendríamos que son; el sur de Ancash y norte de Lima, la costa central de Arequipa y la costa sur de Tacna, las zonas del país que tendrían mayor probabilidad para la ocurrencia de sismos grandes entre 1989-2009.

Revisando la estadística de sismos importantes producidos en esas zonas desde 1989 a la actualidad, encontramos que han ocurrido dos sismos de importancia, el terremoto de Nazca del 12 de noviembre de 1996, que alcanzó una magnitud de 6,4 en la escala Richter, y el terremoto de Ocoña del 23 de junio de 2001, que tuvo una magnitud de 6,9 en la misma escala. En el primer caso, el sismo se produjo en el mar próximo a la costa sur de Ica y norte de Arequipa, zona donde las estimaciones de CERESIS daban una probabilidad menor. En el segundo caso, el sismo se produjo en el mar próximo a la costa central de Arequipa, lo que coincide con una de las dos zonas que según las estimaciones de esa misma institución, mostrarían las mayores probabilidades de ocurrencia de un terremoto grande o muy grande en el periodo 1989-2009, y que son, la costa central del departamento de Arequipa y la costa sur del departamento de Tacna.

Desde la latitud 10° hacia el sur y a lo largo de la costa del país, desde la segunda mitad del siglo anterior, ocurrieron los siguientes terremotos en la zona de colisión: Huarmey en 1966, Lima en 1974, Nazca en 1996 y Arequipa en 2001 (según investigadores del IGP, el terremoto del 23 de junio de 2001 habría iniciado la liberación de la energía sísmica acumulada en el gap sísmico del extremo sur del Perú); dejando los siguientes gap-sísmicos entre las respectivas zonas de ruptura: Cañete-Nazca, Yauca-Ocoña, Punta de Bombón-Arica. Estos segmentos serían los sitios más probables de los futuros terremotos entre Lima (Perú) y Arica (Chile)¹⁸.

Características del Neotectonismo en el país y su influencia en la sísmicidad

En el país, las fallas geológicas se presentan por lo general como un conjunto más o menos coherente, denominado sistema de fallas, a lo largo de las cuales se pueden producir desplazamientos cuando se supera el grado de fricción entre los bloques. Las fallas al reactivarse constituyen un peligro potencial, independientemente de su antigüedad. Cuando esta reactivación es súbita se producirán sismos que pueden ser violentos y destructores.

Fallas identificadas¹⁹

Sistema de fallas a lo largo de la costa desde la frontera con Chile hasta Chala, que son sísmicamente activas. En Ica, se han reconocido fallas que pasan cerca de las ciudades de Marcona, Nazca e Ica. En Lima, las fallas de Montejato en San Vicente de Cañete, fallas de Asia, falla de San Lorenzo ubicada entre La Punta y la isla de San Lorenzo. En el norte, desde Piura hasta la frontera con Ecuador, hay varias fallas activas como la Illescas, Tric Trac, Huaypirá entre otras. A lo largo de los contrafuertes occidentales de la cordillera occidental de los Andes y áreas vecinas, de sur a norte, el sistema de fallas Incapuquio-Chuquibamaba-Pampacolca, así como las

¹⁸ Dr. Leonidas Ocola en Informe para el Programa PREANDINO-CAF.

¹⁹ Fuente Instituto Geofísico del Perú

fallas activas de Canta al este de Lima, las fallas de la cordillera blanca, y la falla de San Marcos en Cajamarca. El sistema de fallas entre el altiplano y la cordillera oriental de los Andes, que se inicia en la orilla norte del Lago Titicaca, continúa por Sicuani, Cusco, la deflexión de Abancay, el valle de Ayacucho y se extiende hacia la cordillera del Huaytapallana cerca de Huancayo. En la zona de Pozuzo converge este sistema con el subandino que se desarrolla en el borde oriental de la cordillera oriental de los Andes. En la zona de Rioja-Moyobamba, está la falla activa de Shitari de 30 km de longitud entre el límite de la cordillera oriental y la zona subandina, falla que pasa a 6 km de la ciudad de Rioja

Movimientos verticales

La costa entre Paracas y la frontera con Chile, presenta una tendencia al levantamiento, que en la costa frente a Nazca adquiere mayor velocidad. Desde Paracas hasta el inicio del departamento de Piura, la tendencia es al hundimiento, en este sector se encuentra Lima. Desde Piura hasta la frontera con Ecuador hay nuevamente una tendencia al levantamiento.

En la zona andina, hay una tendencia general al levantamiento, como resultado de la compresión lateral que produce por el oeste, la placa de Nazca y por el este, el escudo brasilero. Las Cordilleras Blanca, Huaytapallana, Vilcabamba y Ausangate, están en un proceso de levantamiento significativo asociados con fallas geológicas activas. La velocidad de levantamiento de la Cordillera Blanca es significativa, donde se producen las velocidades de movimiento vertical más grandes del Perú.

En la Amazonía nororiental, entre Iquitos y la zona subandina, la tendencia es al hundimiento, según los científicos de seguir esa tendencia, se formará un gran lago fluvial en la zona, mucho más extenso que el Lago Titicaca.

Eventos Sísmicos Significativos

- **Terremoto de Ancash del 31 de mayo de 1970:** fue el sismo más catastrófico producido en el país en el siglo XX, con una magnitud 7.8 en la escala de Richter, con epicentro en el mar a 50 Km al oeste de Chimbote y con una profundidad aproximada de 30 Km, afectó aproximadamente un territorio comprendido entre 175 Km al norte del epicentro, 180 Km al sur y 170 Km hacia el interior del departamento de Ancash. Causó 67,000 muertos, 150,000 heridos, 800,000 personas sin hogar y 2 millones de personas afectadas. El 95% de las viviendas de adobe existentes en las zonas afectadas, fueron destruidas, generó pérdidas por 2,000 millones de dólares al valor actual. Produjo un alud que sepultó las ciudades de Yungay y Ranrahirca.
- **Terremoto de Lima de 1746:** de la larga historia sísmica de Lima, este fue el terremoto más grande del que se tiene conocimiento. De las 3,000 casas que en ese entonces tenía la ciudad, quedaron en pie sólo 25. El sismo produjo un tsunami en El Callao, donde de un total de 4,000 personas sobrevivieron sólo 200. En Lima en 1940 se produjo otro terremoto importante, de magnitud 8.2 grados Richter, causó 179 muertos y 3,500 heridos.
- **Terremoto de Arequipa de 1948:** tuvo una magnitud de 7.5 grados y produjo efectos en Moquegua, Tacna y Puno. En 1958, 1960, 1979 y 1988 se produjeron sismos destructivos de 7, 6, 6.9 y 6.2 grados, respectivamente. En 1715, un sismo en Arequipa destruyó viviendas, produjo derrumbes de las partes altas de los cerros y sepultó a los pequeños pueblos situados en las colinas y valles, las réplicas continuaron por espacio de dos meses, alcanzando grandes intensidades.

- **Terremotos de 1868 y 1877 en el sur del Perú:** el primero tuvo epicentro cerca de Arica y el segundo, cerca de Iquique, alcanzaron una magnitud de 8.5. El sismo de 1868 destruyó las ciudades de Tacna, Tarata, Moquegua y Arequipa en el sur del Perú y la ciudad de Arica en Chile, alcanzó intensidades de XI y generó un Tsunami con olas de 12 m que afectó Arica. En la ciudad de Arequipa destruyó la Catedral, el Portal de Flores y la Iglesia de La Compañía; según investigadores puede ser uno de los terremotos mayores que se hayan verificado en el Perú. Desde este sismo de 1868 a la actualidad, es decir hace más de 100 años, no se produce en la zona sur fronteriza con Chile, un sismo de gran magnitud²⁰, lo que hace muy probable que la ocurrencia de un sismo de características similares se pueda estar gestando. El sismo de 1877 destruyó las ciudades de Arica, Iquique y Antofagasta en el norte de Chile.
- **Terremoto de Tacna de 1604:** destruyó las ciudades de Tacna, Arequipa, Moquegua y Arica. El mar se salió en el puerto de Arica y causó la muerte de 23 personas, alcanzó intensidades de X.

En los últimos 400 años, el sur del país ha sido afectado por más de 30 terremotos con variable severidad, destacando los de 1604, 1687, 1715, 1784, 1868 y 1877, el primero y los dos últimos originaron maremotos (tsunamis) que afectaron el litoral. El terremoto más reciente en el sur (Arequipa, Moquegua y Tacna), se produjo en junio de 2001 y tuvo una magnitud de 6.9 grados, causó daños en unos 55,500 kilómetros cuadrados, afectando gran parte del sur occidental del Perú, fue seguido 25 minutos después, de un tsunami que afectó una franja litoral de 100 kms. entre los poblados de Ocoña y Quilca, internándose el agua en el territorio en un promedio de 500 metros en zona plana, llegando en algunos lugares hasta 1 km.

La actividad sísmica reciente ha producido sismos destructores como los ocurridos en Nazca (12 de noviembre de 1996), Arequipa (23 de junio de 2001) y Antabamba (9 de agosto de 2001)

El Peligro de Tsunamis, como efecto de la actividad sísmica

Los sismos que se producen en el país con epicentro en el mar y que alcanzan una magnitud importante, pueden producir maremotos o tsunamis en las costas próximas al epicentro. Las localidades que en el país tienen peligro de ser afectadas por tsunamis, en la eventualidad de que se produzca un sismo en el mar cercano a sus costas figuran en el cuadro N° 7.

Es entre el puerto del Callao y el sur del país, que los Tsunamis encuentran condiciones favorables para alcanzar olas altas; lo cual tiene relación con que la plataforma continental sea angosta y la costa alta. Todos los tsunamis destructivos que han atacado la costa oeste de Sudamérica en los últimos cuatro siglos han ocurrido del Callao hacia el sur, excepto dos que ocurrieron en Tumaco, Colombia.

Los principales terremotos que en el sur han ocasionado tsunamis son los de 1604, 1868, 1877 (Chile), todos con magnitud 8.5. El Tsunami más destructivo que registra la historia del Perú ocurrió en 1746, en esa ocasión El Callao fue arrasado por olas de 6 metros de altura, causando la muerte de 5,000 habitantes.

Cuadro N° 7: Peligro de Tsunamis para Centros Poblacionales del Perú

²⁰ Existe desde entonces un gap o zona de silencio sísmico, para sismos de gran magnitud.

Departamento	Localidad	Departamento	Localidad	
Tumbes	Puerto Pizarro	Lima	Huarmey	
Piura	Paita	Lima	Salinas	
	Bayóvar		Chancay	
	San Pedro		Ancón	
	Balneario Leguía		Callao	
	Sechura		Lima	
Lambayeque	San José		Lurín	
	Pimentel		Pucusana	
	Santa Rosa		Chilca	
	Puerto de Eten		Mala	
La Libertad	Trujillo		Cañete	
	Tambo	Ica	Pisco	
	Pacasmayo		Tambo de Mora	
	Puerto Chicama		San Andrés	
	Santiago de Cao		Paracas	
	Huanchaco		Puerto Caballos	
	Víctor Larco Herrera		San Juan	
Salaverry	Arequipa		Lomas	
Ancash		Chimbote	Mollendo	
		Santa	Yauca	
		Samancos	Chala	
		Casma	Atico	
		Caleta Tortuga	Camaná	
		Casma	Quilca	
		Culebras	Matarani	
Huarmey		Islay		
Lima		Pativilca	Moquegua	Mejía
	Barranca	Ilo		
	Supe	Tacna		Los Baños
	Huaura			La Yarada
	Huacho			Pascana del Hueso

Fuentes: Manual OEA, Evaluación de Amenazas y Vulnerabilidades y Atlas de Peligros Naturales
Elaboración: Propia



Peligro Volcánico

En el Perú, en la Cordillera Sur Occidental existen 250 volcanes. Entre los potencialmente activos, se encuentran: Sabancaya, con actividad fumarólica desde 1989, Coropuna, Chachani, Misti, con actividad explosiva en el siglo XVI y actividad fumarólica en 1661 y 1787, Ubinas, con actividad explosiva en 1599 y 1662 y actividad fumarólica intensa en 1823, 1940, 1956 y 1988, Huaynaputina, con severa actividad explosiva en 1600, Tutupaca, con actividad eruptiva en 1802, Sarasara, Solimana y Ampato. Estos volcanes forman parte de la zona volcanogénica centro andina y son volcanes de subducción.

**Cuadro N° 8:
Volcanes Activos del Sur del Perú**

Volcán	Altura (msnm.)	Latitud	Longitud
Sara Sara	5450	-15°20'	-73°27'
Solimana	6093	-15°25'	-72°55'
Coropuna	6377	-15°33'	-72°37'
Sabancaya	5976	-15°47'	-71°51'
Ampato	6288	-15°49'	-71°52'
Chachani	6057	-16°12'	-71°32'
El Misti	5820	-16°18'	-71°25'
Ubinas	5636	-16°22'	-70°54'
Huaynaputina	4300	-16°38'	-70°47'
Ticsani	5408	-16°45'	-70°36'
Tutupaca	5815	-17°02'	-70°23'
Yucamane	5508	-17°11'	-70°12'
Casiri	5300	-17°28'	-69°49'
Tacora	5600	-17°43'	-69°47'
Andagua:			
Puca Mauras	4287	-15°26'	-72°20'
Yanamauras	3708	-15°28'	-72°21'
Chilcayoc	3100	-15°32'	-72°17'

Fuente: Atlas de Peligros Naturales, INDECI

**Cuadro N° 9:
Volcanes Activos, Fumarólicos, Latentes y Dormidos**

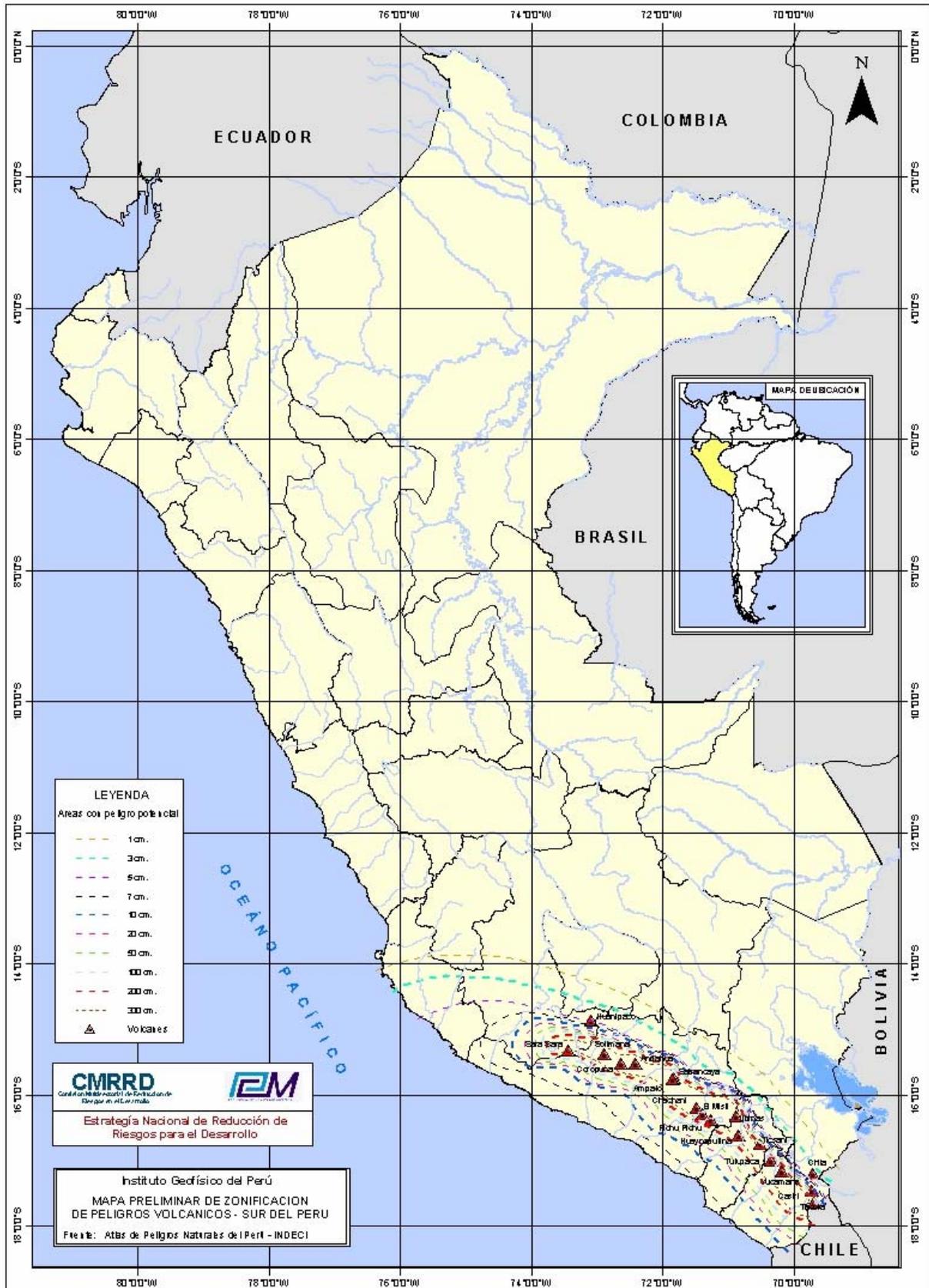
Categoría	Volcanes
Activos	Ubinas, Misti, Tutupaca, Sabancaya
Fumarólicos	Yucamane
Latente	Huaynaputina, Ticsani, Casiri-Paucarani y Coropuna
Dormido	Chachani

Fuente: Estudios de Riesgos Geológicos del Perú, Franja N° 1, INGEMMET

Los peligros que se asocian a la actividad volcánica son: la caída de tefras, los flujos piroclásticos, la avalancha de escombros, los flujos de lavas, los lahares, las explosiones laterales dirigidas, los sismos volcánicos, la emisión de gases y las ondas de choque.

El Instituto Geofísico del Perú ha realizado una evaluación de la peligrosidad de toda la zona volcanogénica, sobre la base de la estimación de la peligrosidad combinada de los 15 volcanes activos comprendidos entre el volcán Tacora en el límite con Chile y el volcán Cora Cora en el departamento de Ayacucho. Dicha evaluación ha determinado una zonificación de peligro volcánico para la caída de ceniza y pómez que se expresa en el Mapa Preliminar de Zonificación de Peligros Volcánicos del Sur del Perú (ver mapa N° 9). La evaluación de los peligros volcánicos toma como premisa que en general las mismas áreas en los alrededores del Volcán serán afectados por similares eventos eruptivos en el futuro, a una recurrencia promedio similar que en el pasado.

MAPA N° 9



En el mapa, la isopaca de 3 m define la zona de mayor peligro potencial, tanto por el espesor de los depósitos como por ser la zona de máxima intensidad de caída de proyectiles balísticos, avalancha de escombros, explosiones de flanco y flujos piroclásticos; en esta zona se ubican los centros poblados de Tarata, Candarave, Omate, Ubinas, Huambo, Pausa, entre otros. Entre las isopacas de 1 y 3 m, se encuentran la ciudad de Arequipa y varios de sus distritos, además, Pausa, Cotahuasi, Cabanaconde, Madrigal, los centros mineros de Quellaveco, Cuajone, Toquepala, Cerro Verde, el proyecto de irrigación de Pasto Grande, los de la cuenca hidrográfica de Arequipa. Entre las isopacas de 1 m y 20 cm, se encuentran las ciudades de Tacna, Moquegua, Torata, Vitor, Chuquibamba, Cora Cora, entre otras. El área cubierta por la isopaca de 20 a 1 cm comprende a las ciudades de Ilo, Mollendo, Camaná, Aplao, Caraveli, Ocoña, Chala, Nazca, Palpa, Ica, Puquio, Chivay, Santa Lucía, Mazocruz, entre otros.

El límite de emisión de Tefra afecta a las ciudades de Lima, La Oroya, Huancayo, Ayacucho, Abancay, Cusco, Sicuani, Lampa, Juliaca, Puno, entre otras y todos los centros poblados comprendidos dentro de la envolvente que pasa por el norte de los departamentos de Puno, Cusco, parte central de los departamentos de Junín y Lima.

La caída de cenizas tiene una recurrencia de 100-500 años. Las caídas voluminosas de pómez suceden cada 2000 a 4000 años. La erupción más significativa de la que se tiene conocimiento, se produjo en el Huaynaputina el año 1600. Tres erupciones similares a esa ocurrieron en los últimos 2300 años.

Características y peligrosidad de los principales volcanes del País

Volcán Tutupaca, está ubicado en la zona norte del departamento de Tacna, tuvo erupciones en los años 1780, 1802, 1862 y 1902, la más importante fue la de 1802 donde *las cenizas dejaron en tinieblas a las ciudades de Locumba, Tacna y Arica y se mantuvieron en el aire durante 5 meses. A menos de 28 km del volcán se ubican los centros poblados de Candarave, Cairani y Camilaca.*

Volcanes Yucamane y Calientes, se localizan a 10 km al noreste de la ciudad de Candarave y a 90 km de la ciudad de Tacna. Una de sus últimas erupciones fue en 1787.

Volcán Andahua, localizado cerca de la ciudad de Andahua, en Arequipa, el último período de erupción ocurrió entre los años 1400 y 1600.

Volcán Sabancaya, localizado a 70 km al noroeste de la ciudad de Arequipa, en la provincia de Caylloma, departamento de Arequipa, estuvo inactivo por casi 200 años, pero en 1981 empezó a evidenciar signos de reactivación que dio lugar a una actividad fumarólica intensa de 1990 a 1992. *La evaluación del peligro potencial de este volcán realizada por el IGP, señala que serían severamente afectados los pueblos localizados a lo largo del río Colca, desde Chivay hasta Cabanaconde; la afectación llegaría a la ciudad de Arequipa con depósitos de ceniza volcánica de 1 cm de espesor por lo menos. Los lahares o flujos de lodo de material volcánico afectarían los valles de Colca, Majes, Sihuas, y sus quebradas tributarias, comprometiendo la zona donde se proyecta la construcción de la central hidroeléctrica de Lluta del proyecto Majes.*

Volcán Misti, localizado al noreste de la ciudad de Arequipa, a 17 km de ésta ciudad. El volcán *representa un peligro potencial para la población de Arequipa y de Chiguata, que están expuestos a peligros de caída de cenizas, flujos piroclásticos, lahares y avalanchas de escombros.* Los flujos

de bloques y ceniza pueden alcanzar las zonas situadas al NE de la ciudad de Arequipa, mientras que los flujos de pómez pueden llegar hasta 4 a 8 km aguas abajo en la ciudad de Arequipa y Chiguata. Los flujos de lodo volcánico o lahares pueden cubrir todos los valles radiales y devastar la zona sur y suroeste al pie del volcán, donde se encuentran las quebradas El Huarangal, Agua Salada, San Lázaro y río Andamayo. Los escombros pueden cubrir toda la ciudad, alcanzando los cerros de Socabaya-Tiabaya.

Las erupciones más recientes del volcán Misti se produjeron los años 1440-1470, 1677, 1784, 1787. En la primera, las cenizas cubrieron con una capa de espesor mayor a 1 cm, el área que actualmente ocupan la ciudad de Arequipa y la mayor parte de sus distritos, el pueblo de Chiguata y el reservorio de Aguada Blanca. *En el 2050 A.C. el volcán tuvo una gran erupción, de producirse una erupción similar, cubriría ahora con una capa de ceniza de más de 20 cm de espesor, más de un tercio de la ciudad de Arequipa y los lahares que discurrirían por los cauces del río Chili y las quebradas Pastores, San Lázaro y Huarangal, afectarían directamente la ciudad de Arequipa. De producirse erupciones como la de 2050 A.C., o la del periodo 1440-1470, la central hidroeléctrica de Charcani V que se encuentra en áreas cercanas al volcán, sería muy afectada por los diferentes productos volcánicos.*

Volcán Ubinas, en tiempos históricos fue el volcán más activo del sur del Perú. En el periodo 1923-1925, una de las erupciones más importantes afectó la ciudad de Arequipa, evento que probablemente alcanzó un IEV²¹ mayor que 4, se tiene información de que antes de esa erupción se produjeron otras en 1550, 1662 y 1778. El siglo pasado el volcán produjo 1 erupción con IEV 3, 9 erupciones con IEV 2, 10 erupciones con IEV 1, en promedio ha ocurrido un evento con IEV 2 cada diez años aproximadamente, lo que es una tasa alta. *El volcán se encuentra en actividad permanente con eventos menores de 1 IEV, por más de medio siglo. En caso de una explosión de 4 IEV, la ciudad de Arequipa estaría comprendida en la zona de mayor probabilidad de ser afectada por la caída de cenizas. Los flujos piroclásticos, lavas, avalanchas y lahares, como en el pasado, discurrirían por los lechos de quebradas y ríos, con dirección preferencial al río Tambo, afectando a todos los pueblos localizados en estos valles. La capital del distrito de Ubinas ubicada a tan sólo 6.5 km del cráter del volcán, es la localidad que tiene el más alto peligro volcánico potencial del Perú.*

Volcán Huaynaputina, localizado a 75 km al este-sureste de la ciudad de Arequipa. En el año 1600 tuvo una erupción histórica explosiva que causó la muerte de 1500 personas y afectó todo el sur del Perú, las cenizas llegaron a las ciudades de Cusco e Ica, Potosí en Bolivia y Arica en Chile, fue la erupción más grande en los Andes y alcanzó un IEV de 6.

Volcán Ticsani, localizado a 60 km al noreste de la ciudad de Moquegua. Existen *numerosos poblados que se encuentran a menos de 16 km de este volcán como; Soquezane, Quebaya, Calacoa, Bellavista, Cuchumbaya, Sailapa, San Cristóbal, Carumas, Cambrune, Ataspaya, Sacuaza, Yojo, y Chilota, que son las poblaciones en mayor riesgo. Hace 400 años se produjo la última erupción, actualmente hay una actividad fumarólica leve y visible a poca distancia. La evaluación del peligro potencial de este volcán señala que los lahares discurrirán principalmente por el río Tambo, afectando a los centros poblados y cultivos localizados río abajo hasta su desembocadura en el mar.*

²¹ Índice de Explosividad Volcánica

Peligros de Deslizamientos y Derrumbes

En el Perú, peligros geológicos, como deslizamientos, derrumbes, desprendimiento de rocas, erosión de laderas, se producen en gran parte de sus 106 cuencas hidrográficas. Su incidencia se localiza principalmente en los flancos y laderas de fuerte pendiente, de los valles de la costa y la selva alta, así como en los acantilados del litoral y en los cortes de carretera, donde las condiciones litológicas, precipitaciones pluviales, presencia de agua y pendientes les son favorables. *La recurrencia de éstos fenómenos y su capacidad de generar daño y destrucción en las poblaciones, infraestructura y actividad económica local y regional en las que impactan, hace que sean considerados como peligros.*

Los *deslizamientos* constituyen rupturas de grandes masas de suelos, rocas, rellenos artificiales o combinaciones de estos, que se desplazan pendiente abajo y hacia fuera, en un talud natural o artificial. Pueden ser activos, aquellos que muestran signos de movimientos recientes e inactivos, aquellos que están estabilizados. Puede presentarse en algunos casos de manera lenta o progresiva y en otros de manera súbita o violenta. En cambio, los *derrumbes* constituyen caídas repentinas de una porción de suelo o roca por pérdida de la resistencia al esfuerzo cortante, ocurren por lo general en taludes de fuerte pendiente y condicionados a la existencia de grietas.

Factores que favorecen su ocurrencia

En el caso de los deslizamientos, los factores que favorecen su ocurrencia son: la inestabilidad de laderas en los valles; las características geológicas, hidrogeológicas y geotécnicas desfavorables en las rocas y suelos; las variaciones climáticas estacionales; la desestabilización de los taludes al construir carreteras, obras de irrigación, obras eléctricas e inclusive viviendas; así como, el mal uso del agua para riego en terrenos inestables. La acción de la gravedad, la sobresaturación de agua de los terrenos y los movimientos sísmicos, crean también condiciones favorables para su ocurrencia.

En el caso de los derrumbes, entre los factores que los facilitan están: el socavamiento del pie de un talud inferior, la modificación o corte de un talud natural, la presencia de zonas de debilidad como fallas y fracturas, las lluvias y la infiltración de agua, los movimientos sísmicos, o el sobreuso de explosivos.

Los deslizamientos propiciados por actividades de desarrollo por lo general se originan en el incremento de la humedad en los suelos o en las modificaciones en las pendientes causadas por estas actividades. Por ejemplo, los movimientos de tierra (cortes y rellenos) para la realización de una carretera, o la eliminación de la cobertura forestal para realizar sembríos agrícolas en una zona con susceptibilidad a deslizamientos, pueden alterar el balance de fuerzas que determinan la estabilidad de estas áreas e incrementar el peligro, facilitando la ocurrencia de un deslizamiento, que no se produciría de no haberse cambiado las condiciones originales.

Localización espacial predominante

Estos dos fenómenos naturales aparecen predominantemente en gran parte del territorio nacional. En la base de datos del INGEMMET a 1997, los deslizamientos aparecían con el 27.42% de los registros, mientras que los derrumbes con el 24.52 %²².

²² Ver en este mismo documento, el ítem 4 sobre Incidencia y Tendencias estadísticas en la generación de peligros naturales y en la afectación que producen en el Perú

El Mapa de Deslizamientos y Derrumbes elaborado por INGEMMET (mapa N° 10), y el Mapa de Zonas con Peligro Potencial de Deslizamientos (mapa N° 11), dan idea de las zonas más sensibles del país a la ocurrencia de éstos fenómenos. Estos problemas son sensibles en Huaraz, en los valles de los ríos Moche, Santa, Jequetepeque, Camaná – Majes, donde se producen graves daños a la propiedad agrícola, minera, poblaciones e infraestructura vial, etc. En los valles interandinos de los ríos Huallaga, Marañón, Apurímac, Mantaro, Urubamba, etc. La ocurrencia de éstos fenómenos son comunes y causan ingentes daños materiales e interrupción de la actividad económica en los pueblos que se ubican en su zona de influencia.

Cuadro N° 10
Deslizamientos Significativos

Deslizamientos	Comentarios
Deslizamiento de Huancapampa en Recuay, Ancash	Reactivado a consecuencia del terremoto de Ancash de 1970, represó el río Santa y produjo erosión de ribera e inundaciones en un tramo de la margen izquierda donde se ubica la ciudad de Recuay
Deslizamiento en el tramo Quellococha-Quebrada Honda de la carretera Abancay-Cusco	Compromete la seguridad física de la vía
Deslizamiento de Uzquil (Derrumbe Blanco) en la carretera Otuzco-Usquil-Cajabamba	Destruye puentes, la carretera y caminos de herradura
Deslizamiento de Maca	Compromete parte del pueblo de Maca y la carretera Maca-Cabanaconde
Deslizamiento de Mayunmarca	En 1974 represó el río Mantaro y provocó 500 muertes
Deslizamiento de Pucará en Cajamarca	Ocurrió en noviembre de 2000 y provocó 45 muertos
Deslizamiento de Uralla en Huancavelica	Provocó 22 muertes en noviembre 2001
Deslizamiento de Aricota en margen derecha del río Locumba	Provocó el represamiento de la actual laguna Aricota
Deslizamientos en el valle de Vitor y Sihuas	Generados por las irrigaciones de las pampas de Siguas, La Cano y San Isidro
Deslizamiento de Lloque	Represó el río Tambo y reactivado en 1986
Deslizamientos en carretera Panamericana Norte, tramo Pasamayo	Se producen de manera recurrente
Deslizamientos en carretera Panamericana Sur, tramo Cerro de Arena	Se producen de manera recurrente

Fuentes: INGEMMET en Atlas de Peligros Naturales-INDECI
Estudio de Riesgos Geológicos del Perú, Franja N° 1, INGEMMET, diciembre 2000
Elaboración: Propia

Cuadro N° 11
Derrumbes de grandes proporciones

Derrumbes de grandes proporciones
Carretera Nazca-Abancay, sector de Aparaya
Carretera La Oroya-Huánuco, tramo San Rafael-Ambo
Carretera central Lima-La Oroya
Margen derecha del río Amazonas en la ciudad de Iquitos
Trazo de falla de Quiches que afecta centros poblados de Sihuas

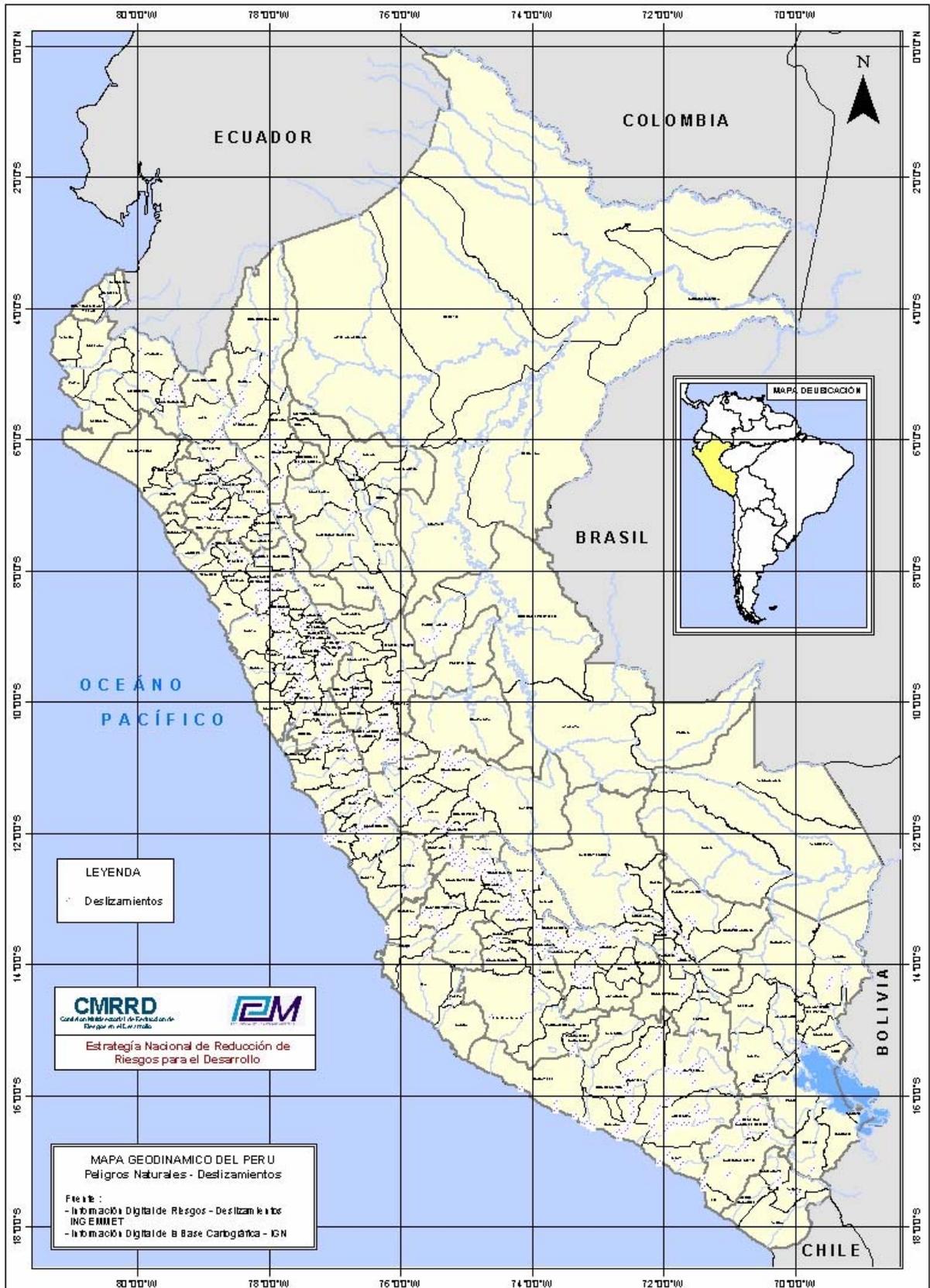
Fuente: INGEMMET en Atlas de Peligros Naturales-INDECI

Cuadro N° 12
Zonas muy sensibles a Desprendimientos de Rocas

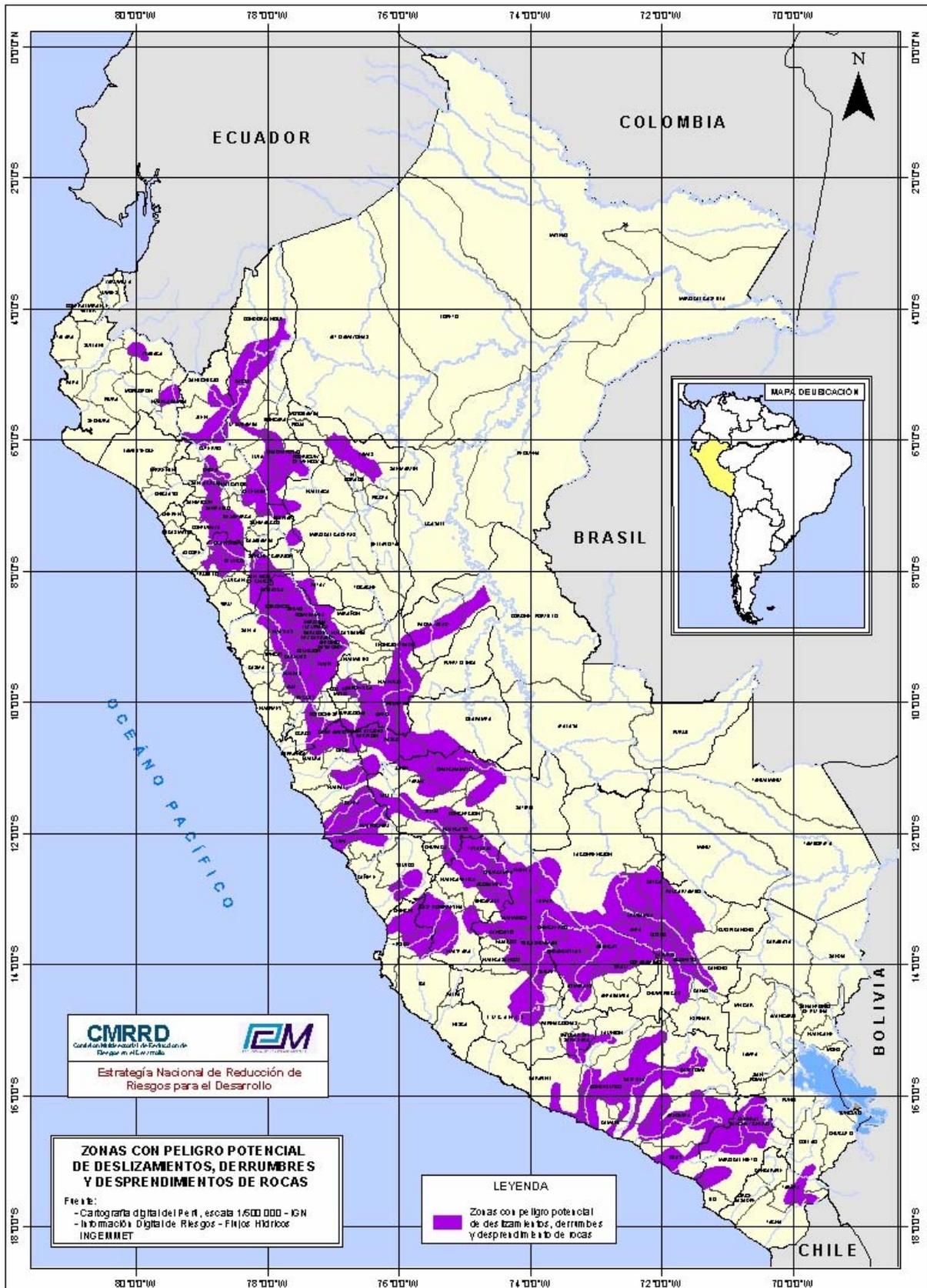
Zonas muy sensibles a Desprendimiento de Rocas
Cañón del Pato, Quebrada Quitaracasa y valle de Tablachaca, departamento de Ancash
Valle del Rímac en los tramos de Infiernillo-San Mateo
Carretera Los Libertadores, sector de Huaytará
Carretera Binacional Ilo-Desaguadero, sector de Torata y sector de Cuéllar
Carretera Arequipa-Puno en el sector de Yura

Fuente: INGEMMET en Atlas de Peligros Naturales-INDECI

MAPA N° 10



MAPA N° 11



Deslizamientos Significativos: El Deslizamiento de Mayunmarca

Uno de los deslizamientos de tierra más grandes en la historia ocurrió en el valle del río Mantaro en el departamento de Junín. En la noche del 25 de abril de 1974 una ladera de la margen derecha del río Mantaro se deslizó a lo largo del eje de la quebrada Cochacay. El deslizamiento de unos 1,600 millones de metros cúbicos, formó una presa de enormes proporciones con una altura de 170 m, una longitud en la base de 3,800 m y un ancho en la cresta en el cañón del río de 1,000 m. El embalse creado alcanzó una profundidad igual a la altura de la presa y una longitud de 31 km, almacenando 670 millones de metros cúbicos de agua en los 44 días siguientes al deslizamiento.

El desborde del agua sobre la presa ocurrido el 6 junio de ese año, se produjo por la erosión de un canal de 110 m de altura, con un ancho en la superficie de 244 m y paredes de pendiente 1:1. La descarga presentó un caudal pico entre unos 10,000 m³/s y 14,000 m³/s y se produjo en un tiempo aproximado de 24 horas.

La descarga brusca de la presa causó la inundación de granjas, tres puentes y unos veinte kilómetros de carretera. Casi 500 personas en el pueblo de Mayunmarca y en sus alrededores perdieron la vida. Este desastre constituye un ejemplo del potencial destructivo de este tipo de peligros. Si bien es cierto que no todos los deslizamientos producen catástrofes, los daños acumulativos causados por muchos pequeños deslizamientos pueden tener impactos significativos.

Además del deslizamiento de Mayunmarca, ha sido también notable el deslizamiento de Aricota en la margen derecha del río Locumba en Tacna, que dio lugar al represamiento de la actual laguna de Aricota. Igualmente los deslizamientos en el valle de Vitor y Sihuas en Arequipa, generados por las irrigaciones de las pampas de Sihuas, La Cano y San Isidro; también el deslizamiento de Lloque que se reactivó en 1986 y represó el río Tambo.

Entre los derrumbes importantes se mencionan los de Camilaca y Cairani en Tacna que represaron el río Camilaca y formaron una laguna provisional, que al romper el dique natural provocó un aluvión que llegó hasta Ilabaya.



Peligro de Huaycos

Los huaycos constituyen flujos de lodo rápidos e intempestivos, que arrastran suelos finos, enormes bloques de rocas y maleza, que encuentran a su paso; desplazándose a lo largo de un cauce definido, produciendo desbordes laterales y conformando al final de su recorrido, un cono o abanico.

Los huaycos son fenómenos comunes en el país debido al relieve de nuestro territorio, constituido por montañas áridas y deleznales en el lado occidental, por grandes picos con elevada pendiente en la parte media, y por montañas en proceso de deforestación en el lado oriental, que es territorio de selva alta²³. Estos flujos hídricos por lo general están circunscritos a la reactivación periódica o excepcional de quebradas, debido a fuertes precipitaciones.

Los huaycos arrasan viviendas y cultivos, destruyen tramos de carreteras y de infraestructura sanitaria, razón por la cual constituyen un peligro importante en el país.

Factores que favorecen su ocurrencia

Los factores que favorecen su ocurrencia son, las lluvias persistentes, la existencia de suelos en estabilidad precaria, la acumulación de materiales en el lecho de las quebradas, la existencia de laderas con pendientes altas y taludes inestables cuyo derrumbe o deslizamiento incrementa material en el lecho de las quebradas, la tala indiscriminada de árboles, la carencia de cobertura vegetal, y las variaciones climáticas importantes como las producidas en el contexto del Fenómeno El Niño.

Recurrencia

Los huaycos pueden ser periódicos, ocasionales y excepcionales. *Los periódicos* se presentan con mayor frecuencia y se producen durante la temporada de lluvias, entre diciembre y abril; por su recurrencia, causan acumulativamente los mayores daños. *Los ocasionales* pueden o no generarse con lluvias estacionales, su frecuencia es menor. *Los excepcionales* tienen un periodo de retorno mayor y están relacionados a variaciones climáticas importantes, como las causadas por los eventos, Niño intensos y excepcionales; en ese contexto se incrementa el número y la magnitud de estos flujos de lodo, debido a las lluvias intensas que caen sobre las cuencas de la costa, que activan muchas quebradas y torrenteras.

Localización espacial predominante

Los huaycos periódicos y ocasionales ocurren en quebradas de la cordillera occidental, en quebradas confinadas en laderas de valles interandinos y afluentes de valles principales, con amplias cuencas de recepción, en zonas con índices de pluviosidad alta y donde hay erosión de laderas y relieves de moderada a fuerte pendiente.

Los huaycos excepcionales pueden ocurrir en terrenos de relieve más llanos, en quebradas de la vertiente occidental con pendientes moderadas a suaves, con áreas desprovistas de vegetación y gran acumulación de material removible en sus cuencas y donde pueden ocurrir lluvias excepcionales (no por el volumen de precipitación sino por no ser comunes en la zona), que lavan y transportan los sedimentos en cauces amplios o quebradas secas²⁴.

²³ ver mapa de áreas deforestadas de INRENA

²⁴ INGEMMET

Dependiendo del nivel de lluvias y las características del suelo, la mayor incidencia de huaycos se da en las microcuencas de la costa y de la selva, donde existen suelos deleznable que no tienen protección. Las zonas afectadas por lo general son espacios delimitados por una quebrada, las principales afectaciones se concentran en el delta o cono de deyección. Por su gran energía y violenta aparición, los daños que producen son considerables, destruyendo o arrasando viviendas, infraestructura urbana y agrícola, carreteras, entre otros.

Las zonas más propensas a huaycos son: la cuenca del río Rímac, en Lima; la cuenca del río Chanchamayo, en Junín; la cuenca del río Mayo, en San Martín; la zona de Quincemil en Quispicanchis y La Convención, en Cusco; la cuenca de Lares, en La Convención; las microcuencas de la cuenca del río Vilcanota en Urubamba y La Convención; y la zona urbana de Arequipa. El mapa de Huaycos, Aludes y Aluviones elaborado por el INGEMMET muestra los puntos de mayor sensibilidad a huaycos en el país (ver mapa N° 12). En base a este mapa y al de zonificación de peligros geológicos de dicha institución, se ha elaborado el Mapa de Zonas con Peligro Potencial de Inundaciones (mapa N° 13).

Huaycos Significativos: Los huaycos de Pedregal y Quirio en Chosica en 1987

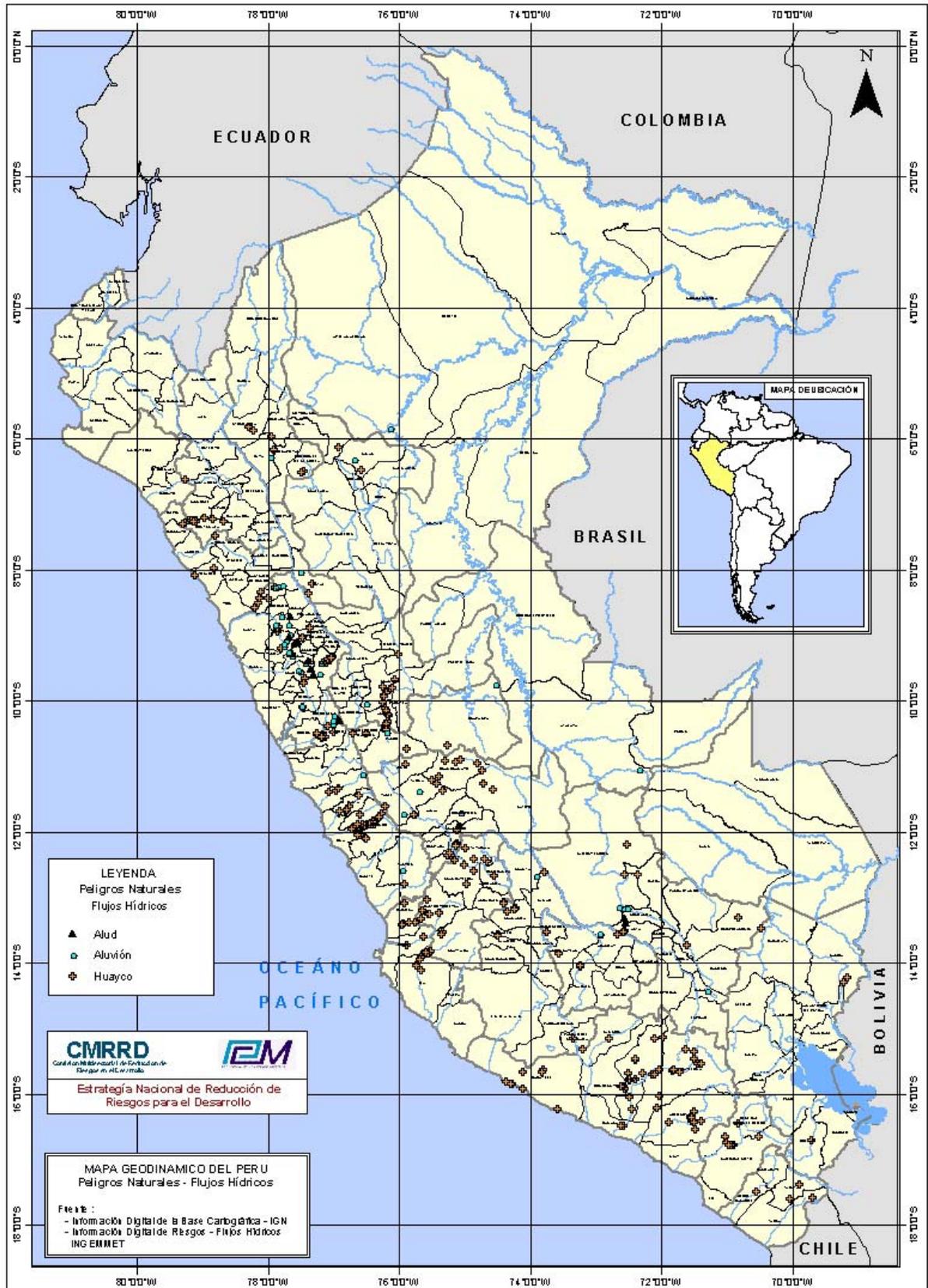
Los continuos huaycos que en la época de verano afectan a centros poblados, carreteras, obras de riego, etc., perjudican considerablemente las obras públicas y privadas, poniendo en peligro vidas humanas.

Son memorables los huaycos ocurridos en 1987 en 5 quebradas de la ciudad de Chosica y Santa Eulalia, particularmente en las quebradas Pedregal y Quirio. Estos causaron la muerte de 300 personas, la destrucción total y parcial de 1200 viviendas y daños en obras de infraestructura como agua potable, desagüe, electricidad, transportes y comunicaciones que alcanzaron los 17 millones 230 mil dólares²⁵.

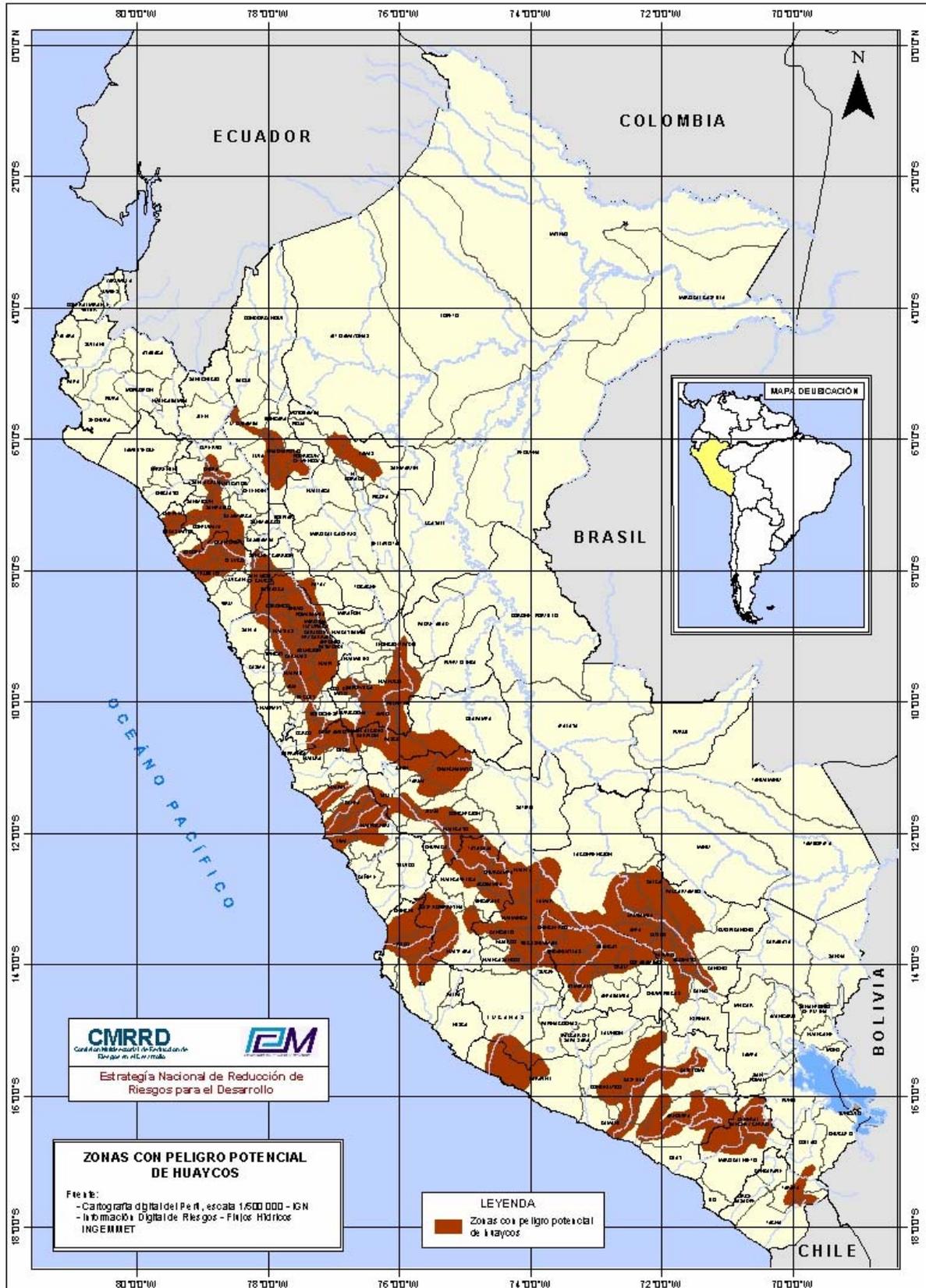


²⁵ Impacto Socio Económico de los Desastres, INDECI, 1989

MAPA N° 12



MAPA N° 13



Peligro de Aludes o avalanchas y Aluviones

Los *Aludes o Avalanchas*, son desprendimientos violentos de grandes masas de nieve o hielo de un frente glaciar, acompañados de fragmentos rocosos de diversos tamaños y materiales finos, que se precipitan pendiente abajo. Los aludes o avalanchas tienen su origen en las áreas glaciares y se producen principalmente en los nevados de la Cordillera Blanca.

Los *Aluviones* son desplazamientos violentos de grandes masas de agua mezclada con grandes bloques de roca y sedimentos de variada granulometría, que se movilizan a gran velocidad a través de quebradas o valles, debido a la ruptura de diques naturales (morrenas) y/o artificiales (presas), a aludes o avalanchas que caen sobre lagunas, o al desembalse súbito por represamiento de un río, causado por deslizamientos o derrumbes en el cauce del río, o por movimientos sísmicos²⁶. El departamento de Ancash concentra la mayor cantidad de aluviones ocurridos en el país.

Ambos fenómenos tienen gran potencial destructivo y pueden afectar en su recorrido a valles, poblaciones e infraestructura.

Encadenamiento de efectos entre los aludes y aluviones

Entre ambos fenómenos, aludes y aluviones, existe en muchos casos una causa común, como en el caso de los aluviones generados en lagunas glaciares, que por lo general son causados por la fractura y rotura de lenguas glaciares que impactan en los espejos de agua de las lagunas, provocando fuerte oleaje, erosión y desborde, como fue el caso de la laguna Lazo Huntay en 1992, Palcacocha en 1941, Jaucarurich en 1950, Ayhuinyaraju en 1945 y Solterococha en 1938. También es el caso de aluviones producidos por grandes avalanchas de hielo o de roca hielo, como fue el caso del alud-aluvi3n que afect3 Yungay en 1970.

Localizaci3n espacial predominante

El mayor peligro de aluviones y aludes catastr3ficos se concentra en las cordilleras, Blanca y Huayhuash en Ancash, Huaytapallana en Jun3n, Urubamba y Vilcabamba en Cusco. La Cordillera Blanca es la zona donde se han producido el mayor n3mero de desastres de origen glaciar (31 eventos), provocando la muerte en poblaciones asentadas aguas abajo. Los mapas N3 14 y 15 elaborados en base al mapa de Huaycos, Aludes y Aluviones producido por INGEMMET, muestran las zonas m3s sensibles a la ocurrencia de aludes y aluviones en el pa3s.

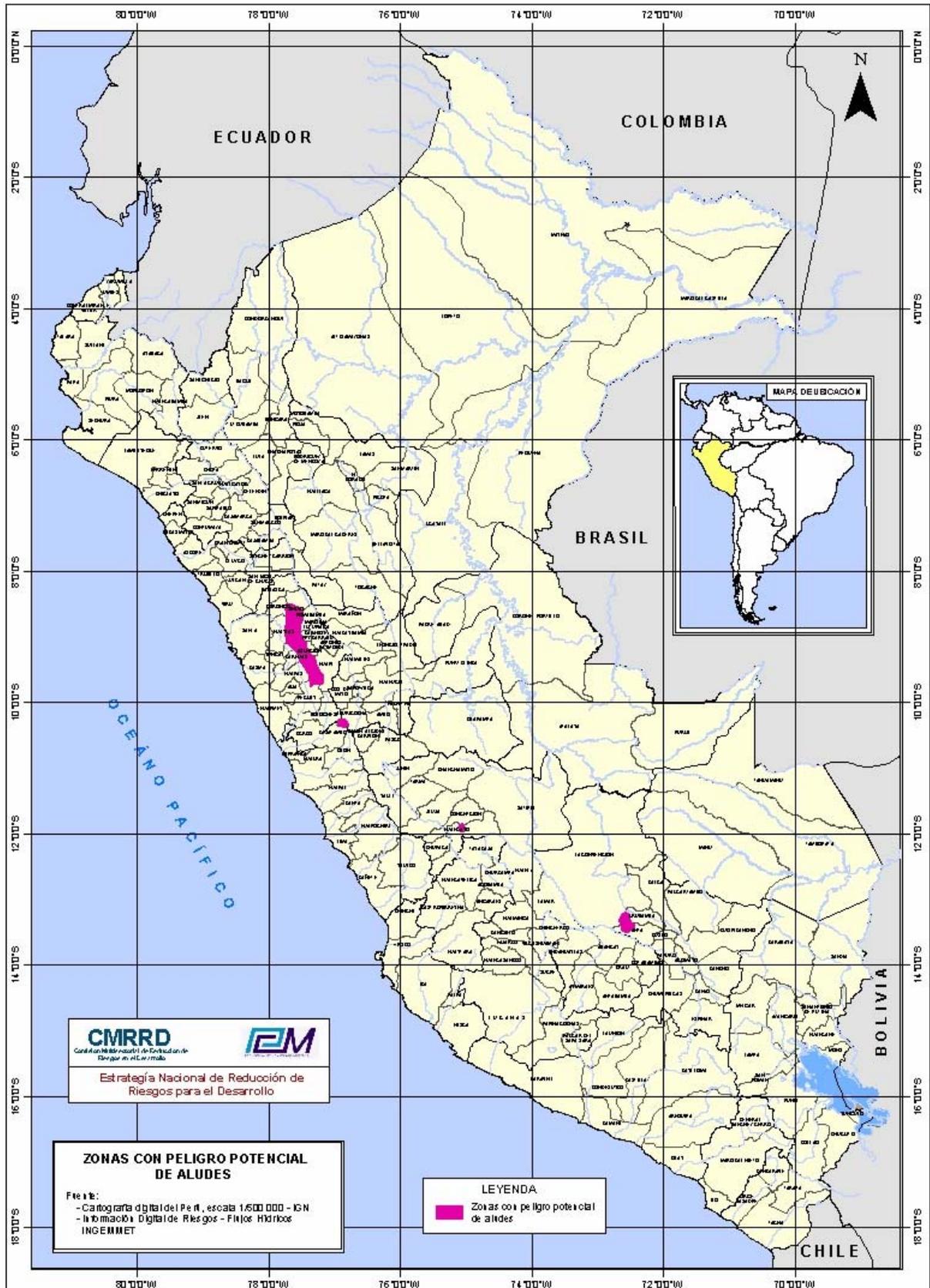
Cuadro N3 13
Aluviones Notables

Aluviones de grandes proporciones	Comentarios
Aluvi3n del 7 de Enero de 1725	Afect3 pueblos de Ancash y sepult3 a 1500 personas
Aluvi3n de Macashca del 24 de junio de 1883	Caus3 muertes y destruy3 escuelas, casas, sementeras.
Ruptura de dique de la laguna Artesa (Paliashcocha) en la quebrada de Ulta r3o Bu3n	Afect3 el pueblo de Tinco en Carhuaz
El Alud-Aluvi3n del 31 de mayo de 1970	Provoc3 la muerte de 18,000 personas y destruy3 la ciudad de Yungay
Aluvi3n de Aobamba de febrero de 1998 en el departamento de Cusco	Afect3 la central Hidroel3ctrica de Machupicchu

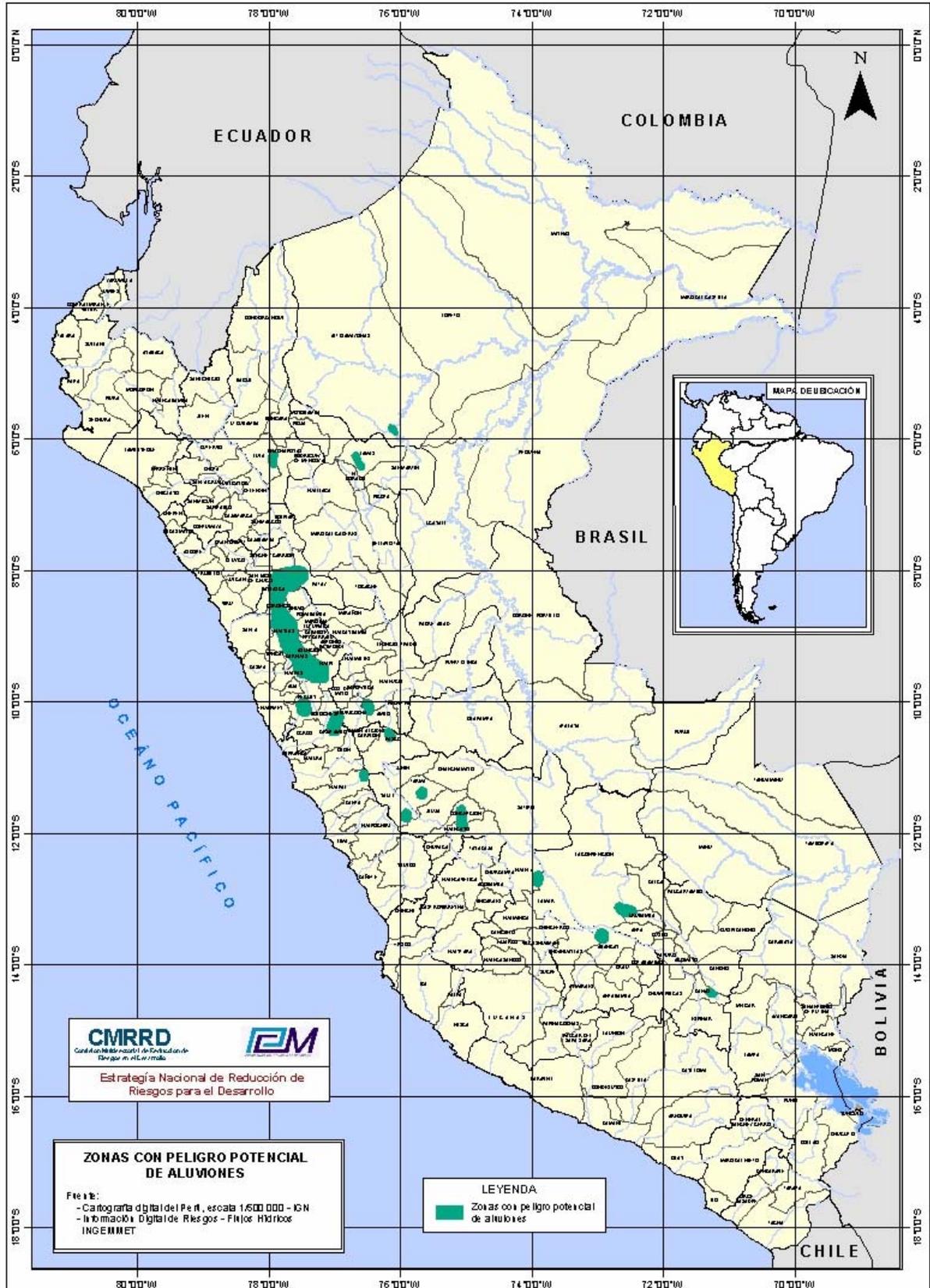
Fuente: INGEMMET en Atlas de Peligros Naturales-INDECI. Elaboraci3n: Propia

²⁶ En estos casos es muy t3pico el encadenamiento de efectos que se pueden producir y en el que un peligro act3a como factor desencadenante de otros.

MAPA N° 14



MAPA N° 15



Zonas en Mayor Riesgo a Desastres de origen Glaciar

En 1987, se estimaba que habían 3044 glaciares en el Perú, cubriendo una superficie de 2040 km² para un volumen total de 56 billones de m³, y se censaron 602 lagunas de origen glaciar en la Cordillera Blanca y al menos 20 catástrofes mayores en el departamento de Ancash desde el siglo XVII²⁷.

Cuadro N° 14
Lagunas en riesgo

Zona	Laguna	Quebrada	Ubicación Política		Altitud
			Distrito	Provincia	
1	Laguna Taulicocha	Qda. Santa Cruz	Santa Cruz	Huaylas	4428
	Laguna Artizón Bajo	Qda. Santa Cruz	Santa Cruz	Huaylas	4490
	Laguna Grande	Qda. Santa Cruz	Santa Cruz	Huaylas	3880
2	Laguna Cancaraca Grande	Cancaraca-Potaca	Chacas	Asunción	4612
	Laguna Yanarroja	Cancaraca-Potaca	Chacas	Asunción	3910
3	Laguna Esquicocha	Qda. Chacarurec	Huaráz	Huaráz	4606
	Laguna Hualluna	Qda. Chacarurec	Huaráz	Huaráz	4570
4	Laguna Safuna alta	Qda. Huilica-Collota	Conopa	Pomabamba	4290
5	Laguna Cojup	Qda. Calcay Huanca	Huaráz	Huaráz	4566
6	Laguna Matarcocha	Río Quitaracsa	Yuracmarca	Huaylas	4510
	Laguna Millishcocha I	Río Quitaracsa	Yuracmarca	Huaylas	4570
	Laguna Millishcocha II	Río Quitaracsa	Yuracmarca	Huaylas	4580

Fuente: INRENA en Atlas de Peligros Naturales-INDECI

Cuadro N° 15
Glaciares en riesgo

Zona	Glaciar	Cuenca	Ubicación Política		Altitud
			Distrito	Provincia	
a1	Huandoy Sur	Río Santa	Yungay	Yungay	4290
a2	Huascarán Norte	Río Santa	Yungay	Yungay	4566
a3	Ballunaraju	Río Santa	Independencia	Huaráz	4290
a4	Nevado Chinchey	Río Marañón	Huari	Huari	4566

Fuente: INRENA en Atlas de Peligros Naturales-INDECI

En 1998, el estudio realizado por el Instituto Andino de Glaciología y Geoambiente sobre la Vulnerabilidad de los Recursos Hídricos de Alta Montaña, detectó la existencia de 5 lagunas glaciares en la Cordillera Blanca, 2 glaciares suspendidos en la Cordillera Blanca, 3 glaciares suspendidos en la Cordillera Vilcanota y 1 laguna glaciar en la Cordillera Huaytapallana, que representaban riesgo potencial para las ciudades de Carhuaz, Yungay, Ranrahirca, Huaraz, para la Central Hidroeléctrica del Cañón del Pato, para la ciudad de Huancayo, para la Central Hidroeléctrica de Machu Picchu y para la infraestructura vial de dichas zonas, lo que con mayor detalle se expresa en el cuadro N° 16.

²⁷ Estudio Hidrológico-Meteorológico en la vertiente del Pacífico del Perú con fines de Evaluación y Pronóstico del Fenómeno El Niño para Prevención y Mitigación de Desastres, Asociación BCEOM-SOFI Consult S.A.-ORSTOM, Noviembre 1999.

Cuadro N° 16
Zonas con Riesgo Potencial de Aluviones y Avalanchas de Hielo

Cordilleras	Aluviones	Avalanchas de hielo	Zonas en Riesgo
Cordillera Blanca	Milluacocha		Pueblo caserío de Collón, Paltay – Aeropuerto Anta. C.H. Cañón del Pato.
	Pacliash		Caserío de Vicos – Baños de Chancos, Marcará. C.H. Cañón del Pato.
	Arhuycocha		Caserío de Colcas. C.H. Cañón del Pato.
	Perolcocha Alta Cojup - Ranrapalca		Ciudad de Huaraz
		Huascarán Norte	Yungay – Ranrahirca C.H. Cañón del Pato
		Huascarán Sur	Tumpa – Silla Tingua – Ulta C.H. Cañón del Pato
		Hualcán	Carhuaz C.H. Cañón del Pato
	Huandoy Sur	Carretera Llanganuco – Yanama; Laguna Llanganuco bajo.	
Cordillera Vilcabamba		Salcantay Pumasillo	C.H. Machupicchu C.H. Teresa
Cordillera Urubamba	Laguna Chicón		Urubamba C.H.. Machupicchu
Cordillera Verónica		Verónica	Baños calientes C.H. Machupicchu
Cordillera Vilcanota		Ausangate	Laguna Pucacocha Cuenca río Urubamba
Cordillera Huaytapallana	Laguna Lazo Huntay		Huancayo
Cordillera Raura		Patrón	Mina Raura

Fuente: Estudio de Vulnerabilidad de los Recursos Hídricos de Alta Montaña, INAGGA, CONAM, 1998

Factores que favorecen la ocurrencia de Aludes y Aluviones

Favorecen la ocurrencia de aludes, los fracturamientos profundos en los frentes glaciares, pues las grandes masas de hielo van inestabilizándose hasta producirse su caída repentina, que puede ser precipitada por un sismo o por explosiones artificiales. *La ocurrencia de aludes también puede ser favorecida por la sensibilidad de los glaciares a las variaciones bruscas de temperatura*²⁸.

Retroceso de los frentes glaciares e impacto en la ocurrencia de aludes y aluviones

En el país hay un proceso de franco retroceso de los frentes glaciares, intensificado por el calentamiento global de la atmósfera, que se evidencia en la disminución de la cobertura glaciar de toda la cordillera blanca en el departamento de Ancash. Este no es un fenómeno propio del país sino responde a toda una tendencia global iniciada desde la segunda mitad del siglo XIX, por alteraciones climáticas globales. Desde 1940 la tendencia a un retroceso general ha sido bien documentado por medio de fotografías aéreas así como por levantamientos topográficos. En los últimos 50 años los glaciares perdieron más de 108 millones de m³ de reservas de agua y en los últimos 25 años, se ha confirmado la formación de lagunas a partir de lenguas glaciares y glaciares colgados²⁹, que en algunas ocasiones han producido aluviones de graves

²⁸ En 1998, el calentamiento atmosférico ocasionado por el Fenómeno El Niño de ese entonces, produjo el desprendimiento de hielo del Nevado Salkantay en Cusco, que generó un alud que represó el río Vilcanota, produciéndose después un aluvión que destruyó parte de las instalaciones de la central hidroeléctrica de Macchu Picchu

²⁹ La gran mayoría de lagunas localizadas en las cordilleras es de tipo glaciar, generadas por el deshielo producido por el retroceso de los frentes glaciares.

consecuencias, especialmente en Ancash. *Este proceso de desglaciación se ha acentuado a partir de la década de 1980, desde la cual, el volumen de retroceso de los frentes glaciares se ha triplicado³⁰. Según los expertos, este fenómeno potenciará el peligro de ocurrencia de aludes y aluviones en el país y producirá además severo impacto sobre las principales centrales hidroeléctricas del país ubicadas en las cuencas glaciares. La pérdida de recursos hídricos de origen glaciar tendrá impacto notable en la disponibilidad de agua para consumo en las ciudades, pero también para las actividades productivas*

Cuadro N° 17
Centrales Hidroeléctricas-Cordilleras Glaciares-Influencias de Cambios Climáticos

Central Hidroeléctrica	Cordilleras Glaciares	Impactos por cambios climáticos	Acciones de Mitigación – Adaptación
1. C.H. Cañón del Pato	• Cordillera Blanca	• Disminución Recursos hídricos • Aluviones • Avalanchas de Hielo • Deslizamientos	• Proyecto Regulación - Embalses • Obras de Seguridad • Reubicación ciudades, defensas • Estabilización taludes
2. C.H. Cahua	• Cordillera Huayhuash • Cordillera de Huallanca • Cordillera Raura	• Disminución Recursos hídricos • Avalanchas de Hielo • Aluviones	• Proyectos Regulación • Obras de Seguridad
3. C.H. del Rímac	• Cordillera la Viuda	• Disminución Recursos hídricos • Huaycos • Deslizamientos	• Proyectos Regulación – Transvases • Obras de Seguridad • Estabilización taludes
4. C.H del Mantaro	• Cordillera la Viuda • Cordillera Central • Cordillera Chonta • Cordillera Huaytapallana	• Disminución Recursos hídricos • Avalanchas de Hielo • Deslizamientos	• Regulación – Represas • Obras de seguridad • Obras de Estabilidad de Taludes
5. C.H. Yaupi	• Cordillera Huagoruacho u Oriental	• Disminución Recursos hídricos • Avalanchas de Hielo • Deslizamientos tierra	• Ampliación Embalses • Regulación • Estudios Glaciares • Monitoreo • Deslizamientos. • Estabilización.
6. C.H. de Charcani	• Cordillera Volcánica	• Disminución Recursos hídricos	• Regulación recursos
7. C.H. de Aricota	• Cordillera Barroso	• Disminución Recursos hídricos	• Regulación recursos
8. C.H. de Machupicchu	• Cordillera la Raya • Cordillera Vilcanota • Cordillera Urubamba	• Disminución Recursos hídricos • Aluviones • Avalanchas de Hielo • Deslizamientos	• Regulación represas • Obras de seguridad • Estabilización Taludes
9. C.H. San Gaban	• Cordillera Carabaya	• Disminución Recursos hídricos • Aluviones • Deslizamientos	• Regulaciones – Presas • Obras de seguridad • Estabilización Taludes

Fuente: Estudio de Vulnerabilidad de los Recursos Hídricos de Alta Montaña, INAGGA, CONAM, 1998

Aluviones y Aludes Significativos:

Uno de los aluviones más grandes producidos por el oleaje y desborde de lagunas glaciares, ocurrió en 1941 en la ciudad de Huaraz, cuando las aguas de las lagunas Acoshcocha y Cojup cayeron sobre esa ciudad, descargando más de 4 millones de m³ de material, ocasionando la muerte de 5000 personas y la destrucción de la tercera parte de la ciudad. El fracturamiento,

³⁰ Estudio de Vulnerabilidad de Recursos Hídricos de Alta Montaña, CONAM, abril 1998

rotura y caída de una lengua glaciar sobre los espejos de agua de dichas lagunas, originó el aluvión.

Sin embargo, los desastres de mayor envergadura han sido causados por aluviones generados por grandes avalanchas de hielo o hielo-roca, como los producidos en 1962 y 1970 en Ancash. En ambas ocasiones, avalanchas de hielo provenientes del pico Norte del Nevado Huascarán, ocasionaron aludes de enormes proporciones, que afectaron y destruyeron directamente a poblaciones emplazadas en el área de influencia del aluvionamiento. La naturaleza del fenómeno acontecido en 1970 y los daños que ocasionó son descritos en los siguientes párrafos.

El Alud-Aluvión de Yungay en 1970

El 31 de mayo de 1970 como consecuencia del terremoto que afectó el Callejón de Huaylas, se produjo el desprendimiento de una cornisa de hielo en el pico norte del nevado del Huascarán, de aproximadamente 50 millones de m³ de nieve y rocas, originando un alud gigantesco que sepultó las ciudades de Yungay y Ranrahirca, ocasionando la desaparición de 18,000 personas.

Entre la zona de desprendimiento del pico del Huascarán (6,300 m.s.n.m) y el valle del río Santa en Yungay (2,350 m.s.n.m), hay una diferencia de 3,950 mts. y una distancia aproximada de 13 Km, se calcula que la velocidad de desplazamiento de dicho aluvión entre ambos puntos alcanzó los 280 a 300 Km por hora, cubriendo un área de 22.5 km². En las quebradas del río Santa (Cañón del Pato), la crecida alcanzó una altura de 80 metros y la velocidad del flujo de agua y de sedimentos en esa zona sobrepasó probablemente los 100 km/h, destruyendo una central hidroeléctrica, la vía férrea Huallanca-Chimbote y provocando una inundación catastrófica que cubrió varios kilómetros de la llanura aluvial del río Santa, hasta el mar.

Este no fue sin embargo el primer evento de este tipo en la zona, pues como se señaló antes, en 1,962 se habían precipitado del mismo nevado Huascarán, 13 millones de m³ de hielo, este alud causó la destrucción de la localidad de Ranrahirca y la muerte de 4000 personas.



Peligro de Inundaciones

Las inundaciones se producen por desborde de ríos y lagos, que cubren temporalmente los terrenos bajos adyacentes a las riberas. En el país las inundaciones pueden ser *frecuentes y periódicos*. *Frecuentes*, son las inundaciones que se producen anualmente en la cuenca amazónica en tiempo de lluvias entre los meses de octubre a mayo y con mayor y menor magnitud y área de afectación. *Periódicas*, son las inundaciones que ocurren en forma alternada en puntos específicos y conocidos del territorio, a causa de lluvias intensas en la sierra que producen la crecida de caudales y desbordes en llanuras de la sierra y el altiplano, principalmente en los afluentes del lago Titicaca y los ríos Quispicanchis y Vilcanota. También las que se producen en las cuencas bajas de los ríos de la costa, por lo general en los últimos 10 a 20 km antes de su desembocadura en el mar, en el caso de la cuenca del Rímac desde los últimos 40 km.

Las inundaciones se producen anualmente con diferente intensidad, principalmente entre los meses de noviembre y abril de cada año, que es la temporada de lluvias. Los desbordes se producen en su mayoría en las llanuras donde los ríos alcanzan pendientes de 0 a 5%, que para el caso de los ríos de la Costa y los de la vertiente del Lago Titicaca, son los tramos finales antes de su desembocadura. Debido al arrastre de suelos, la sedimentación, colmatación de los ríos y la falta de políticas de mantenimiento de los cauces, cada año los ríos desbordan con menor caudal.

En la Selva, en la zona circunlacustre del Titicaca y también en el norte del país, durante eventos Niño, las inundaciones son progresivas y cubren con agua todas las terrazas durante periodos de tiempo que abarca meses, en que las lluvias y desbordes ocurren continuamente. En las llanuras ribereñas de la Costa y también en ciertas zonas de la Sierra, las inundaciones son súbitas y producidas por un solo evento, que con una descarga instantánea rebasa la capacidad del cauce y desborda, inundando las terrazas o llanuras, que se mantienen cubiertas con agua por menor tiempo. Sin embargo, los sedimentos y lodo que suelen acarrear estos ríos pueden cubrir por un tiempo mayor las terrazas.

El incremento del caudal de los ríos no solo produce desbordes e inundaciones sino también erosión fluvial y caídas de los taludes laterales, cortando así tramos de carreteras que generalmente discurren paralelas a ellos y los terrenos de cultivo en las márgenes. La erosión fluvial ocurre casi a todo lo largo de los ríos de la costa, sierra y selva, especialmente en aquellos de régimen torrentoso y durante las grandes descargas ocasionadas por fuertes lluvias; es el caso de erosiones que cada año se producen en ambas márgenes del río Rímac, en los sectores de Chosica, Carapongo, Huachipa, Puente Santa Rosa; la erosión de riberas del río Huallaga, en Juanjui, Bellavista, Pajarillo; por el río Santa en Recuay, Catac y Huaraz; la erosión en la ribera izquierda del río Apurímac en el sector urbano del pueblo de Colcha en Paruro-Cusco.

En años en que se produce el Fenómeno El Niño, las crecidas extraordinarias causan muchos más daños e incluso caída de puentes, las inundaciones que se producen causan impacto diverso en viviendas de adobe, sistemas de alcantarillado que se bloquean y colapsan, así como en los sistemas de agua. El empozamiento de aguas facilita la reproducción de insectos que transmiten la malaria, el paludismo, el dengue y otras enfermedades tropicales que afectan masivamente a la población.

Características y áreas sensibles a inundaciones en cada Región

En la Costa, los ríos tienen una extensión promedio de 120 km, que en su mayoría permanecen secos gran parte del año. En temporada de lluvias en la sierra, los ríos costeros aumentan su caudal y en algunos lugares causan daños a poblaciones localizadas en las riberas, por la inundación de viviendas o por la erosión de dichas riberas y la pérdida de terreno marginal, lo que generalmente sucede en los últimos 10 a 20 kilómetros antes de su desembocadura, donde la gradiente de los ríos se reduce drásticamente, los cursos de agua no están encauzados y los lechos se hallan colmatados por el sedimento de suelo transportado desde las partes altas de las cuencas, áridas y muy deleznable.

En el contexto de la ocurrencia del Fenómeno El Niño, el incremento extraordinario de lluvias en la costa norte (departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad), potencia el peligro de inundaciones. En los departamentos vecinos localizados al sur, las lluvias intensas que se pueden producir en las partes medias y altas de las cuencas, a pesar de no ser continuas, son suficientes para producir la crecida extraordinaria de caudales en los ríos y provocar inundaciones en ciudades importantes como Trujillo, Chimbote e Ica, así como varios pueblos pequeños localizados cerca de la ribera de los ríos. Este tipo de inundaciones por lo general súbitas no duran mucho, en pocas ocasiones duran varios días y excepcionalmente unas semanas como fue el caso de la inundación de Ica en enero de 1998; sin embargo en muchas de las ciudades y centros poblados de la Costa, el predominio de viviendas construidas en tierra (adobe o tapial), hace que resulten muy afectadas y en gran porcentaje destruidas con estas inundaciones.

Estas mismas regiones también presentan alta vulnerabilidad a un peligro un poco más relativo pero no improbable, que puede ser un período corto de lluvias intensas sobre las ciudades costeras, debido a una crisis climática por efecto de El Niño. Este peligro ya fue advertido en 1997 como una posibilidad por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología; frente a dicho peligro las ciudades de Lambayeque, La Libertad, Ancash, Lima e Ica tienen dos tipos de vulnerabilidades; gran parte de los techos son planos, por lo cual no favorecen el drenaje de aguas, y una gran proporción de viviendas tienen techos que no resistirían lluvias. Adicionalmente, las ciudades no han sido construidas con sistemas de drenaje para lluvias, por lo cual se producirían aniegos de grandes proporciones, con efectos sobre sistemas de desagüe y vialidad³¹.

En la Sierra, existe una menor vulnerabilidad a inundaciones, pues la gran mayoría de ciudades, pueblos, anexos y caseríos están localizados en laderas, algunas sobre pendientes bastante fuertes, lo que facilita el drenaje de las aguas pluviales. Sin embargo, algunas zonas de esta región por las condiciones morfológicas que presentan son sensibles a inundaciones, como las que se señalan a continuación.

Puno, donde se producen con cierta recurrencia problemas de inundaciones en la altiplanicie circunlacustre al lago Titicaca. En años en que hay gran actividad pluvial se incrementa el caudal de los ríos y el nivel de las aguas del lago Titicaca, produciéndose inundaciones. Las más recientes y significativas por sus impactos se produjeron los años 1985, 2001 y últimamente en el 2003.

³¹ Gilberto Romero en Diagnóstico para Plan de Contingencias de Oxfam Internacional

Cusco, donde el río Vilcanota suele desbordar en las llanuras de los pueblos de Huambutio, Urcos, Sicuani, San Pedro, San Pablo y Tinta y en menor medida en el Valle Sagrado de los Incas, en Urubamba, Calca y Ollantaytambo. En los últimos años este mismo río ha venido produciendo desbordes en el Bajo Urubamba, en la provincia de la Convención.

Junín, donde el río Mantaro en ciertas ocasiones ha desbordado en las llanuras localizadas entre las provincias de Jauja y Huancayo. En este departamento también se producen el río Quilcas produce inundaciones que han destruido viviendas en sectores de la ciudad de Huancayo.

Ayacucho, donde el río Cachi ha desbordado en varias oportunidades afectando pueblos cercanos a la ciudad. Una zona crítica por desbordes en Ayacucho es el pueblo de Socos.

Ancash, donde el río Santa que recorre de sur a norte el callejón de Huaylas, ha producido también inundaciones en algunas zonas de la provincias de Recuay y Huaraz.

En la Selva, las inundaciones por lo general son lentas, progresivas, de mayor envergadura y duración que en la sierra y más aún que en la costa. Se concentran en las llanuras, donde los ríos tienen muy poca pendiente y discurren formando meandros, desbordes que se explican por la intensa y creciente deforestación de las montañas que facilita la erosión hídrica de laderas y el acarreo significativo de suelos hacia las partes bajas, que sedimentan los lechos de los ríos, reduciendo la capacidad de los cauces, generando como efecto que los ríos erosionen las riberas para ampliar su cauce y que incluso algunos de ellos, modifiquen su curso.

En los cinco departamentos ubicados en ésta región, se producen inundaciones; Madre de Dios, Amazonas, San Martín, Ucayali y Loreto; en donde se ubican 4 grandes cuencas hidrográficas, la del Marañón, Huallaga, Ucayali³² y Madre de Dios. Las inundaciones en esta región comprometen tanto zonas pobladas como zonas donde no hay población ni se desarrollan actividades humanas y por tanto no causan daño. En el primer caso, se trata de zonas donde los centros poblados, la actividad agropecuaria y la infraestructura (carreteras, líneas de energía etc.) está ubicada cerca a las riberas de los ríos.

La migración a la selva ocurrida durante el siglo pasado e intensificada desde los años sesenta, ha generado impactos ambientales importantes que han incrementado el nivel de peligro y de vulnerabilidad. La población migrante proveniente principalmente de la sierra, suele reproducir su cultura en un medio distinto, deforestando zonas para realizar cultivos, construyendo viviendas de adobe, con consecuencias funestas, en contraste con las prácticas de la población nativa que con conocimiento del medio, localiza mejor sus viviendas, las construye adecuadamente para resistir mejor las inundaciones, hace uso temporal de las llanuras para efectos de cultivo y en general está menos expuesta a sufrir desastres naturales.

Una distribución espacial de áreas sensibles a inundaciones en el país, se puede observar en el mapa N° 16, elaborado por INGEMMET y en el mapa N° 17, elaborado en base al anterior y al mapa de zonificación de peligros geológicos de la misma institución.

³² las tres primeras forman el río Amazonas

MAPA N° 16



MAPA N° 17



Condiciones que favorecen la ocurrencia y afectación por inundaciones

La erosión y deforestación de las cuencas debido a inadecuadas prácticas de cultivo y a la extracción de madera³³ que continúa sin control, así como el sobrepastoreo, que aumentan el escurrimiento y hace que las lluvias laven los suelos de las laderas y transporten éstos materiales hacia los ríos, que se sedimentan, colmatan y desbordan, provocando inundaciones.

La ocupación urbana sobre terrazas de inundación, lo que reduce el área disponible para absorber la lluvia y la capacidad del cauce para transportar el agua, elevando su nivel y creando riesgo de inundación³⁴, como también de erosión del lecho del río. La exposición cada vez mayor de poblaciones, infraestructura, cultivos y carreteras que corren paralelas a los ríos con plataformas que no están adecuadamente protegidas de la erosión, por lo cual son cortadas y colapsan frecuentemente. De esta manera, el emplazamiento de las poblaciones y de la infraestructura resulta fundamental, pues por un lado pueden incrementar el peligro de inundaciones y de otro lado, configurar también frente a él, condiciones de vulnerabilidad.

El tipo de vivienda y el material de que está construida, también es otro factor que puede favorecer la afectación en caso de inundaciones. En las viviendas de adobe, las inundaciones y las lluvias intensas, erosionan y humedecen sus bases, para causar después su colapso. Otro elemento que es característico en muchos pueblos de la Costa y Selva es que carecen de sistemas de drenaje de aguas.

Inundaciones Significativas

Cuadro N° 18
Inundaciones significativas

Inundaciones significativas
Inundación producida por el río Huallaga en Juanjui, Bellavista en el departamento de San Martín
Desbordamiento del río Rímac en el Callao que afectó un gran sector de la Urbanización Gambetta
Desborde del río Chillón en el 2001 que inundó la Urbanización San Diego
Inundaciones del río Zarumilla en Tumbes
Inundaciones del río Piura en Piura
Desborde del río Ica en 1998 que afectó a la ciudad de Ica
Inundación de zona circunlacustre en Puno en 1985, por incremento del nivel de agua del Lago Titicaca

Fuente: INGEMMET en Atlas de Peligros Naturales-INDECI

- **Inundaciones en Puno, en 1985, 1991, 1997, 2001, 2003.** En Puno, las precipitaciones pluviales extraordinarias de los años 1984 y 1985, causaron inundaciones en las riberas del lago Titicaca, ocasionando la destrucción de asentamientos humanos y grandes pérdidas agrícolas y pecuarias, daños considerados como los más catastróficos de las últimas décadas. En ese año se produjeron reubicaciones de las poblaciones damnificadas en otras zonas con resultados diversos, *“al cabo de dos meses ya habían regresado de nuevo a su lugar de origen”*, según testimonios de algunos dirigentes comunales al dar cuenta de la experiencia fallidas, en otros casos las experiencias de reasentamiento se consolidaron, arraigando a las poblaciones en sus nuevas tierras. En el año 1986, el lago Titicaca llegó a desbordar inundando gran parte de la población ribereña de la ciudad de Puno, llegando

³³ En el caso de las cuencas de la selva

³⁴ Un ejemplo típico, lo constituye la Ciudad de Ica

hasta el estadio Torres Belón. Los ríos Ramis y Huancané se desbordaron en el año 1997, afectando 1,000 ha de terreno agrícola. En 1991 igualmente se produjeron inundaciones por desborde de los ríos Ramis, Huancané, Coata e Ilave, y crecida del lago Titicaca; la filtración de los ríos Ramis y Huancané y la elevación de las aguas de las lagunas de Arapa y Yanaoco al juntarse, produjeron una gran laguna. A esa situación se añadieron las granizadas en las partes altas que dañaron los pastos naturales y la mortalidad en las crías de los animales de 108 comunidades campesinas y 4 parcialidades.

- **Inundaciones en Ica en 1998.** En febrero de 1998, la ciudad de Ica fue afectada por una inundación producida por desborde del río Ica, ocasionado por las fuertes lluvias producidas en la parte alta de la cuenca, como consecuencia de las situaciones meteorológicas desfavorables que se presentaron como producto de las anomalías climáticas producidas por el Fenómeno El Niño 97-98, que activaron quebradas como San José de Los Molinos, Cansas, entre otras, por donde discurrieron huaycos que incrementaron el caudal del río. La crecida extraordinaria del río Ica alcanzó un caudal pico de 600 m³/s que inundó toda la ciudad (la capacidad del cauce se estimaba en 200 m³/s), inundación agravada por el estrechamiento del cauce por la ciudad a través de construcciones y la obturación de antiguos canales que permitían antaño la derivación de las aguas en épocas de crecida. El crecimiento de la ciudad redujo el número de canales y de aliviaderos, pero además ocupó áreas con un nivel inferior al lecho del río, generando alto riesgo ante inundaciones. La ciudad de Ica en el pasado también fue inundada en 1963 y 1941.



Peligro de Sequías

Se califica como sequía, a un extendido periodo de sequedad, o a cualquier periodo de deficiencia de humedad que está por debajo de lo normal para un área específica, y que supone insuficiencia de agua para satisfacer las necesidades de los elementos bióticos locales por un periodo prolongado³⁵(agua requerida para plantas, animales y necesidades humanas). Su ocurrencia depende de la combinación de escasez o ausencia de lluvias, de la capacidad de absorción y almacenamiento del suelo, de la evapotranspiración y de las altas temperaturas en el periodo de sequedad. Esta fase anormal de tiempo seco suficientemente prolongado en que se produce la falta de precipitación en zonas normalmente lluviosas, causan un grave desequilibrio hidrológico.

En el país, las sequías se producen principalmente en la sierra que es donde las lluvias se producen y se ausentan también. La actividad agropecuaria de la sierra peruana depende del nivel de dicha precipitación pluvial y de su distribución en el año³⁶, por lo que el calendario agropecuario lo define el régimen de lluvias, caracterizado por precipitaciones intensas entre noviembre y marzo. Cuando en esos meses las lluvias se reducen sensiblemente y se presenta con intervalos prolongados, se configura una sequía, que no sólo afectan la actividad agropecuaria, sino también la producción hidroenergética e incluso el abastecimiento normal de agua potable en las ciudades.

Durante las sequías, además de ausencia de precipitaciones pluviales, se produce alta radiación solar, una pronunciada variación entre calentamiento y enfriamiento del suelo, una mayor sequedad ambiental y mayor velocidad del viento, especialmente durante el día.

Las sequías se presentan con frecuencia e intensidad irregular y al igual que las heladas, friaje y granizadas, configuran el panorama de riesgos climáticos que enfrenta la actividad agropecuaria de las zonas altoandinas por encima de los 3,000 msnm. La probabilidad de que dicho riesgo desemboque en un desastre, está en relación directa a la poca capacidad de la sociedad para adoptar políticas de desarrollo y acciones de prevención que absorban socialmente las pérdidas económicas³⁷. Como en muchos otros lugares del mundo, en el Perú, las sequías han ocasionado y continuarán ocasionando grandes pérdidas en la economía nacional, a no ser que se formulen e implementen acciones destinadas a reducir la vulnerabilidad a este evento.

Localización espacial predominante

El sur andino es la zona más propensa a las sequías (ver mapa N° 18). Está conformado por las regiones de Puno, Cuzco, Apurímac, Arequipa, Moquegua y Tacna; sin embargo, algunas veces las sequías también se han extendido hacia Ayacucho y Huancavelica. Se estima en 4 millones de personas las que resultan afectadas en esos territorios. Sin embargo los que habitan por encima de los 3,500 msnm, que suman alrededor de 1 millón 300 mil personas son las directamente afectadas. Allí el 80% de las tierras son de pastoreo, son escasas las tierras de cultivo, a pesar de lo cual el 70% de la población económicamente activa de esos lugares se dedica a la agricultura y la ganadería.

³⁵ Estudio de Riesgos Geológicos del Perú-Franja N° 2, INGEMMET

³⁶ En esta región, la mayoría de cultivos están supeditados al riego con agua de lluvia y los territorios de pastoreo dependen de la vegetación que producen las precipitaciones pluviales

³⁷ Gerardo Lovón en el documento “Programas de Emergencia Agraria en la Región Inka –1993”

MAPA N° 18



Posibles efectos de las Sequías³⁸

Las sequías pueden producir diversos efectos e impactos como:

- Heladas y otros fenómenos perjudicando el buen desarrollo de los procesos productivos.
- La falta de precipitaciones pluviales y el ataque de las plagas, aparte de provocar la pérdida de la cosecha, coloca al productor campesino ante la hambruna.
- Los pocos productos de origen agrícola, que se logran producir, son comercializados a precios menores que sus reales costos de producción, lo que acentúa la descapitalización del campo.
- La pérdida de la cosecha provoca, además, el aumento progresivo de la migración campo-ciudad. Este despoblamiento del campo aunado a las anteriores consideraciones de escasez alimentaria promueve las importaciones de alimentos sustitutos de la producción local.
- Para los productores que todavía están dispuestos a seguir produciendo en sus localidades, la falta de agua y el acceso a las pocas fuentes proveedoras serán con el tiempo motivo de disputas y conflictos.
- En las sequías generalmente escasea los pastos naturales principal fuente de alimento de los animales, por lo que la población se ve obligada a efectuar una saca masiva e indiscriminada de su ganado. Otros recurren a sacrificar a sus animales, rematándolos a precios inferiores a su costo, ante la imposibilidad de seguir alimentándolos. De esta manera se pierde el capital invertido y especies nativas como la alpaca y la vicuña, destruyéndose el esfuerzo acumulado de varios años.
- La sequía eleva el índice de mortandad y morbilidad del ganado al proliferar enfermedades y se pierden las esperanzas de mejoramiento genético del ganado.
- La notoria disminución de la precipitación pluvial en las nacientes de los valles durante la sequía, producirá una marcada disminución del caudal de los ríos, que afectará el funcionamiento de hidroeléctricas y la producción de energía.
- En los valles costeros la disminución del caudal de los ríos producirá la pérdida de cultivos sometidos a riego.
- En las ciudades, la escasez de agua repercute en el abastecimiento de agua para consumo humano, que queda seriamente disminuido.

Sequías significativas: La Sequía de 1982-83

En 1982-83 se presentó una de las más fuertes sequías de las últimas décadas en el Perú, que afectó a 3 grandes unidades fisiográficas: los pastizales altoandinos, las praderas onduladas más bajas (jalca) y los valles encañonados; produciendo cuantiosas pérdidas en cultivos y una disminución de los rendimientos agrícolas y pecuarios.

Desde entonces se han venido presentando en el sur andino un ciclo de irregularidades climatológicas que combinan fenómenos como sequías, heladas, granizadas e inundaciones. A pesar de no existir registros meteorológicos precisos, la frecuencia de estos eventos se ha elevado de modo considerable. La insuficiente recarga de las fuentes hídricas por la caída de los niveles históricos de precipitación pluvial, llegó a configurar hasta 3 periodos de sequía: 1982-83, 1985-86 y 1989-90. El primero de ellos tuvo mayor intensidad, duración y magnitud en daños económicos, genéticos y ecológicos³⁹.

³⁸ Instituto de Apoyo Agrario, Diagnóstico de la Emergencia Agraria en el Perú, Lima 1989

³⁹ Instituto de Apoyo Agrario, Diagnóstico de la Emergencia Agraria en el Perú, Lima 1989

La situación más crítica se dio en el altiplano, en el departamento de Puno, entre el límite de Bolivia y el departamento de Cuzco, aproximadamente entre las localidades de Maranganí y Sicuani. De allí al norte la situación se fue atenuando, porque la sequía fue más corta y porque existe un incremento sustancial de las superficies de bajo riesgo. La sequía afectó también, al altiplano del sur (Meseta del Collao), a los departamentos de Moquegua, Arequipa, Cusco, Tacna y Ayacucho.

En otros departamentos donde existen altiplanos y altipampas, también hubo sequías extremas como es el caso de las dos grandes pampas del departamento de Ayacucho (Cangallo y Galeras). La sequía extrema golpeó una organización productiva débil, que sobre explota el recurso pastoril y el recurso tierra, con baja capacidad de modificar el impacto.

Principales efectos de la sequía 82-83⁴⁰

- Liquidación del rebaño, por venta y/o sacrificio para autoconsumo. Los técnicos estimaron que la recuperación del hato tardaría 6 años.
- Desertificación de los ecosistemas leñeros. En Ayacucho, Arequipa y Puno hubo reducciones del 20% de los bosques de eucaliptos de las comunidades de valles y de un 10% de la superficie de los bosques de queños y quishuara.
- Pérdidas de bancos genéticos, al comerse comido las “semillas” de papa, se produjo una pérdida de variedades locales muy importante, lo que puso en riesgo la desaparición de los bancos genéticos más ricos del mundo (Perú y Bolivia).
- Retracción de ecosistemas de balance hídrico delicado. Los técnicos locales señalaron retracciones en los siguientes esquemas: turbera de distichia, pastizales de puna, vegetación de suelos profundos, bosques de queñoa, bosques de kcolli, totorales de tierra anfibia alrededor del lago Titicaca, de gran valor agregado en época de escasez.
- Expansión de ecosistemas resistentes a la sequía extrema. Entre los ecosistemas que expandieron aparecen: tolares, ecosistemas de dunas, ecosistemas de salares, playas desnudas, perilagos, pajonales silicosos de ichu
- La esquila a destiempo con lapsos de crecimiento de fibra más cortos que los exigidos por la industria textil (12 a 18 meses), que se vieron obligados a realizar los campesinos con el objeto de comprar alimentos, trajo como consecuencia el incremento de abortos y de animales muertos por neumonía, pero además la desnutrición de los animales, dio lugar a baja calidad de la fibra.
- Incremento del riesgo de los incendios en los pastizales
- Cambios en la composición de los pastos. Los técnicos indicaron la desaparición de los “pastos cortos y suaves” y el incremento del ichu, lo que provocó una extensión de los incendios naturales fuera de sus áreas habituales (La Raya y Sicuani).

La sequía 82-83 tuvo un impacto significativo en la economía nacional, el valor de las pérdidas en la agricultura y en la actividad pecuaria representó el 43% del valor total de las pérdidas generadas ese año por el conjunto de eventos destructivos que se produjeron en ese año (ver cuadro N° 18).

⁴⁰ Jorge Morello, Sequía extrema en el Altiplano 1982-1983-Enfoque Ecológico-Ambiental, Informe de Misión PNUMA, CEPAL

Cuadro N° 19
Resumen de estimado de pérdidas en el sector agricultura debido a huaycos, inundaciones y sequías 1983
(en millones de soles)

	Agrícola	Pecuaría	Infraestructura de riego	Total
Por lluvias, huaycos e inundaciones	292,151.10	-	40,410.60	332,561.70
Por sequía	200,612.30	48,873.00	-	249,485.30
Total	492,763.40	48,873.00	40,410.60	582,047.00

Fuente: Estimado de Pérdidas en el sector agrario debido a inundaciones, huaycos y sequías 1983, Min. de Agricultura

Otros eventos significativos

Sequía de 1943, grave a nivel nacional, ocasionó una intensa migración de la población rural hacia las ciudades de la costa

Sequía de 1956-57, afectó todo el sur peruano

Sequía de 1962, afectó la mayor parte del territorio peruano

Sequía de 1966-67, afectó el altiplano

Sequía de 1990, afectó la zona sur

Sequía de 1996, afectó igualmente el sur del país

Desertificación

El Informe Nacional para la implementación de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, señala la problemática de la desertificación como uno de los problemas principales del Perú actual y en el que se conjugan factores físicos, económicos y sociales. Factores naturales, ligados a las condiciones de extrema aridez de la costa y de semiaridez y subhumedad de la sierra, que abarca el 38% del territorio nacional. Factores económicos sociales, entre los que se destaca el hecho de que el 88% de la población se asienta en zonas donde sólo se recibe el 2 % de la precipitación anual y se concentra además la casi totalidad de la actividad agropecuaria, minera e industrial nacional.

Este proceso es resultado de condiciones climáticas especiales (altas tasas de evapotranspiración, *precipitación escasa y errática* y *sequías recurrentes*) y de condiciones físicas de sensibilidad, inherentes al tipo de terreno o suelos. El proceso de desertificación se expresa en la reducción o destrucción del potencial biológico del terreno, que crea condiciones análogas a las de un desierto natural.

Comprende el empobrecimiento de los ecosistemas terrestres bajo el impacto del hombre, medido por el menor volumen de las cosechas, alteraciones indeseables de la biomasa y de la diversidad de fauna y flora y mayores peligros para la habitabilidad humana. La presión del crecimiento de la población puede también aumentar el grado de desertificación si es que no se modifican las prácticas de uso de la tierra. En diferentes áreas y diferentes poblaciones puede significar la degradación de tierras de pastoreo, la destrucción de cubierta vegetativa, la erosión eólica y traslado de dunas de arena, la conversión de tierras productivas en terrenos eriazos, la degradación de la vegetación y de los suelos.⁴¹

⁴¹ Manual sobre el Manejo de peligros naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado-OEA

Cuadro N° 20
Zonas con procesos de desertificación en el Perú

PAIS	REGION HIPERARIDA	ESTADO DE LA DESERTIFICACION		
		Leve		Severo
PERU	Ancash Arequipa Ica La Libertad Lima Moquegua Tacna	Ancash Arequipa Ayacucho Cajamarca Huancavelica Ica La Libertad	Lambayeque Lima Moquegua Piura Puno Tacna Tumbes	Arequipa Ayacucho Moquegua Puno Tacna

Fuente: Manual sobre el Manejo de peligros naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado

En nuestro país, este proceso afecta zonas localizadas tanto en departamentos de la costa como de la sierra. Sin embargo, el estado actual del proceso de desertificación en el Perú, es particularmente severo en los departamentos de Arequipa, Ayacucho, Moquegua, Puno y Tacna, que son precisamente los departamentos que recurrentemente son afectados por sequías (ver cuadro N° 19).

Actividad humana que favorece el proceso de desertificación

Las prácticas agrícolas en tierras secas pueden contribuir al proceso de desertificación porque exponen los suelos al viento y a la erosión del agua durante períodos de sembrío temprano y después de la cosecha. Las partículas más finas del suelo son acarreadas por el viento o lavadas con el material orgánico esencial que hará falta en el próximo ciclo agrícola, con ello se produce una gradual reducción de nutrientes con el correr de los años.

La agricultura con riego también puede contribuir a la desertificación si es responsable de aniegos y salinización. Los aniegos reducen la aireación del suelo y las raíces de las plantas no pueden sobrevivir. El exceso de irrigación induce la acumulación de sales solubles, lo que a su vez perjudica el crecimiento de las plantas.

El pastoreo mal manejado también contribuye a la pérdida de la cobertura vegetativa de los suelos. El corte de leña también puede contribuir a la desertificación. El uso indiscriminado del fuego, también elimina la cobertura vegetal y deja a los suelos sin protección y expuestos a la erosión.



Peligro de Heladas

Las heladas son fenómenos caracterizados por el descenso de las temperaturas del medio ambiente por debajo de los 0°C. Ocurren en las zonas altoandinas, en el altiplano de Puno, las partes altas de Arequipa, Moquegua, Tacna, Cusco. El superenfriamiento atmosférico y la congelación de agua y la humedad ambiental, afectan la salud de las poblaciones (enfermedades respiratorias) y producen daños irreparables a las plantas, afectando la agricultura, pero también la ganadería. En la zona del altiplano, el 85% de los valores más fríos de temperatura se produce entre mayo y agosto, sin embargo el peligro de heladas puede producirse en cualquier época del año. Son más peligrosas las que se presentan entre noviembre y diciembre que son las heladas tardías, pues en esa época los cultivos se encuentran en plena germinación o desarrollo.

En el mapa de promedio del periodo libre de heladas elaborado por SENAMHI (mapa N° 14), se identifican las áreas del país que presentan este peligro, diferenciándose áreas según el promedio de días al año que podrían estar libres de este peligro; estimación realizada en base a información histórica que cubre el periodo 1963-1980. El mapa de temperatura mínima normal en estación de invierno elaborado por esa misma institución (mapa N° 15), registra igualmente las zonas del país cuya temperatura mínima en invierno está por debajo de los 0°C. En el país hay zonas que pueden llegar a registrar temperaturas de -16°C.

Sobre la base de la unión de los conjuntos definidos por las zonas que pueden alcanzar valores de temperatura por debajo de 0°C (mapa N° 20) y las zonas que tienen en promedio entre 0-90 días libres de heladas (rango extremo en el mapa N° 19), se han definido las zonas con peligro potencial de heladas que se muestra en el mapa N° 21.

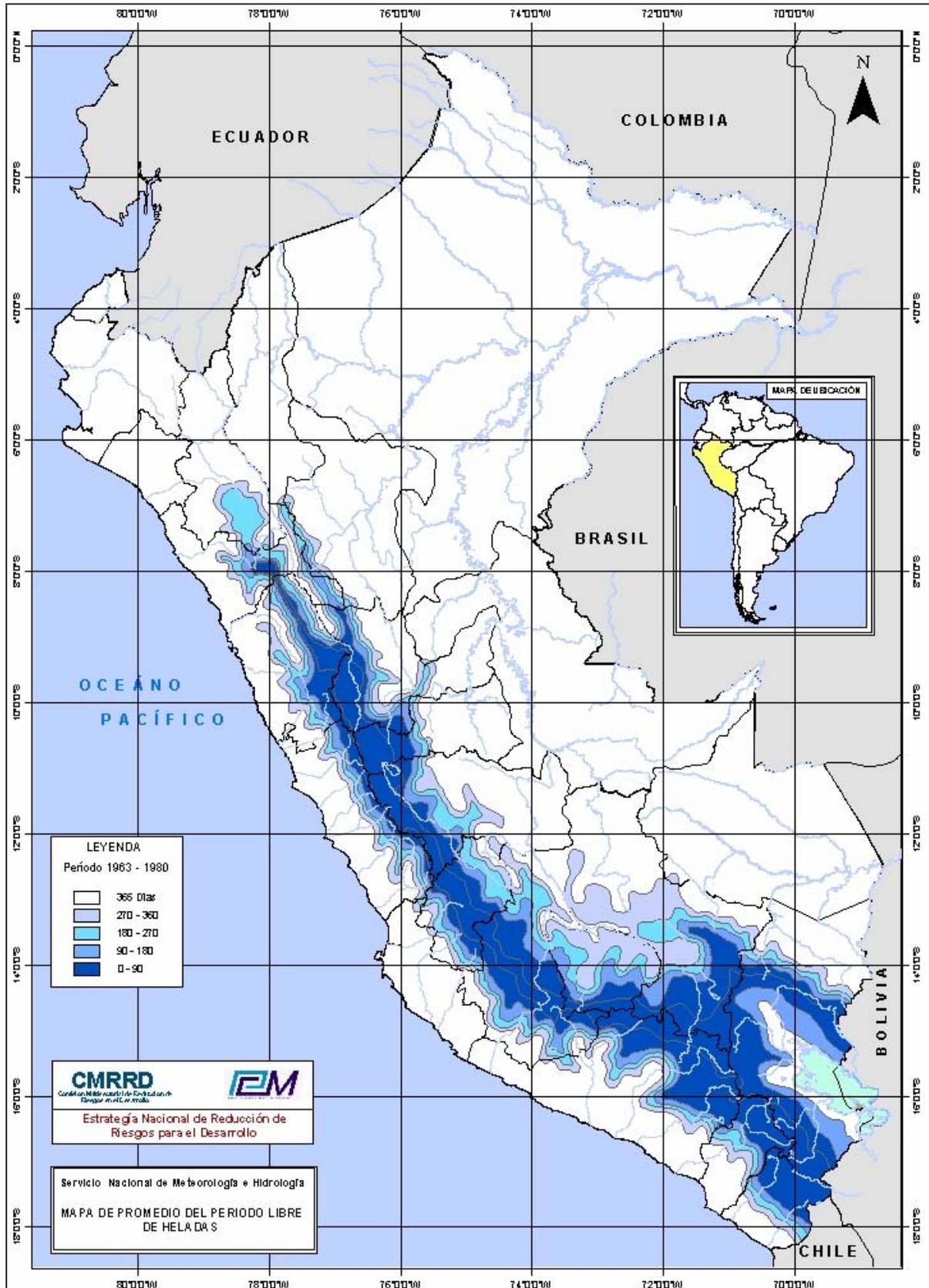
Eventos significativos

En 1996 se produjeron heladas que afectaron los departamentos de Moquegua (provincia Mariscal Nieto), Puno (provincias de Yunguyo y El Collao), Arequipa (provincia de Arequipa). En 1997 las heladas afectaron las provincias de Castilla y Camaná en Arequipa.

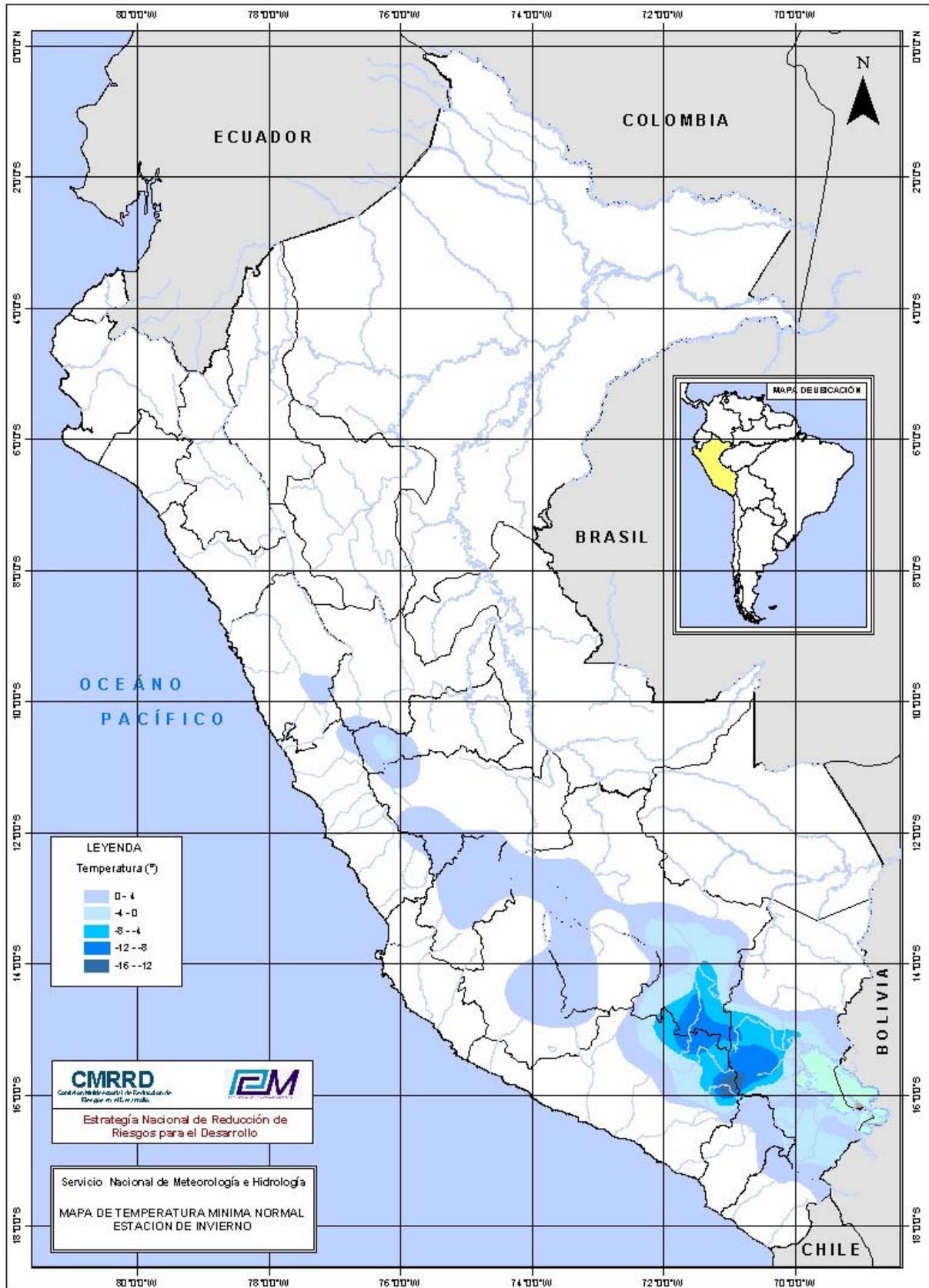
El 2002 ocurrió un fenómeno de Friaje que afectó zonas localizadas por encima de los 3,500 m.s.n.m., en el sur andino. Las temperaturas descendieron hasta - 20 °C, y se acompañaron de intensas tormentas de nieve y granizo, así como lluvias y fuertes vientos que provocaron la muerte de personas, particularmente niños, la destrucción y afectación de viviendas, la destrucción de cultivos y pastos, la muerte de ganado. Las poblaciones afectadas estaban constituidos por campesinas dedicados a la crianza de ganado ovino y de camélidos sudamericanos y de agricultura para el autoconsumo; poblaciones y localidades de extrema pobreza en el Perú. El Fenómeno tuvo un amplio impacto territorial que alcanzó a las provincias altas de los departamentos de Tacna, Moquegua, Arequipa, Puno, Cusco, Ayacucho, Apurímac.



MAPA N° 19



MAPA N° 20



MAPA N° 21



Peligros asociados al Fenómeno El Niño

El Fenómeno El Niño constituye un *complejo fenómeno climático global y recurrente que se manifiesta en variaciones oceanográficas y atmosféricas a gran escala*. En el Perú una de sus manifestaciones principales es el calentamiento de la temperatura superficial del océano, que genera incremento de las precipitaciones en el norte del Perú, tropicalizando el clima de esa zona del país

El Niño se ha presentado en el país con diferente intensidad, *en todos los casos su influencia se manifiesta con lluvias excesivas y prolongadas en la costa norte*⁴², principalmente en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad y Ancash (exceptuando las provincias altas de la sierra). *En la sierra sur esa influencia suele manifestarse en falta o escasez de precipitaciones*, como lo fue en el 82-83, afectando a los departamentos de Ayacucho, Huancavelica, Apurímac, Cusco, Puno y las provincias altas de Arequipa; sin embargo en ocasiones excepcionales como en el 97-98, puede producir en estas zonas, lluvias por encima del promedio. *Excepcionalmente también como en el 97-98, el Niño puede provocar lluvias en otros lugares de la costa centro y sur del país*.

Este fenómeno tiene larga data. Investigadores sostienen que las culturas prehispánicas peruanas de la costa norte, fueron destruidas por efecto de eventos Niños Excepcionales ⁴³. Diversos autores dan cuenta de la ocurrencia de eventos Niño durante todo el milenio pasado. En el siglo XX los más catastróficos fueron los de 1925, 1982-83 y 1997-98.

El Niño y el ENSO

Investigaciones realizadas señalan la vinculación del Fenómeno El Niño con un fenómeno meteorológico global conocido como la Oscilación del Sur, que se expresa en la oscilación de presiones atmosféricas entre dos lugares del Pacífico la isla de Tahití y Darwin en Australia. Esta vinculación se ha dado en denominar ENSO por las siglas en inglés de El Niño – Southern Oscillation.

El cambio en la posición e intensidad de la actividad convectiva en el centro y poniente del pacífico ecuatorial que se produce durante el ENSO, modifica también el clima en otras partes del planeta, a través de un mecanismo de teleconexión atmosférica que vincula este disturbio con todo el sistema global de presiones, generando disturbios atmosféricos globales. En 1983 por ejemplo, estas modificaciones en el clima y régimen de lluvias en todo el mundo, produjo severas sequías en Australia, Indonesia y Sudáfrica y lluvias torrenciales en las costas de Sudamérica y California.

La aparición de un ENSO se caracteriza entonces por la inversión de la diferencia de presiones entre la isla de Tahití y Darwin en Australia, por el incremento de los valores de temperatura de la superficie del mar en diversas partes del Pacífico. En el norte del Perú este incremento de la temperatura del mar va acompañado de un aumento de la temperatura de aire, lo que provoca variaciones de los recursos biológicos (en particular de la pesca), del nivel del mar, modificación de los vientos y de las corrientes marinas y generalmente por un crecimiento considerable de las precipitaciones.

⁴² La costa norte es la única zona en la que las precipitaciones e inundaciones están ligadas indiscutiblemente al Fenómeno El Niño

⁴³ R. Dávila Cueva, sostiene en su tesis, que el Imperio Chimú fue destruido el año 1100 D.C. por efectos de El Niño.

El ENSO sigue un ciclo cuya duración puede variar entre 2 y 7 años (en promedio 3.8 años) constituido por una fase caliente (El Niño), que tiene una duración de por lo menos 6 meses y que puede prolongarse por más de un año, y una fase fría (La Niña), cuya influencia se manifiesta en casi todo el Perú, con incremento de precipitaciones superiores a su valor normal, particularmente en toda la vertiente del Pacífico, pero menos excesivas que las provocadas por El Niño. En el caso de La Niña, el incremento de precipitaciones no son provocados por un aumento de las temperaturas del mar, sino por influencia de los sistemas frontales del sur (aire polar).

Factores que influyen en la ocurrencia de los eventos Niño

Varios factores influyen entre sí para determinar las condiciones climáticas del país, entre ellos, la corriente de Humboldt, la corriente El Niño, la zona de convergencia intertropical⁴⁴, el anticiclón del pacífico sur⁴⁵ y el sistema de alta presión de Bolivia. La Corriente de Humboldt que se desplaza de sur a norte, es fría y rica en nutrientes y permite el desarrollo de una inmensa riqueza ictiológica y a la vez propicia condiciones atmosféricas estables al litoral, lo que junto con la presencia de Los Andes, determina la aridez de la costa. La Corriente de El Niño en cambio es cálida y se desplaza de norte a sur; ambas corrientes normalmente llegan a encontrarse a la altura del paralelo 5° de latitud sur.

Durante los eventos Niño, las condiciones normales de esa interacción son trastocados produciéndose variaciones. El anticiclón del pacífico sur se debilita y hace que la corriente marina Humboldt de aguas frías, reduzca su fuerza; mientras que la corriente El Niño, de aguas cálidas, penetra más en nuestro mar territorial, invadiendo con sus aguas el litoral norte hasta el paralelo 12° y elevando la temperatura superficial del mar en 4°C o más⁴⁶. El debilitamiento del anticiclón del pacífico sur permite a su vez que la zona de convergencia intertropical se desplace hacia el sur favoreciendo condiciones de lluvias y tormentas sobre la costa norte del Perú. Como resultado de toda esta variabilidad, se produce una invasión de aguas cálidas en la costa y un proceso de evaporación que generará mayores masas de nubes convectivas, incrementando las precipitaciones en el norte del Perú. De otro lado, la ubicación geográfica que en ese contexto tenga el Sistema de Alta Presión de Bolivia, influirá en el régimen pluvial de la región del sur peruano, para generar, exceso de lluvias o una pronunciada sequía.

Influencia de El Niño en el Territorio

El Perú es el país que recibe los mayores impactos del evento El Niño en razón de su situación geográfica, pues al producirse cambios en sus condiciones atmosféricas y oceanográficas, se generan amenazas para las poblaciones y actividades productivas, especialmente en la costa norte.

El Fenómeno El Niño, cuando es intenso, tiene una influencia sobre la vertiente occidental, que es compleja, varía de norte a sur, según la altura y los años. En el sur, los efectos del FEN se sienten en niños intensos o excepcionales, en que llueve con intensidad en zonas

⁴⁴ Banda nubosa de gran convectividad en la que convergen los vientos alisios del norte y del sur, situada por lo general entre el Caribe, Panamá y Colombia, genera lluvias abundantes y frecuentes. Sólo hacia fines del verano austral, esta banda nubosa desciende hacia el sur y puede provocar lluvias en la parte norte de la zona costera peruana

⁴⁵ Centro de alta presión situado frente a las costas de Chile, que se estaciona al sudoeste del Perú y que impide por lo general que la zona de convergencia intertropical alcance el Perú

⁴⁶ Durante El Niño 97-98 se registraron anomalías positivas del orden de 7.5 a 8°C en la costa norte y central, y de 5° C en la costa sur

ubicadas entre los 1000 y 3000 m. de altura de la vertiente occidental de los Andes, convirtiéndose en la región con mayor riesgo de huaycos que amenazan ocasionar pérdidas de vidas, propiedad e infraestructura. *Los más grandes huaycos de los últimos 40 años en la cordillera occidental se han producido durante estos eventos*, debido a lluvias torrenciales después de largos período de aridez (8 a 12 años) que dejan las laderas sin vegetación (sin protección)⁴⁷. Al mismo tiempo, se originan períodos de sequía de varios años en la sierra Sur – Este del país.

Niveles de influencia de El Niño y La Niña sobre las precipitaciones y el caudal de los ríos

Las precipitaciones en el país son extremadamente variables, la influencia del Fenómeno El Niño aumenta esta variabilidad, influencia que no es simple y varía en cada Niño y en cada lugar. En algunas partes de la costa norte, El Niño puede multiplicar por 3, 10 o hasta 50 el total de las precipitaciones; mientras que en el sur del país por lo general en los años Niño se producen déficits de precipitaciones. En el caso de La Niña, esta se manifiesta con incremento de precipitaciones en todo el país, inclusive en la costa norte, pero en menor medida que en contextos Niño.

En lo que respecta al régimen de caudales, los estudios realizados revelan que los ríos de las cuencas del norte (desde el río Tumbes hasta el río Jequetepeque), están sometidas a la influencia directa y repetida del Fenómeno El Niño; mientras que los ríos de las otras cuencas (del río Chicama hasta el río Caplina), no están sometidas a esta influencia directa y repetida.

Peligros y Efectos encadenados que pueden producir los eventos Niño en el país

El primer síntoma de la presencia de un nuevo Niño es el calentamiento del mar desde Tumbes a Ancash y es también el último factor en desaparecer, al declinar la anomalía climática. Una vez iniciado el FEN, se producen un conjunto de amenazas que derivan de éste, tales como:

- Cambio en las condiciones de vida de las especies marinas, generando la muerte de algunas y el surgimiento de nuevas,
- Tropicalización del clima de la costa, afectando la agricultura de la zona afectada.
- Elevada temperatura en la sierra, que deviene en aceleración del deshielo de glaciares.
- Anegamiento de algunas áreas como resultado de las intensas precipitaciones. Algunas de éstas nuevas fuentes de agua permanecen luego de finalizada la alteración climática.

Algunos efectos resultantes:

- Las lluvias sobre las cuencas hidrográficas de la costa producen el incremento de los caudales de los ríos, con los consiguientes desbordes e inundaciones.
- Alteración de los cauces ribereños al no tener haber encauzamiento ni obras de descolmatación previos al evento.
- Formación de avalanchas de lodo (huaycos) como producto de intensas precipitaciones en la cabecera de quebradas secas cuyas laderas áridas son erosionadas arrastrando materiales inconsolidados que se incorporan al torrente que posee gran poder destructivo.
- Erosión hídrica, sedimentación y formación de lagunas, siendo movilizados grandes volúmenes de materiales sólidos y suelo hacia las partes bajas de las quebradas.
- Aluviones como producto del deshielo de glaciares.
- Recarga de los acuíferos subterráneos, manifestado por la elevación del nivel de la napa freática.

⁴⁷ INGEMMET en Estudio de Riesgos Geológicos franja 1, diciembre 2000.

- Almacenamiento a su máxima capacidad de las represas, que obliga al uso de los aliviaderos. Las represas actúan como disipadores de energía de los caudales de máximas avenidas.

Factores que favorecen la generación de los peligros desencadenados por el FEN

Muchos de los peligros que se desencadenan durante los evento El Niño son resultantes del estado de las cuencas y de la dinámica fluvial de sus aguas de escorrentía. Las cuencas que son afectadas por este evento, por lo general presentan condiciones geológicas pre-existentes de gran fragilidad que favorecen procesos geomorfológicos de degradación, a lo que se suma el alto grado de intervención antrópica que activa procesos de erosión y desaparición de la cobertura vegetal.

Niveles de intensidad y de Recurrencia que puede presentar el Fenómeno El Niño⁴⁸:

Estudios realizados clasifican este evento según su niveles de intensidad en: *Niños Normales*: se manifiestan con anomalías en la temperatura del mar, ligeramente por encima de lo normal: Sobrevienen en promedio cada 3 o 4 años. *Niños muy Fuertes*: se manifiestan con anomalías en la temperatura del mar que sobrepasan los 4°C, lo que produce lluvias torrenciales y catastróficas. Los dos últimos Niños muy fuertes fueron los de 1982-83 y 1997-98. *Mega Niños*: según los estudiosos, existen evidencias de eventos El Niño donde se ha producido el transporte de capas de sedimentos o bloques rocosos que sobrepasaron los 10 m, y fueron la causa de la destrucción o desorganización de civilizaciones prehispanicas localizadas en la costa norte.

Indicios históricos e investigaciones realizadas, señalarían para este tipo de eventos, la recurrencia siguiente:

- Las catástrofes climáticas mayores calificadas como **Mega Niño**, se producirían cada 500 a 1000 años, afectando de Norte a Sur, la Costa Peruana. Eventos de este tipo habrán facilitado la desaparición violenta de varias civilizaciones como la Cultura Chavín, la dinastía Naylamp o la cultura Lambayeque. Mega Niños se habrían producido en los años 100 a.c., 600 d.c., y 1000 d.c.⁴⁹.
- **Eventos El Niño muy fuertes o extraordinarios**, comparables con los eventos de 1982-83 y de 1997-98, habrían ocurrido en los años 1578, 1728, 1791, 1828, 1877, 1891 y 1925-26, con lo cual en un periodo de 475 años, se habrían producido 9 eventos muy fuertes; es decir, en promedio cada 50 años. Estadísticamente este sería el periodo de retorno para eventos El Niño muy fuertes, aún cuando hay casos en que en un mismo siglo se han presentado tres eventos de este tipo (siglos XIX y XX). *Según los expertos, en el contexto de un cambio climático global, es altamente probable que los eventos Niño muy fuertes sean cada vez más recurrentes. Este factor sería responsable de la ocurrencia de dos eventos El Niño muy fuertes en periodos cercanos (caso de los Niños 1982-83 y 1997-98).*
- **Eventos El Niño entre fuertes y muy fuertes**, se habrían producido en 10 ocasiones en ese mismo periodo y **eventos El Niño fuertes**, en 21 ocasiones. Con lo cual *en el lapso de 475*

⁴⁸ Estudio Hidrológico-Meteorológico en la vertiente del Pacífico del Perú con fines de evaluación y pronóstico del Fenómeno El Niño para Prevención y Mitigación de desastres, Asociación BCEOM-SOFI Consult S.A.- ORSTOM, noviembre de 1999

⁴⁹ Según Jerzy Grodzicki (1994), en base a estudios realizados en la zona de Nasca, y citado en Estudio arriba mencionado.

años, se habrían producido 40 eventos El Niño, calificados entre muy fuertes o extraordinarios y fuertes, es decir uno cada 10 años.

- **Eventos Niño normales u ordinarios** sobrevendrían en promedio cada 3 o 4 años, sólo con impacto notable en las precipitaciones de la zona costera norte (Tumbes-Piura), y con efectos benéficos para la generación de recursos hídricos y para la agricultura; pero que sin embargo a veces pueden también producir algunas inundaciones. Eventos Niño que provocan inundaciones en la costa norte se producirían cada 5 o 10 años. En el resto de la vertiente del Pacífico, su impacto es más variable y corresponde generalmente a una disminución de precipitaciones.
- *En ocasiones, los eventos Niño se presentan atípicamente produciendo lluvias superiores al promedio en la costa sur, produciendo efectos devastadores como la inundación de la ciudad de Ica en 1998. Estos Niños atípicos se producen por una acción combinada entre los sistemas generadores de precipitaciones provenientes del Pacífico y del Atlántico, que condicionan la ocurrencia de persistentes lluvias en la parte central y sur del país. Estos eventos son escasos, sin embargo pueden sobrevenir y a menudo pueden ser devastadores.*

Eventos Niño significativos: El Fenómeno El Niño 97-98

Características de la variabilidad climática producida

En términos de variabilidad climática, este fue un fenómeno totalmente atípico, pues se comportó fuera de los patrones atmosféricos y oceanográficos establecidos hasta entonces. Las variables atmosféricas a escala regional evolucionaron con mayor rapidez que las variables oceanográficas. En la mayor parte del año 1997, la zona de convergencia intertropical se mantuvo desplazada hacia el sur, produciéndose en pleno invierno, un clima cálido de hasta 6°C por encima del promedio. Recién a fines de 1997 se presentaron con claridad, alteraciones en la temperatura superficial de mar, ante el colapso de los vientos alisios al declinar el anticiclón del pacífico sur, para mostrar al FEN en su máximo desarrollo.

En los primeros meses de 1998, las alteraciones positivas de la temperatura superficial del mar desencadenan las mayores precipitaciones en la costa norte, en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y Ancash, superando los máximos registros del evento del 82-83⁵⁰. A diferencia de éste, el FEN del 97-98 no estuvo asociado a sequías en el sur peruano, salvo ligeras deficiencias en algunas zonas del Altiplano, lo que podría deberse a la presencia del Sistema de Alta Presión de Bolivia, ubicada al este de su posición normal.

En términos de comportamiento hidrológico, durante el Fenómeno El Niño 1997-1998, los ríos de la costa tuvieron caudales extraordinarios (mayores en el norte y disminuyendo progresivamente hacia el sur), incluyendo la activación de los cauces de quebradas normalmente secos, así como la acumulación de grandes masas de agua en depresiones formándose lagunas donde antes habían sido desiertos (Piura). Durante los primeros meses de 1998, las principales cuencas afectadas por los excesos de agua correspondieron principalmente a los departamentos de Tumbes, Piura y Lambayeque, aunque en menor medida los departamentos de la costa central incluyendo Ica (mapa N° 22).

⁵⁰ En términos de precipitaciones, en 1983 las lluvias llegaron a 2,387 mm y en 1998 a 3600 mm. En un año normal, el promedio de precipitaciones en Piura es de sólo 50 mm.

MAPA N° 22



El efecto de las lluvias sobre estas cuencas determinó el incremento de los caudales, mayor erosión hídrica en riberas, la activación de quebradas secas y la formación de avalanchas de lodo, contribuyendo al transporte de materiales sólidos valle abajo, generando mayor sedimentación y por ende colmatación de cauces, favoreciendo los desbordes e inundaciones de las zonas ribereñas.

Un caso particular fueron los deshielos producidos en los glaciares Huaytapallana en Junín y Salcantay en Cusco, en esta última zona se produjeron aluviones que descargaron al río Vilcanota, produciendo cuantiosos daños.

Impactos producidos por el FEN 97-98

- *La variación térmica y de salinidad del océano, provocó en primer lugar, la migración de especies marinas de aguas superficiales (pelágicas), reduciendo la captura de anchoveta y sardina, generando a su vez, la baja en la producción de harina de pescado, importante producto de exportación del país. Esta merma tuvo efecto negativo en la alimentación de aves guaneras, lobos marinos y pingüinos, produciendo su muerte o migración, afectando por ende la producción de guano. Sin embargo, la aparición de otras especies como camarones, langostinos, se consideró como un efecto positivo.*
- *El cambio climático también afectó el ciclo normal de evaporación y transpiración de las plantas, generando una mayor demanda de agua, lo que produjo baja productividad en los valles de la costa, de especies como papa, maíz, algodón, olivos, pecanas, limón, tomate, mango, vid y otros. A ello se sumó la aparición de plagas de insectos que incidió en la agricultura, también en el ganado y la salud de las personas.*
- *La elevación de la temperatura atmosférica produjo en la sierra el deshielo de los glaciares, fue el caso del Huaytapallana en Junín cuyos deshielo se precipitaron sobre la laguna Lazo Huntay, también el del nevado Salcantay en Cusco cuyos desprendimientos de bloques de hielo produjeron tres aluviones, uno de los cuales afectó el poblado de Santa Teresa y otro causó el represamiento del río Vilcanota, causando la destrucción de la central hidroeléctrica de Machu Picchu.*
- *Como producto del exceso de precipitaciones y el incremento de los caudales de los ríos, todos los sectores recibieron impactos negativos, agravándose estos por la fuerte intervención en las cuencas y el poco manejo preventivo de los drenajes naturales. Los daños que se produjeron en algunas cuencas altamente deterioradas crearon situaciones de extrema gravedad, ya que sus ríos no sólo afectaron a los centros poblados, sino que impactaron negativamente a múltiples sectores, especialmente agrícolas y ganaderos, infraestructura vial, sistemas de abastecimiento de agua y electricidad y a zonas turísticas.*
- *El incremento de los caudales de los ríos que afectó las obras de captación y distribución de agua potable, originó la suspensión de este vital servicio. La crecida de los cursos de agua incrementó la socavación de carreteras, inundó la capa asfáltica de algunas vías, destruyéndolas. Ello trajo el aislamiento de zonas agrícolas y poblados, afectando la distribución de combustible para las plantas térmicas y el abastecimiento de productos agrícolas. Los desbordes también produjeron daños a la infraestructura productiva dedicada a la trucha, camarones y pejerrey, al estar ubicadas en las márgenes o desembocadura de los ríos. Las zonas más afectadas por estos desastres fueron Tumbes, Piura, Ica, Chiclayo, Trujillo y Chimbote.*

- Las avalanchas de lodo (huaycos) producidas en Tumbes, Piura y Lambayeque, se dieron de manera continua en quebradas normalmente secas, cortando carreteras por varias semanas y arrasando tuberías de conducción de agua e inundando viviendas. En Trujillo, un huayco tuvo especial poder destructivo, causando una enorme inundación. En Lima, en las cuencas de los ríos Huaura y Rímac (Tambo de Viso, Pedregal, Huaycoloro) también se generaron huaycos. En Ica, 3 quebradas se activaron e inundaron un gran sector de la ciudad.

Cuadro N° 21
Peligros Producidos durante el FEN 97-98

Eventos	Frecuencia	Porcentaje	Departamentos afectados
Inundaciones	297	23	Ancash, Cusco, Lambayeque, Lima, La Libertad, Piura, San Martín, Tumbes, Ica.
Huaycos	229	18	Ancash, Arequipa, Lima, La Libertad
Lluvias intensas	444	34	Apurímac, Ayacucho, Piura, La Libertad, Lambayeque, Tumbes
Deslizamientos	188	14	Ancash, La Libertad, Cusco, Lambayeque.
Otros (vientos fuertes, sequías, tormentas elect.)	143	11	Ayacucho, Loreto, San Martín
Total	1301	100	

Fuente: Ministerio de la Presidencia, 1998

- Otro efecto del FEN fue el arrastre de sedimentos hacia las zonas bajas de los valles, provocando la obstrucción de redes de alcantarillado así como el incremento de la turbidez del agua, tanto para consumo humano como para la generación de energía eléctrica. La interrupción de los servicios afectó la calidad de vida de extensos sectores de la población, especialmente los de menores ingresos.
- Las tierras agrícolas inundadas con agua y lodo no pudieron producir en el siguiente ciclo agrícola, redundando en la baja producción agrícola que se reflejó en las cifras macroeconómicas nacionales.

Como efecto positivo, las lluvias excepcionales contribuyeron a la recuperación de la cobertura vegetal en varias zonas del país como el Parque Nacional del Huascarán, la reserva natural del Titicaca y el Parque Nacional del río Abiseo. Un balance de los efectos positivos y negativos que causó el FEN 97-98 se presenta en los cuadros 22, 23 y 24

Cuadro N° 22
Efectos Positivos y Negativos del FEN 97-98 sobre los Sectores Productivos

Area o Sector	Efectos Positivos	Efectos Negativos
Agricultura	Abundancia de pastos naturales para la producción ganadera. Recuperación natural de bosques. Producción de cultivos en zonas anteriormente áridas. Regeneración de frutales nativos. Incremento de la biodiversidad. Elevación de la napa freática y del nivel de los embalses para riego. Recuperación de la fauna silvestre. Incremento de la producción lechera. Reducción de los suelos salinos.	Inundación de áreas de cultivo, dañando la producción agrícola. Empobrecimiento del suelo por lodificación y depósito excepcional de sedimentos. Destrucción en diverso grado de la infraestructura de riego. Reducción de la vida útil de los embalses de riego, por acumulación excesiva de sedimentos. Alteración en el ciclo de crecimiento de las plantas por alta temperatura. Aparición de plagas y enfermedades de los cultivos. Muerte del ganado por enfermedades. Disminución de rendimientos de producción agrícola. Desempleo agrícola. Escasez de semillas en la costa y la sierra.
Comercio		Recesión de la actividad comercial. Especulación y acaparamiento, Subida de precios

Fuente: Lecciones de El Niño-Perú, CAF 2000

Cuadro N° 23
Negativos del FEN 97-98 sobre los Servicios Públicos

Área o sector	Efectos Positivos	Efectos Negativos
Abastecimiento de agua y saneamiento	Incremento del agua en los embalses utilizados como fuentes de suministro Recarga de los acuíferos en zonas donde se extrae agua de pozos.	Daños o destrucción de sistemas de captación, redes y equipos de impulsión. Colapso de los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado. Contaminación de las aguas de escorrentía por las residuales. Colapso de pozos de agua potable y de colectores de disposición final Reducción de la oferta de agua. Problemas de saneamiento ambiental Exceso de sedimentación, reduciendo la capacidad útil de los embalses.
Electricidad	Incremento de agua en embalses de centrales hidroeléctricas Aumento de la capacidad de generación de electricidad durante el evento.	Daños en bocatomas, canales de conducción, sub estaciones, torres, postes, etc. Paralización por cuatro años de la central hidroeléctrica de Machu Picchu, por inundación de lodos. Dificultad en el suministro a centrales térmicas.
Transporte		Daño parcial o total de tramos de carreteras, puentes, obras de arte, carpeta asfáltica, etc. Interrupción del tránsito vehicular. Incremento de costos en el rubro transporte de carga. Aislamiento de zonas agrícolas y centros poblados.

Fuente: Lecciones de El Niño-Perú, CAF 2000

Cuadro N° 24
Efectos Negativos del FEN 97-98 sobre los Sectores Sociales

Área o Sector	Efectos Negativos
Salud	Condiciones favorables para el incremento de vectores de enfermedades transmisibles (cólera, malaria, dengue) y de otros transmisores (roedores). Incremento de condiciones de insalubridad, enfermedades de la piel y los ojos. Daños en la infraestructura de salud y reducción de la capacidad de atención. Aislamiento de centros de salud. Enfermedades respiratorias por inmersión en agua.
Centros Poblados	Muertes y lesiones. Destrucción de viviendas. Inundación de edificaciones y pérdida de enseres. Desmoronamiento de viviendas por lluvias. Migración de población. Incremento de pobreza.

Fuente: Lecciones de El Niño-Perú, CAF 2000

La valorización de los daños que causó el Fenómeno El Niño 97-98 en cada uno de los sectores se muestra en el cuadro N° 25, donde se observa que los sectores sociales más afectados por el FEN fueron Educación y Vivienda. En cuanto al sector servicios, el rubro que sufrió el mayor daño fue Transportes, en especial las carreteras. En los sectores productivos, la afectación se concentró en el sector Agropecuario y en la Industria.

Cuadro N° 25
Daños totales causados por El Niño 1997-98, por sectores de afectación
(en millones de dólares)

Sector y subsector	Daño total	Daño directo	Daño indirecto
Sectores sociales			
Vivienda	223	202	21
Educación	228	224	4
Salud	35	31	4
Totales:	486	457	29
Sectores de Servicios			
Agua y Saneamiento	71	63	8
Electricidad	166	11	55
Transporte	718	604	114
Transporte vial	686	572	114
Ferrocarriles	32	32	0
Totales:	1673	1282	291
Sectores Productivos			
Agropecuario	612	163	449
Pesca	26	15	11
Minería	44	28	16
Industria	675	7	668
Comercio	269	106	163
Totales:	1626	319	1307
Otros daños y sectores	434	58	376
Gastos de prevención	219	---	219
Gastos de emergencia	157	---	157

Fuente: Lecciones de El Niño-Perú, CAF 2000

Distribución Territorial de los Impactos Socio Económicos del FEN 97-98

Los impactos del Fenómeno El Niño 97-98 tuvieron una distribución espacial más amplia que la que tuvo el evento del 82-83, la naturaleza de algunos impactos también se diferenciaron, aunque conservando ciertas características comunes; como que los mayores daños se concentraron siempre en la costa norte del Perú, a partir del paralelo 12° Sur hasta la línea ecuatorial. En esa amplia zona geográfica, los impactos se focalizaron en las cuencas hidrográficas. La naturaleza de los daños e impactos producidos en cada departamento se detallan en el cuadro N° 26

Cuadro N° 26
Impactos del FEN 97-98 por Departamentos

Departamento	Tipo de impacto
Tumbes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inundación y arrastre de infraestructura de agua potable en varias localidades, afectación de colectores y tuberías, acumulación de sedimentos en agua para consumo humano, afectación de pozos profundos. ▪ Daño a infraestructuras de riego y drenaje, pérdida de cultivos próximos a los ríos, pérdida de tierras agrícolas por socavación de cauces y/o depósitos de sedimentos aguas abajo. ▪ Anegamiento y erosión de vías, interrupción de caminos vecinales, desmoronamiento de bases de puentes, daños a la carretera Panamericana deja aislado a Tumbes por flujo de lodo y piedras, daños en estaciones meteorológicas. ▪ Inundación de ciudades y asentamientos humanos, daños considerables a viviendas (6,000). ▪ Inundación de langostineras y destrucción de instalaciones. ▪ Afectación de 16 establecimientos de salud. ▪ Incremento de enfermedades diarreicas agudas (cólera).

Departamento	Tipo de impacto
Piura	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daños en colectores de desagüe e infraestructura de bombeo, afectación en la calidad del agua por sedimentos, inundación de asentamientos humanos, destrucción de alcantarillas y puentes sobre quebradas, rotura de tuberías principales. ▪ Pérdidas de cultivos en zonas ribereñas, daños en infraestructuras de riego (canales y drenes). ▪ Colapso de puentes por erosión en sus bases. ▪ Afectación de varios tramos de carreteras, caída de plataformas. ▪ Inundación de la ciudad de Piura por incapacidad de drenajes y existencia de hondonadas, afectación de viviendas por inundaciones prolongadas o por flujos de lodo. ▪ Desbordamiento de canales, caída de taludes. ▪ Recarga de acuíferos y embalses. ▪ Afectación de 52 establecimientos asistenciales. ▪ Escorrentía de aguas pluviales por calles y formación de lagunas.
Lambayeque	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daños a redes de abastecimiento de agua en varias localidades, afectación de emisores y colectores en Chiclayo, por inundaciones. ▪ Destrucción de viviendas precarias en 8 ciudades. ▪ Erosión y bloqueos en carreteras, caída de taludes. ▪ Anegamiento de áreas de cultivo por exceso de lluvias. ▪ Desborde de drenes, ruptura de canales. ▪ Inundaciones continuas y destrucción en 9 poblados. ▪ Daños en 67 instalaciones asistenciales, incremento de enfermedades diarreicas agudas. ▪ Socavación de 5 puentes.
Cajamarca	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daños en la infraestructura de central hidroeléctrica por inutilización de túnel de aducción. ▪ Afectación de 30 instalaciones de atención médica por inundaciones y desborde de ríos.
La Libertad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daños en colectores, desborde de canales y represa. ▪ Derrumbe de cerros, caída de taludes y cortes de carreteras. ▪ Inundación de 3 ciudades en 3 provincias, anegamiento de calles. ▪ Daños en la infraestructura de riego, afectación de cultivos y pérdida en áreas agrícolas cercanas a los ríos. ▪ Aparición y proliferación de plagas y enfermedades del arroz, maíz y frutales. ▪ Daños en 75 instalaciones de salud, incremento de enfermedades de la piel.
Ancash	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daños en infraestructura de riego y drenaje en 2 proyectos agrícolas y en 6 valles de la costa. ▪ Inundación del área urbana en 6 ciudades y pueblos. ▪ Erosión en carreteras de penetración y caída de puentes. ▪ Avalanchas de lodo afectan viviendas en 1 pueblo y áreas agrícolas en 2 quebradas. ▪ Erosión y caída de taludes.

Departamento	Tipo de impacto
Lima	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desbordes, avalanchas de lodo en 9 valles de la costa, afectando varias obras de infraestructura mayor de riego, daños en cultivos, interrupción de carreteras y caída de taludes, aislando a varias poblaciones. ▪ Corte de la Carretera Central por avalanchas de lodo y erosión de plataforma, colapso de puentes. ▪ Daños en viviendas por crecida de los ríos y huaycos en varios poblados. ▪ Inundación de 2 distritos de la Capital por desborde del río. ▪ Lloviznas persistentes y flujos de lodo causan serios daños a viviendas precarias de esteras en cerros alrededor de Lima. ▪ Afectación de 105 instalaciones de salud, brotes de conjuntivitis viral. ▪ Daños en la infraestructura de captación de agua para hidroeléctrica y bocatoma de una central, disminución del suministro de energía eléctrica.
Ica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inundaciones y avalanchas de lodo en 2 valles costeros y 4 quebrada, daños en infraestructura eléctrica por afectación de sub estaciones y redes de distribución primaria y secundarias, daños en la infraestructura agrícola de riego y drenaje ▪ Desborde de río invade la ciudad de Ica destruyendo miles de viviendas precarias e inundando industrias y comercio, colmatación de colectores de alcantarillado. ▪ Caída de huaycos y taludes erosionan, bloquean y destruyen tramos de 7 carreteras. Otros huaycos afectan 6 poblados menores.
Arequipa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inundaciones y avalanchas de lodo en el valle del Chili provocan pérdidas de áreas de cultivo (25%) y reducción de la producción de alfalfa. ▪ Otros rubros agrícolas incrementaron la producción por el adelanto de las lluvias. ▪ Huayco arrasa la mitad del pueblo de Chocco.
Moquegua	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Afectación de áreas agrícolas por ruptura de muros de protección, anego de cultivos por exceso de lluvias y granizadas en las zonas altas.
Tacna	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daños en la infraestructura de las 2 centrales eléctricas de Aricota por inundaciones, afectando la bocatoma, el canal de conducción, maquinaria y equipos. Paralización del servicio eléctrico.
Cusco	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Represamiento por aluvión y posterior desborde arrasa plataforma de carretera a Quillabamba, destrucción total de esta vía (30 Km), arrasamiento y desaparición de línea férrea. ▪ Interrupción en varios tramos de la vía Cusco-Quincemil, huaycos destruyen varios puentes del ferrocarril en Vilcanota. ▪ Sepultamiento total de la hidroeléctrica de MachuPicchu y paralización del servicio eléctrico por 3 años.

Fuente: Lecciones de El Niño-Perú, CAF 2000

Como se puede deducir del cuadro, las cuencas de la costa norte del país concentraron la mayor parte de los impactos socioeconómicos del FEN 97-98, lo que estuvo asociado a las precipitaciones excepcionales y al incremento de caudales de los ríos principales y también a la activación de numerosas quebradas usualmente secas.

Los impactos muchas veces violentos se produjeron sobre asentamientos humanos o barrios pobres, así como sobre diversas actividades económicas y de servicios. A todo ello se sumaron otras amenazas colaterales como las marejadas, oleajes, vientos, derrumbes, avalanchas de lodo y erosión que multiplicaron estos impactos tanto a nivel territorial como sectorial.

En la zona central como el caso de Lima, los impactos tuvieron relación con las fuertes lluvias que cayeron sobre las nacientes de 11 cuencas, que generaron desbordes en las zonas intermedias y bajas de los valles y huaycos en las quebradas tributarias.

El caso de la inundación de la ciudad de Ica, que provocó enormes daños, tuvo condiciones muy particulares, generadas por el desborde del río del mismo nombre, cuyo cauce había sido gravemente reducido por el crecimiento urbano, ubicándose gran parte de la zona céntrica, en una cota baja respecto al lecho del río.



4. Incidencia y Tendencias estadísticas en la generación de peligros naturales y en la afectación que producen en el Perú

Para analizar las incidencias y tendencias estadísticas en la generación de peligros naturales y en la afectación que producen, se revisaron diversas bases de datos, el Banco de Datos Histórico del INDECI, la base de datos del INGEMMET (1997), el catálogo sísmico del IGP (1984), la base de datos de DESINVENTAR-La Red-ITDG⁵¹ (2001) y la base de datos periódica de PREDES⁵² (1990).

Características de las Bases de datos analizadas

1. Banco de Datos del INDECI

De acuerdo a la información publicada por el INDECI en su página web, entre los años 1996 y 2002 se tienen registrados un total de 5,131 reportes de emergencias. Sin embargo la base de datos disponible en Internet (Banco de Datos Histórico) registra 4,618 reportes de emergencias que cubre el periodo 01-01-1995 hasta el 31-12-2001.

La información está organizada, tanto por fecha como tipo de eventos, distritos y provincias y tienen como fuente de información, los reportes de los diferentes comités regionales y locales de Defensa Civil.

La base de datos incluye no sólo eventos relacionados a fenómenos naturales, sino también, incendios, accidentes, atentados, contaminación ambiental, derrame de sustancias nocivas, etc. Considerando sólo los eventos de origen "natural", se tienen 2,974 entre 1995 y 2001. La información de emergencias del año 2002 no forma parte del Banco de Datos Histórico y, de los 905 eventos de dicho año, solo 586 pueden catalogarse como fenómenos naturales.

2. Base de datos del INGEMMET.

Cubre 2,170 registros de eventos geodinámicos almacenados en un archivo MS-Access. El 81.4 % de ellos (1,786 registros) no cuentan con fecha de ocurrencia. Los 384 registros que sí poseen este dato van desde enero de 1925 a noviembre de 1996. 11 registros no precisan la provincia donde aconteció el evento.

Los eventos registrados son; alud, aluvión, arenamiento, derrumbe, deslizamiento, desprendimiento, erosión de ladera, erosión fluvial, erosión marina, huayco, hundimiento, inundación, lahar, reptación de suelos y soliflucción.

Los campos de información son; fecha, departamento, provincia, distrito, tipo de evento, longitud, latitud, altitud, nombre del lugar, paraje, intensidad, riesgo, región, código, causas, observaciones (donde se consignan impactos como pérdida de vidas y bienes), fuente, título del documento y otros.

La información ha sido recopilada mediante estudios realizados y trabajo de campo utilizando una ficha de datos.

⁵¹ Intermediate Technology Development Group

⁵² Centro de Estudios y Prevención de Desastres

3. Catálogo Sísmico del IGP

Es una base de datos que registra 7,181 focos sísmicos de diversa magnitud, profundidad y duración, comprendidos en el lapso de 1471 y 1982. Desde la primera publicación en 1984, el IGP ha realizado algunas correcciones en coordenadas, magnitudes, momento sísmico y profundidad de los hipocentros. Dada la amplitud de la información, muchos registros tienen datos incompletos como, profundidad y magnitud. Solo los sismos recientes (desde 1960 en adelante) tienen información sobre el Momento Sísmico.

Los campos considerados son; número de identificación, año, mes, día, hora, minuto, segundo, latitud, longitud, profundidad, magnitud, momento sísmico y otros.

El formato ofrecido por el IGP es un archivo en PDF (sólo lectura), por lo cual no se puede clasificar esta información y ha sido considerada sólo como referencial. El catálogo ha sido volcado en los mapas de epicentros publicado por el IGP.

Existe otro catálogo de intensidades, elaborado también por el IGP. En él se consignan alrededor de 2,900 sismos, con detalle de las intensidades percibidas en diferentes localidades, según la escala Mercalli.

4. Base de datos de DESINVENTAR - La Red - ITDG

La base de datos cubre 8,236 reportes de desastres ocurridos entre los años 1970 y 2001, como; sismos, aludes, aluviones⁵³, deslizamientos, heladas, inundaciones y sequías.

Los campos considerados son; código, departamento, provincia, distrito, año, mes, día, fuente de información, evento, lugar, causa, descripción de la causa, muertos, heridos, desaparecidos, damnificados, afectados, viviendas destruidas, viviendas afectadas, evacuados, metros de vías, hectáreas de cultivos, escuelas, reubicados, pérdidas en dólares, magnitud y observaciones.

Esta base de datos incorpora la información de INDECI sobre emergencias relacionadas con eventos naturales que ocasionaron daños.

El número de registros no puede ser interpretado como número de eventos o fenómenos producidos, ya que para un mismo evento existen varios registros que consignan los impactos sobre diferentes poblaciones. Por ello, si elimináramos más de un registro referido a un mismo evento, la base de datos queda reducida en alguna medida.

5. Base de datos de PREDES

Esta base de datos recopila información periodística publicada en los diarios “El Comercio” y “La Prensa”, ambos de Lima, entre los años 1900 a 1989, es decir 90 años y principalmente relacionados a huaycos e inundaciones producidos en Lima.

La base de datos cuenta con 645 registros, sobre; aludes, aluviones, aumento o crecida de ríos, derrumbes, desbordes, erosión, granizada, heladas, huaycos, inundación, lluvias intensas, sequías, tempestad y tormentas eléctricas. Los campos considerados son; fecha, departamento,

⁵³ DESINVENTAR considera el término aluvión como sinónimo de huayco

provincia, acontecimiento, impacto, hora, tipo de evento, fuentes de información, situación de pobladores, acción del Estado y otros acontecimientos.

Todos los registros cuentan con fecha, 122 de ellos señalan la hora del evento. Cada registro consigna uno o más eventos asociados, como por ejemplo: huaycos e inundación, huaycos y desborde, etc., por lo que el número de fenómenos considerados es en realidad mayor que el número de registros. La mayor parte de los registros detallan el impacto sobre la población y la respuesta del Estado. En la medida que esta recopilación ha privilegiado la cuenca del río Rímac, los datos referidos a Lima deben ser analizados por separado.

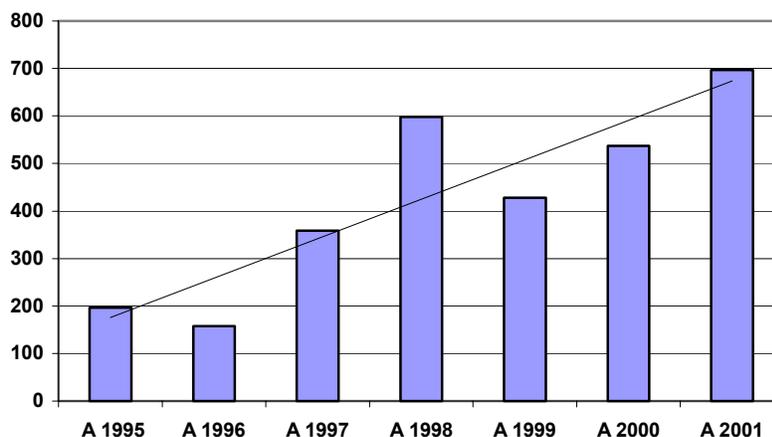
6. Conclusiones

Respecto al estado actual de las bases de datos sobre desastres en el Perú, podemos extraer algunas conclusiones:

- No existe en el país un banco de datos actualizado que reúna los registros de eventos y desastres de manera completa, al menos de los últimos 100 años.
- Las bases de datos disponibles no siguen un criterio estándar para el registro de los eventos naturales, cada una abarca diferentes épocas (1900-1989, 1970-2001, 1995-2001)
- Se utilizan distintos términos para identificar el mismo evento.
- En cuanto al Catálogo Sísmico no se dispone de una versión actualizada, al menos hasta el año 2002 y es estrictamente técnico, por lo que no registra el impacto de estos eventos, ni hay clasificación según su magnitud. Al encontrarse esta información en formato PDF, no ha podido ser utilizada, salvo como documento de consulta.
- Debe realizarse un trabajo exhaustivo de depuración y consolidación de las bases de datos existentes y proponer una metodología única y formatos para el registro de futuros eventos.

Incidencia y Tendencias a partir del análisis estadístico de la información contenida en el Banco de Datos Histórico de Emergencias del INDECI

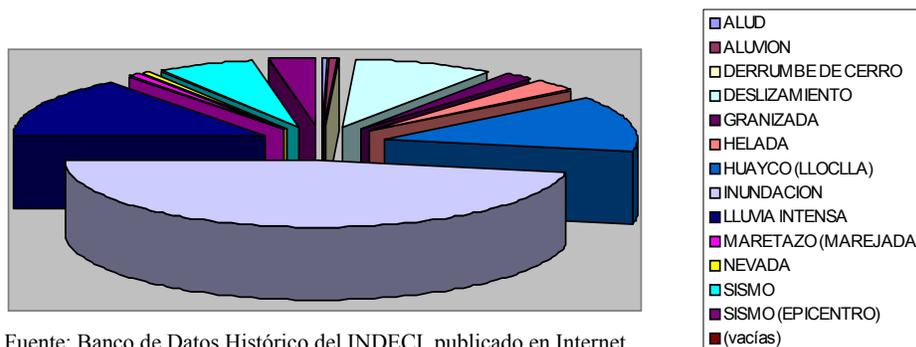
**Gráfico N° 1:
Número de Emergencias entre 1995-2001**



Fuente: Banco de Datos Histórico del INDECI, publicado en Internet
Elaboración: Propia

Analizando el número de emergencias por fenómenos naturales anuales registradas en el banco de datos histórico del INDECI⁵⁴ desde 1995 hasta el 2001 **se observa una tendencia creciente** (gráfico N° 1). **En 1998, año en que se desencadenaron los peligros asociados al Fenómeno El Niño 97-98 en diversos lugares del territorio nacional, se produjo un significativo repunte tal como lo demuestra el gráfico, lo mismo sucede en el año 2001 en que se produjo el terremoto que afectó el sur del Perú.**

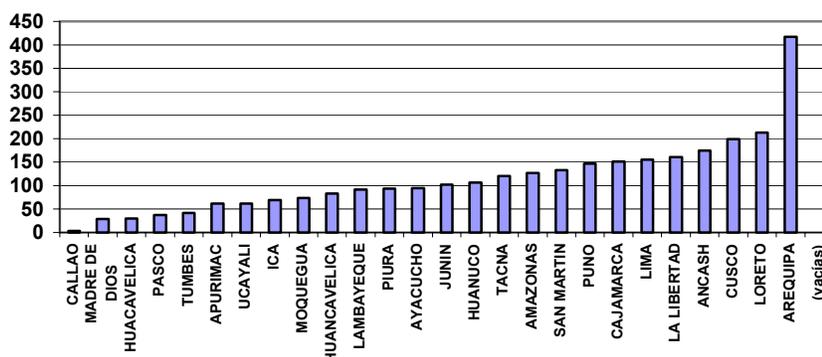
**Gráfico N° 2:
Eventos Naturales Predominantes que originaron emergencias entre 1995-2001**



Fuente: Banco de Datos Histórico del INDECI, publicado en Internet
Elaboración: Propia

Los fenómenos naturales peligrosos con mayor frecuencia fueron, las inundaciones con 47.21%, las lluvias intensas con 14.53%, los huaycos con 13.21% y los deslizamientos con 8.74%.

Gráfico N° 3: Incidencia de Emergencias asociadas a eventos naturales por departamentos, 1995-2001

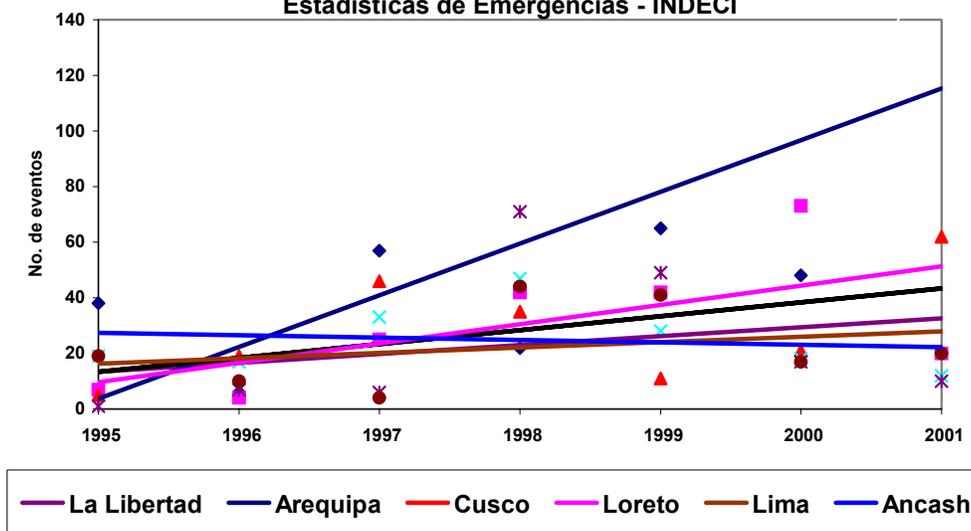


Fuente: Banco de Datos Histórico del INDECI, publicado en Internet
Elaboración: Propia

⁵⁴ Para el análisis se ha tomado del banco de datos, sólo los reportes de emergencias relacionadas con fenómenos de origen natural

Los departamentos que concentraron el mayor número de emergencias entre 1995 y 2001 fueron: **Arequipa (14.02%), Loreto (7.16%), Cusco (6.69%), Ancash (5.85%), La Libertad (5.41%) y Lima (5.21%)**. En el caso del departamento de **Arequipa**, los fenómenos predominantes fueron las inundaciones y los sismos; en **Loreto**, predominaron las inundaciones y los huaycos; en **Cusco**, las inundaciones y los deslizamientos; en **Ancash, La Libertad y Lima**, las inundaciones y los huaycos. **Las inundaciones aparecen como denominador común en todos ellos y luego los huaycos.**

Gráfico N° 4:
Tendencias por Departamentos - 1995-2001
Estadísticas de Emergencias - INDECI



Fuente: Banco de Datos Histórico del INDECI, publicado en Internet
Elaboración: Propia

En la mayoría de estos departamentos (con excepción de Ancash), entre el periodo 1995-2001 se produjo una tendencia creciente a la ocurrencia de emergencias, tal como se muestra en el gráfico N° 4, todas originadas por peligros de geodinámica externa e hidrológicos. En el caso de Arequipa esa fuerte tendencia creciente está influenciada además por la ocurrencia del terremoto de junio de 2001.

Incidencia a partir del análisis estadístico de la información contenida en la Base de Datos del Inventario de Riesgos Fisiográficos y Climatológicos en el Perú de INGEMMET⁵⁵

Analizando la base de datos que contiene 2170 registros⁵⁶, se tiene que como predominantes a los deslizamientos con el 27.42% del total (595), derrumbes con el 24.52% (532), huaycos con el 13.27% (288), inundaciones con el 12.03% (261), erosiones fluviales con el 6.96% (151).

⁵⁵ De acuerdo a versión publicada en Mayo de 1997.

⁵⁶ Estos registros no tienen periodo de referencia.

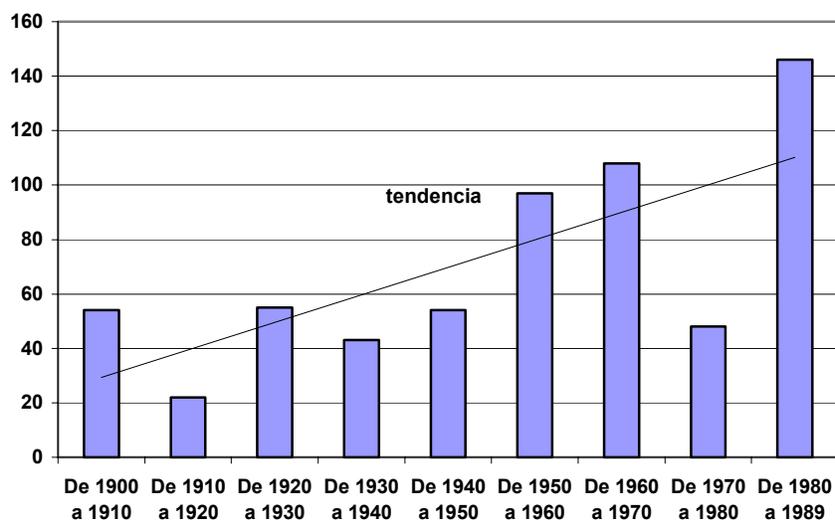
El mayor número de eventos geodinámicos peligrosos registrados en esta base de datos están concentrados en: Ancash (311) con el 14.33%, Arequipa (261) con 12.03%, Lima (227) con 10.46%, Cusco (182) con 8.39% y en menor medida, Huancavelica (139) con 6.40%, Ayacucho (137) con 6.31%, Junín (130) con 5.99% y Apurímac (128) con 5.90%.

Incidencia y Tendencias a partir del análisis estadístico de la información contenida en la Base de Datos recopilada por PREDES

Esta base de datos cuenta con 627 registros de eventos de desastres entre 1900 a 1989⁵⁷. De ellos, 302 registros están relacionados a huaycos y 251 a inundaciones. Examinando variaciones de estos eventos por décadas, **se observa un importante incremento en el número de eventos producidos a partir de la década de los 50**, esto podría relacionarse con el proceso de crecimiento de las ciudades y con las condiciones de pobreza y marginalidad que caracterizó en muchos casos este proceso, en que poblaciones pobres crecientemente fueron asentándose en terrenos de poco valor por lo general, fajas ribereñas, conos deyección de quebradas, o laderas inestables, cercanos a las ciudades.

Los departamentos de Lima (331), Junín (57), Ancash y Cusco (42 cada uno), Arequipa (32), Ica (30), son los que registran el mayor número de eventos. Los datos para Lima tienen que ser analizados por separado, pues la recopilación de información periódica ha privilegiado la cuenca del río Rímac, pero además hay que considerar que en décadas pasadas, el limitado desarrollo de los medios de comunicación, no permitía una mejor cobertura de los sucesos en el interior del país, lo que podría explicar una mayor profusión de informaciones relacionadas a una zona muy vinculada y cercana a la Capital.

**Gráfico N° 5
Desastres por Décadas**



Fuente: Base de Datos de PREDES
Elaboración: Propia

⁵⁷ En base a informaciones periodísticas publicadas en El Comercio y La Prensa

Los eventos predominantes registrados en el caso de Lima, Junín, Ancash y Cusco fueron, los huaycos e inundaciones; en Arequipa e Ica fueron las inundaciones y sequías.

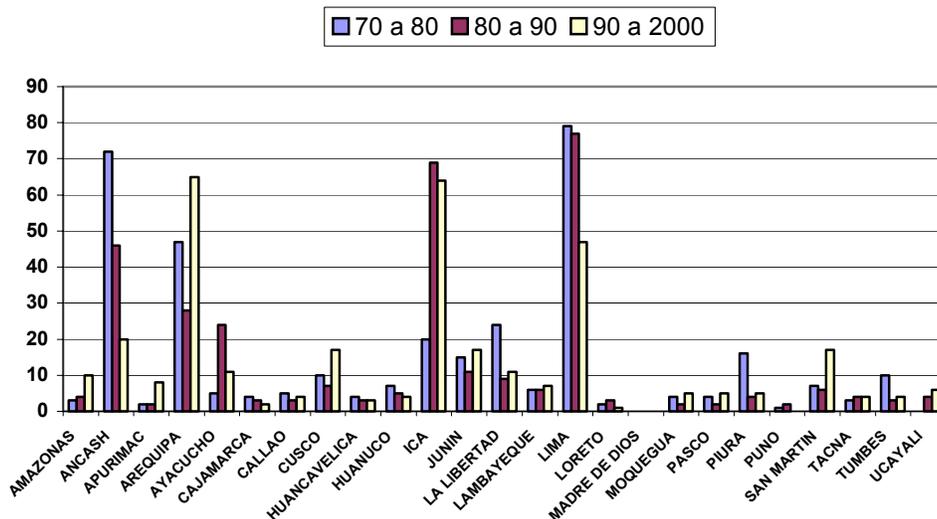
Incidencia y Tendencias a partir del análisis de la información contenida en la base de datos de Desinventar-La Red-ITDG⁵⁸

Esta base de datos cubre un periodo de 30 años, lo que permite analizar a través de la información que contiene, el desenvolvimiento que han tenido estos fenómenos en ese periodo, las zonas del país más recurrentemente afectadas por cada fenómeno, así como las tendencias observadas con respecto a su ocurrencia.

Eventos sísmicos que causaron daños y fueron registrados en el periodo 1970-2000

Analizando la información sobre eventos sísmicos producidos de 1970 al 2000, encontramos que en ese periodo **la mayor sismicidad se concentró en los departamentos de Ancash, Arequipa, Ica y Lima** (gráfico N° 6). Analizando las variaciones que tuvo la sismicidad en esos departamentos en el periodo, vemos que en Ancash, en las dos últimas décadas (80-90 y 90-2000) se produjo una disminución de la actividad sísmica en relación a la registrada en la década del 70-80. En Arequipa descendió en la década del 80-90 para repuntar nuevamente en la década del 90-2000. En Ica se intensificó en la década del 80-90 para mantenerse en forma casi similar en la década siguiente. En Lima, la actividad sísmica en las dos primeras décadas fue alta para descender un poco en la última década.

Gráfico N° 6
EVENTOS POR DECADAS - SISMOS



Fuente: Base de datos de DESINVENTAR-La Red- ITDG
Elaboración: Propia

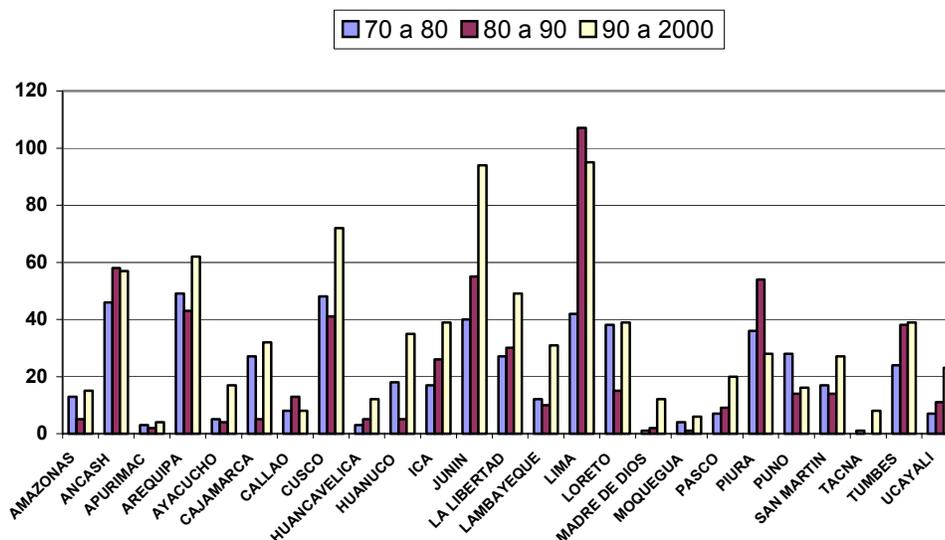
⁵⁸ Incorpora la estadística de emergencias del INDECI

De la estadística del periodo y del gráfico podemos concluir en la alta sismicidad registrada en los departamentos de Ancash, Arequipa, Ica y Lima, concordante con las zonas de concentración de focos sísmicos superficiales e intermedio superficiales precisadas por el IGP, donde los periodos de retorno para sismos de diversa magnitud, son menores. Dentro de estas zonas de mayor sismicidad en el periodo, se produjo una alta variabilidad en dicha actividad, lo que se observa si examinamos la sismicidad registrada en ellas en cada década, en algunos casos la tendencia al interior del periodo fue de franco decrecimiento (caso de Ancash), en otro creciente a pesar de un descenso a mitad del periodo (Arequipa), en otro claramente creciente (Ica) y en otro decreciente para el final del periodo (Lima). Siendo zonas que históricamente registran gran actividad sísmica, la tendencia decreciente que en este periodo pueda haber mostrado alguna de estas zonas, no significa que esta se mantendrá en el futuro. De otro lado, si bien es cierto en el periodo algunos departamentos como Tacna y Moquegua registraron poca actividad, esto no puede interpretarse como una disminución en el nivel de peligro sísmico que enfrentan, pues son zonas de conocida actividad histórica pero donde existe un silencio sísmico de más de 100 años para sismos de gran magnitud, lo que según los especialistas incrementa el peligro.

Afectaciones por inundaciones en el periodo 1970-2000

En general se observa en el periodo, una tendencia creciente en la gran mayoría de departamentos del país, a la ocurrencia de afectaciones por inundaciones (521 en la década de 1970-80 frente a 840 en la década de 1990-2000). Los departamentos que registraron mayor número de afectación por inundaciones en todo el periodo fueron, Lima, Junín, Cusco, Arequipa, Ancash, Piura y Tumbes (gráfico N°7).

Gráfico N° 7
EVENTOS POR DECADAS - INUNDACIONES



Fuente: Base de datos de DESINVENTAR-La Red- ITDG
Elaboración: Propia

Los departamentos que registraron la mayor afectación el mayor número de inundaciones entre 70-80 fueron, Arequipa, Cusco, Ancash, Lima, Junín, Loreto, Piura; entre 80-90 fueron, Lima, Ancash, Junín, Piura, Arequipa, Cusco, y Tumbes; entre 90-2000 fueron, Junín, Lima, Cusco, Arequipa, Ancash, La Libertad y casi en el mismo nivel tres departamentos, Tumbes, Ica y Loreto.

Entre 80-90, los departamentos que registraron el mayor número de inundaciones fueron Lima, Ancash, Junín, Piura, Arequipa, Cusco, y Tumbes. En ese mismo periodo, los departamentos que comparativamente a la década anterior registraron los mayores repuntes en la ocurrencia de inundaciones fueron, Lima, Piura, Tumbes, Junín y Ancash, cabe recordar que en esa década se produjo el Fenómeno El Niño 82-83 que tuvo un impacto significativo en la costa norte y central, produciendo lluvias excepcionales que incrementaron notablemente el caudal de los ríos, ocasionando desbordes e inundaciones en esa zona del país.

Entre 90-2000 los departamentos que registraron el mayor número de inundaciones fueron, Junín, Lima, Cusco, Arequipa, Ancash, La Libertad y casi en el mismo nivel tres departamentos, Tumbes, Ica y Loreto. En este mismo periodo, los departamentos que mostraron los mayores repuntes en la ocurrencia de inundaciones con respecto a lo que registraron en la década precedente fueron, Junín, Cusco, Huánuco, Cajamarca, Loreto, Lambayeque, La Libertad, Arequipa. Desde un menor número de eventos pero mostrando también un significativo repunte aparecen los departamentos de Ayacucho, Amazonas, Madre de Dios, Pasco, San Martín y Ucayali; **todo esto revela que la tendencia a la ocurrencia de afectaciones por inundaciones en ésta última década, se ha generalizado en la mayor parte del territorio nacional.** También en ésta década, ocurre el Fenómeno El Niño 97-98, que produjo elevados niveles de precipitaciones que cayeron en las cuencas de la costa causando el incremento de los caudales de los ríos, ocasionando inundaciones en las costas norte, central hasta Ica y sur inclusive. Estos impactos hidrológicos mayores, además de los ríos de la costa norte, alcanzaron a los ríos de la costa central y sur, como son, los ríos Jequetepeque, Pativilca, Huaura, Chancay-Huaral, Chillón, Rímac, Cañete, Ica, Ocoña, Majes, Camaná⁵⁹. Además en el periodo de ocurrencia de ese mismo FEN se produjeron inundaciones en diversas partes del país⁶⁰.

En conclusión, los departamentos que en el periodo mostraron una franca y marcada tendencia creciente a la ocurrencia de inundaciones fueron, Junín, Lima, Cusco, Arequipa y Ancash, en ese orden. Con un menor número de eventos pero con una tendencia también claramente creciente, los departamentos de La Libertad, Ica y Tumbes. El departamento de Piura después del repunte de inundaciones producido en la década 80-90 en que fue seriamente afectado por el FEN 82-82, en la década siguiente 90-2000 registró un descenso en la ocurrencia de inundaciones, a pesar de que en ese periodo se produjo también el FEN 97-98, la explicación podría estar en el hecho de que el gobierno de ese entonces privilegió la ejecución de obras de mitigación en ese departamento, lo que contrarrestó el riesgo de inundaciones en esa zona.

Huaycos en el periodo 1970-2000

⁵⁹ Lecciones de El Niño Perú CAF, octubre 2000.

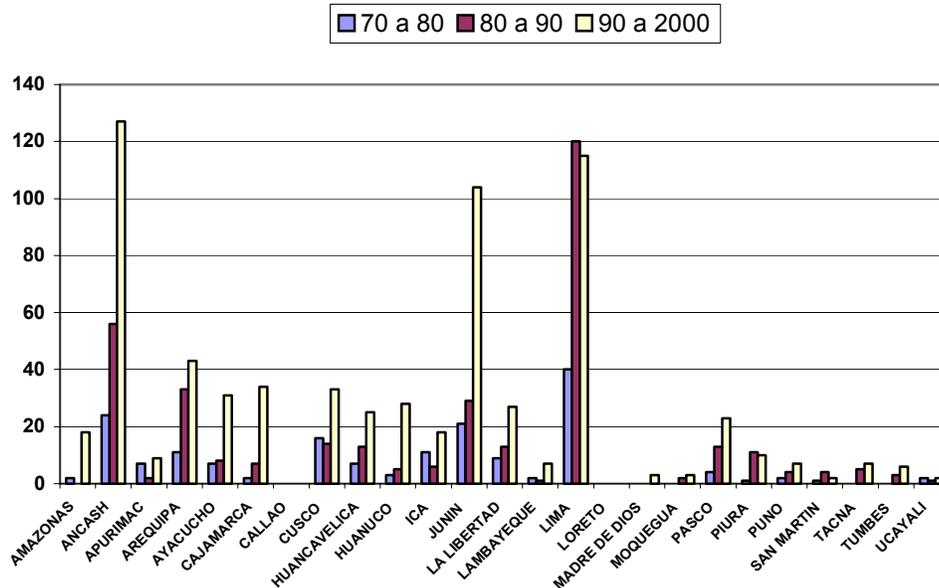
⁶⁰ Según el libro Lecciones de El Niño Perú CAF, octubre 2000, los departamentos más afectados por inundaciones ocurridas en la época del Fenómeno El Niño 97-98 fueron; Ancash, Cusco, Lambayeque, Lima, La Libertad, Piura, San Martín, Tumbes e Ica.

En el periodo, los departamentos de Ancash, Lima y Junín fueron los que registraron la mayor afectación por huaycos (gráfico N° 8), pero además en todos ellos se observa una muy marcada tendencia creciente a la afectación por este tipo de eventos, lo que tiene que ver con la alta sensibilidad de sus territorios a la ocurrencia de fenómenos de geodinámica externa y a la mayor exposición de la población a estos peligros.

Los departamentos que registraron mayor afectación en la década 70-80 fueron, Lima, Ancash, Junín, Cusco; en la década 80-90, Lima, Ancash, Arequipa y Junín; en la década 90-2000, Ancash, Lima, Junín.

En Ancash al igual que en Junín, las afectaciones por huaycos en la década 90-2000, quintuplicaron a las registradas en la década 70-80. En Lima, en la década 80-90 se triplicaron las zonas afectadas por huaycos en relación a la década 70-80. En todo el país, en promedio entre el inicio y término del periodo, se cuadruplicó la afectación por huaycos (172 frente a 682 reportes), lo que evidencia que en el país las condiciones de vulnerabilidad frente a este peligro se han incrementado notablemente, sea por los mayores niveles de exposición o por que las condiciones en que se realizan las actividades de desarrollo van generando transformaciones ambientales importantes (por ejemplo, deforestación, erosión), que en las zonas con sensibilidad geológica, generan mayor predisposición a la ocurrencia de estos eventos.

Gráfico N° 8
EVENTOS POR DECADAS-HUAYCOS



Fuente: Base de datos de DESINVENTAR-La Red -ITDG
Elaboración: Propia

En otro orden se ubican los departamentos de Arequipa, Cajamarca, Cusco, Ayacucho, Huanuco, La Libertad, Huancavelica y Pasco, que con un número menor de ocurrencias de huaycos

comparativamente a los departamentos anteriores, muestran sin embargo también una tendencia claramente creciente a la ocurrencia de este tipo de fenómenos.

5. Calificación de los Peligros más significativos y de la Multiplicidad de Peligros en el Territorio Nacional - Un análisis que toma como unidad, la provincia.

Calificación de Peligros a Nivel Provincia

Buscando aportar con criterios para una priorización territorial que incorpore los niveles de peligro, la consultoría se propuso realizar una calificación a nivel provincia de los niveles de peligro. La tarea enfrentó sin embargo la dificultad de no contar para todos los peligros estudiados, con información oficial que llegue a la zonificación y calificación de los niveles de peligro en el país, que permitiera extraer la información correspondiente a cada provincia. Dada la situación, se decidió efectuar una valoración para cada tipo de peligro con la información disponible, tomando variables relacionadas de las cuales hubiera información; para ello se utilizó el Atlas de Peligros editada por INDECI y la información que las instituciones y/o sectores proporcionaron directamente a la CMRRD.

Los peligros analizados fueron: terremotos, peligros volcánicos, peligros geodinámicos-geomorfológicos-hidrogeológicos-hidrológicos (Huaycos, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, Aludes, Aluviones), heladas, sequías, peligros desencadenados por lluvias torrenciales ocasionados por el FEN.

A continuación se presentan los criterios que se utilizaron en cada caso para aproximarnos a una valoración y calificación de cada provincia según su sensibilidad o la incidencia de cada peligro en su territorio. Los resultados de la valoración y calificación realizada figuran en una matriz de calificación de peligros a nivel provincia, que forma parte del estudio.

Calificación de Peligros de Heladas -P1

Para la calificación de este peligro se tomaron dos variables (cuadro N° 27), el promedio del periodo de días libres de heladas y la temperaturas mínimas en la estación de invierno, para ambas se contó con los mapas correspondientes elaborados por SENAMHI.

Cuadro N° 27
Heladas: Variables, Rangos, Puntajes y Calificación

	Variables	Rangos	Puntos	Puntaje Compuesto	Calificación
A	Promedio de Periodo libre de heladas 0°C	270-360 días	1	P1= A+B	Muy alto: 10-14 Alto: 6-10 Medio: 3-6 Bajo: 1-3
		180-270 días	2		
		90-180 días	3		
		0-90 días	4		
B	Temperatura mínima en la estación de Invierno	(0 a 4)	2		
		(-4 a 0)	4		
		(-8 a -4)	6		
		(-12 a -8)	8		

Fuente: SENAMHI	(-16 a -12)	10	
-----------------	-------------	----	--

En la variable, **promedio de días libres de heladas** se consideraron los mismos rangos establecidos por SENAMHI para la elaboración del mapa correspondiente. El rango de 0-90 días libres de heladas, puede ser considerado como el de mayor peligro, por ello se le asignó el mayor puntaje, 4. Los rangos siguientes pueden ser considerados como de menor peligro, y por ello también se les asignó puntajes de 3, 2 y 1, este menor puntaje correspondió al rango de 270-360 días libres de heladas.

Para la variable, **temperatura mínima en la estación de invierno**, se consideraron también los rangos establecidos por SENAMHI en la elaboración del mapa correspondiente y se tomaron sólo los rangos donde la temperatura inferior es igual o menor a 0°C, temperatura desde la cual se puede decir que una zona tiene peligro a heladas. A los rangos de menor temperatura se les adjudicó una mayor puntuación, pero además considerando que esta variable tiene mayor significación, se le asignó un peso doble, razón por la cual los puntajes asignados a cada rango duplican a los asignados a los rangos de la anterior variable.

Los puntajes totales se han obtenido de la sumatoria de puntajes alcanzados en cada variable. Los puntajes totales fueron agrupados en estratos muy alto, alto, medio y bajo, para calificar el nivel de peligro que tiene cada provincia a heladas.

El resultado de la calificación es el siguiente:

Nivel de Peligro	Nº de Provincias
Muy alto	6
Alto	13
Medio	13
Bajo	52

Provincias con muy alto peligro a heladas:

Caylloma, Canas, Canchis, Espinar, Lampa, San Román

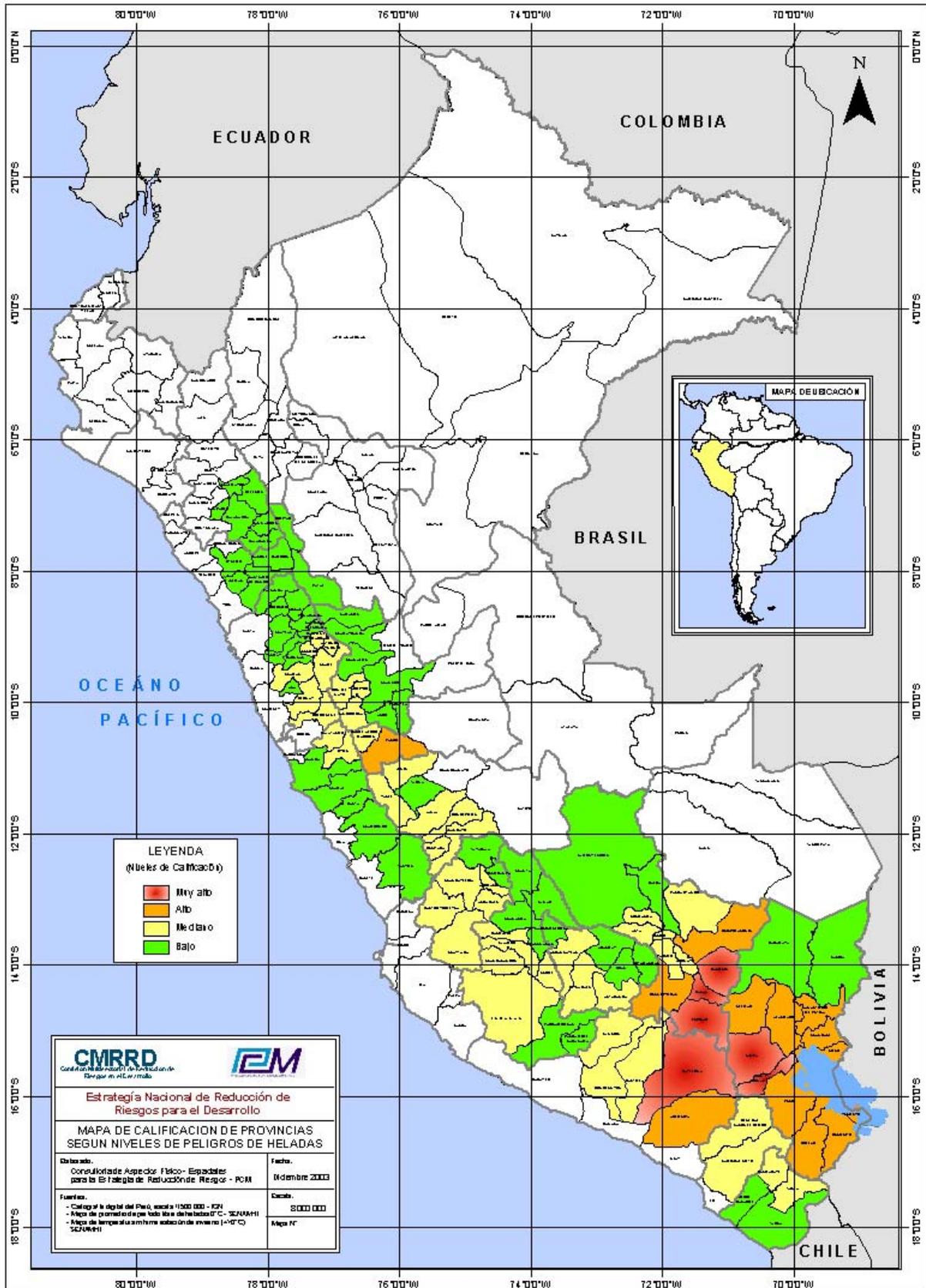
Provincias con alto peligro a heladas:

Arequipa, Chumbivilcas, Quispicanchi, Pasco, Puno, Azángaro, Chucuito, El Collao, Huancané, Melgar, Moho, San Antonio de Putina, Yunguyo

6 provincias con muy alto peligro a heladas donde habitan 542,907 personas (2.36% de la población del país) y 13 provincias con alto peligro a heladas (ver mapa N° 18), donde viven 2'049,067 personas (8.90% de la población del país)⁶¹. Las familias dedicadas a labores agrícolas y pecuarias.

⁶¹ Ver matriz de calificación de peligros

MAPA N° 23



Calificación de Peligro de Sismos -P2

Para la calificación de este peligro se tomaron 5 variables (cuadro N° 28), la distribución de máximas intensidades sísmicas, en base al mapa elaborado por el proyecto SISRA-CISMID, la zonificación sísmica elaborada por el IGP para el Reglamento Nacional de Construcciones, las zonas de concentración de sismos superficiales⁶² e intermedios, en base a los Mapas de Sismicidad Superficial y Superficial Intermedia del IGP publicados en el Atlas de Peligros Naturales, la información sobre zonas afectadas por sismos iguales o mayores de 6 Mb, tomada de Silgado-Giesecke y las aceleraciones sísmicas de acuerdo al Mapa de Peligro Sísmico-Aceleraciones Sísmicas del IGP publicado también en el Atlas de Peligros Naturales.

En la variable, **distribución de máximas intensidades sísmicas**, se establecieron cuatro rangos, en el primero están todas las zonas con intensidades menores de V; en el segundo, las zonas con intensidades V y VI; en el tercero, las zonas con intensidades VII y VIII; en el cuarto, las zonas con intensidades IX a XI. A este último estrato se le asignó el mayor puntaje de 12, y a los siguientes 6, 3 y 1 respectivamente. A esta variable junto con la variable de aceleraciones sísmicas, se les asignó mayor peso, en relación a todas las otras variables. De otro lado, la diferencia entre los puntajes que se asignaron a los estratos inferiores con respecto a los estratos superiores inmediatos fueron marcadamente crecientes, con lo que se quería valorar más las zonas que se encontraban en los estratos más altos de estas variables, pues en ellas el nivel de daño que se puede esperar es mayor.

Cuadro N° 28
Sismos: Variables, Rangos, Puntajes y Calificación

Variables	Rangos	Puntos	Puntaje Compuesto	Calificación
C Distribución de máximas intensidades sísmicas Fuente: CISMID	menor de V	1	P2= C+D+E+F+G	Muy alto: 30-42 Alto: 20-30 Medio: 11-20 Bajo: 3-11
	V-VI	3		
	VII-VIII	6		
	IX-XI	12		
D Zonificación sísmica para el RNC ⁶³ Fuente: IGP	Zona 1	1		
	Zona 2	3		
	Zona 3	6		
E Zonas de concentración de sismos superficiales e intermedios superficiales Fuente: IGP	Zona 1	2		
	Zona 2	4		
	Zona 3	6		
F Zonas donde han ocurrido sismos ⁶⁴ iguales o mayores a 6 Mb Fuente: Silgado-Giesecke-IGP		6		
G Aceleraciones sísmicas Fuente: IGP	50-200	1		
	200-350	3		
	350-500	6		
	500-600	12		

⁶² Se consideró que los sismos superficiales tiene mayor capacidad destructiva

⁶³ Reglamento Nacional de Construcciones

⁶⁴ Sismos que además hayan ocasionado destrucción.

En la variable, **zonificación sísmica para el RNC**, a cada una de las tres zonas conocidas se les asignó un puntaje.

En la variable, **concentración de sismos superficiales (0-32km de profundidad) e intermedios superficiales (33-70km)**, se diferenciaron tres zonas. La zona 3 a la que se le asignó mayor puntaje (6) corresponde a la costa centro-sur, que presenta una gran actividad sísmica de carácter superficial, con sismos de importante magnitud y con una severidad de sacudimiento máximo mayor que la que se manifiesta en la costa norte, efecto que tiene que ver con la velocidad de convergencia de las placas tectónicas, la lejanía de la fosa marina, de los centros poblados costeros, el tiempo de recurrencia de los eventos extremos⁶⁵. La zona 2 a la que se le asignó puntaje medio (4) corresponde a la costa norte que muestra una sismicidad superficial importante, aunque con una severidad de sacudimiento máximo menor que la costa al sur de Lima. La zona 3 a la que se le asignó menor puntaje (2) corresponde a la zona de sismicidad superficial al interior del continente debida a fallas activas locales y regionales.

En la variable, **zonas donde han ocurrido sismos iguales o mayores a 6 Mb**, se asignó un puntaje de 6 a las provincias que habían sido afectadas por sismos iguales o mayores a 6 Mb, en base a la información de sismos notables registrada por Silgado-Giesecke.

En la variable, **aceleraciones sísmicas**, se establecieron cuatro rangos, en el primero están las zonas con aceleraciones sísmicas de 50 a 200; en el segundo, las zonas con aceleraciones de 200 a 350; en el tercero, las zonas con aceleraciones de 350 a 500; en el cuarto, las zonas con aceleraciones de 500 a 600. Los puntajes asignados a cada uno de estos estratos fueron 1, 3, 6 y 12 respectivamente.

Los puntajes totales o compuestos se obtuvieron de la sumatoria de los puntajes alcanzados en cada variable. Los puntajes totales fueron agrupados en estratos muy alto, alto, medio y bajo, para calificar el nivel de peligro que tiene cada provincia con respecto a los sismos.

El resultado de la calificación es el siguiente:

Nivel de Peligro	Nº de Provincias
Muy alto	27
Alto	35
Medio	35
Bajo	43

Provincias con muy alto peligro sísmico:

Carhuaz, Casma, Huaraz, Huarmey, Huaylas, Santa, Yungay, Arequipa, Camaná, Caraveli, Islay, Callao, Ica, Chincha, Nasca, Palpa, Pisco, Trujillo, Lima, Barranca, Cañete, Huaral, Huaura, Ilo, Mariscal Nieto, Tacna y Jorge Basadre.

Provincias con alto peligro sísmico:

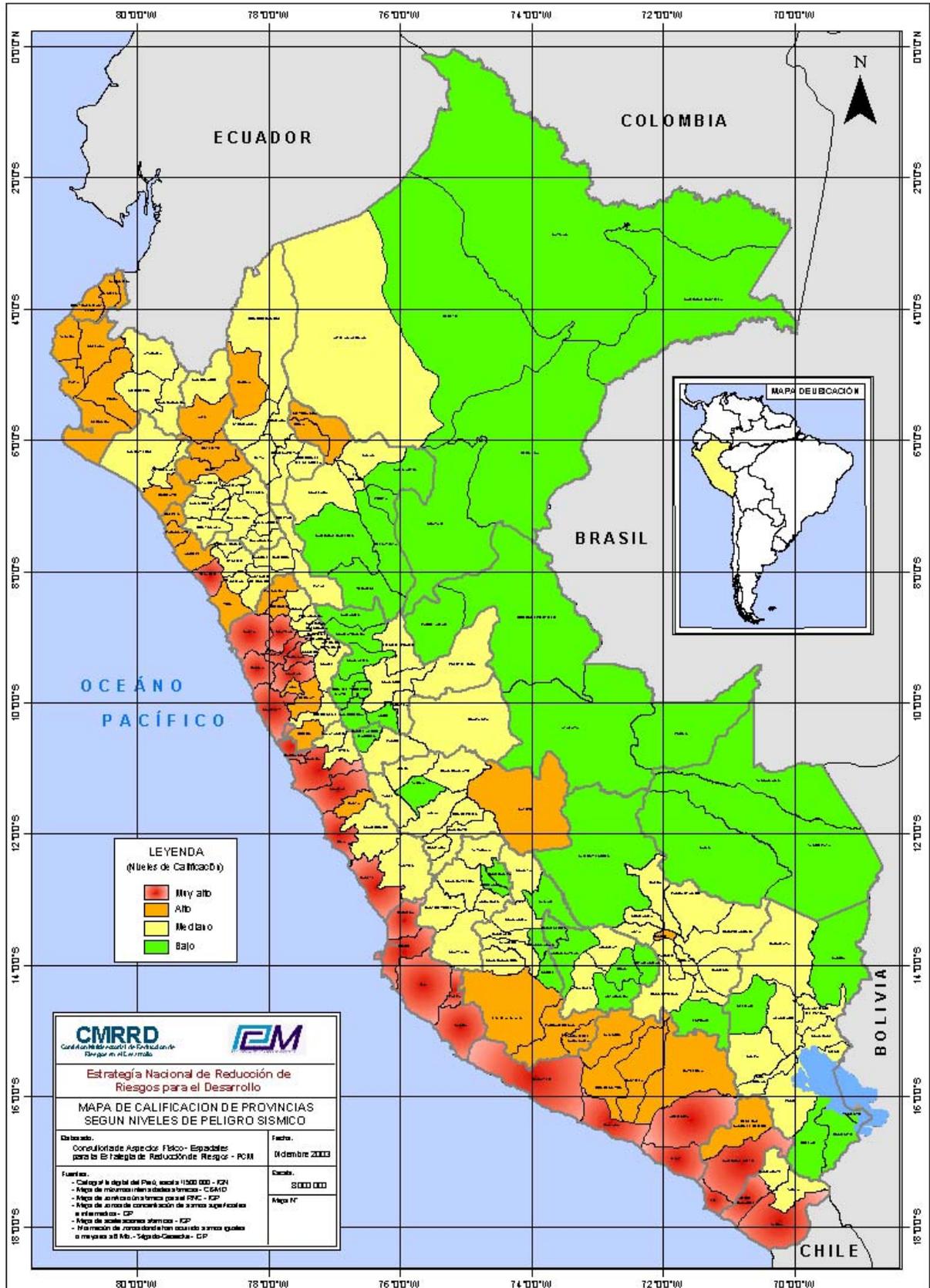
Bagua, Aija, Corongo, Ocros, Pallasca, Recuay, Castilla, Caylloma, Condesuyos, La Unión, Lucanas, Parinacochas, Paucar del Sara, Chota, Cutervo, Jaén, Cusco, Satipo, Ascope, Chepen, Pacasmayo, Virú, Chiclayo, Canta, General Sánchez Cerro, Piura, Paita, Sechura, Sullana, Talara, Moyobamba, Rioja, Tumbes, Contralmirante Villar, Zarumilla.

27 provincias con muy alto peligro sísmico donde viven 12'193,327 personas que representan el 53% de la población del país (ver mapa N° 19). En las 35 provincias con alto peligro habitan 4'198,879 personas, es decir el 18.25% del país⁶⁶.

⁶⁵ Ocola, en Atlas de Peligros Naturales

⁶⁶ Ver matriz de calificación de peligros a nivel provincia

MAPA N° 24



Calificación de Peligro Volcánico -P3

Para la calificación de este peligro se tomo como **variable única la zonificación de peligros volcánicos** elaborada por el IGP y publicado en el Atlas de Peligros Naturales. Se establecieron cuatro rangos, el primero abarca las zonas comprendidas entre las isopacas de 20 a 1 cm, que corresponde a la zona de menor peligro; el segundo, las zonas ubicadas entre las isopacas de 100 a 20 cm; el tercero, las zonas entre las isopacas de 300 a 100 cm; y el cuarto, las zonas ubicadas a lo largo del alineamiento de los principales volcanes del país y la isopaca de 300 cm, esta es la zona de mayor peligrosidad⁶⁷. Los puntajes asignados para la valoración de cada uno de estos estratos fueron 1, 3, 6 y 12 respectivamente, correspondiendo este último valor a la zona de mayor peligro (cuadro N°29).

**Cuadro N° 29
Volcánicos: Variables, Rangos, Puntajes y Calificación**

Variables	Rangos	Puntos	Calificación
Zonificación de peligros volcánicos	20-1 cm	1	Muy alto: 12
	100-20 cm	3	Alto: 6
	300-100 cm	6	Medio: 3
Fuente: IGP	300 cm	12	Bajo: 1

El resultado de la calificación es el siguiente:

Nivel de Peligro	N° de Provincias
Muy alto	10
Alto	2
Medio	1
Bajo	16

Provincias con muy alto peligro volcánico:

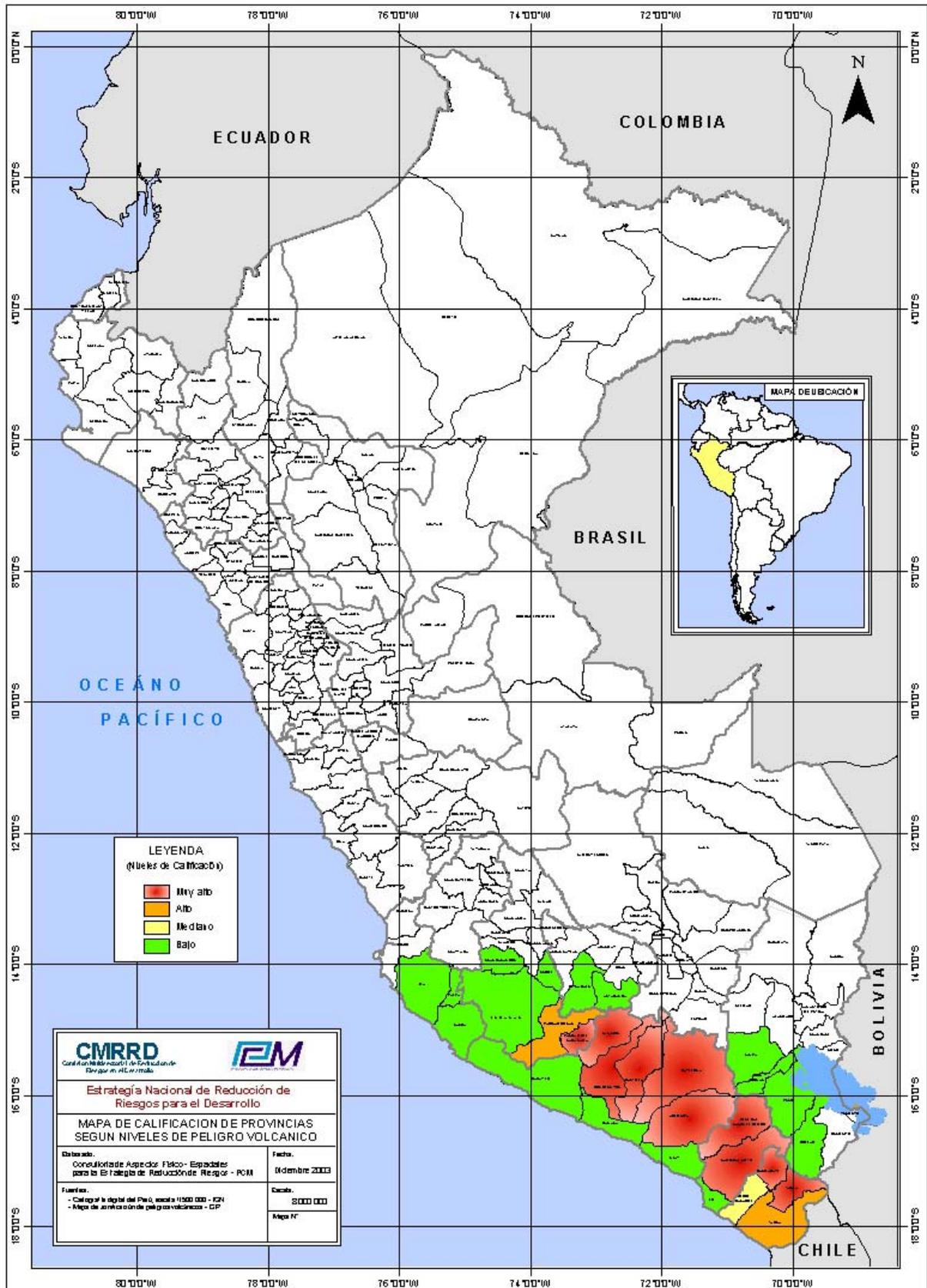
Arequipa, Castilla, Caylloma, Condesuyos, La Unión, Paucar del Sara Sara, General Sánchez Cerro, Mariscal Nieto, Candarave, Tarata

10 provincias en muy alto peligro volcánico (ver mapa N° 20), donde habitan 1'099,421 personas (4.78% de la población del país)⁶⁸.

⁶⁷ IGP en Atlas de Peligros Naturales

⁶⁸ Ver matriz de calificación de peligros a nivel provincia

MAPA N° 25



Calificación de Peligros geodinámicos-geomorfológicos-hidrogeológicos-hidrológicos - P4

Para la calificación de estos peligros a nivel provincia se tomó en consideración la **zonificación de peligros geológicos** realizada por INGEMMET, publicada en el mapa de Inventario de Riesgos Fisiográficos y Climatológicos en mayo de 1997 y proporcionada por esta institución a la CMRRD en versión digital y formato Shape. El INGEMMET ha elaborado estudios más precisos y detallados, los estudios de evaluación de peligros geológicos de las franjas 1, 2 y 3⁶⁹, sin embargo en la medida en que todo el territorio nacional no estaba cubierto con ese mismo nivel de detalle, se decidió utilizar para efectos de ésta calificación, la zonificación del mapa de Inventario de Riesgos Fisiográficos y Climatológicos de esa institución.

En esa zonificación, los principales peligros considerados son, los deslizamientos, derrumbes, huaycos, aludes, aluviones, inundaciones, erosiones y arenamientos. La zonificación establece 4 estratos, muy alto, alto, mediano y bajo, a cada uno de los cuales se le asignó puntajes, tal como figura en el cuadro N° 30.

Cuadro N° 30
Geodinámicos-geomorfológicos-hidrogeológicos-hidrológicos:
Variables, Rangos, Puntajes y Calificación

Variables	Rangos	Puntos	Calificación
Zonificación de peligros Geológicos	Bajo	1	Muy alto: 12
	Mediano	3	Alto: 6
	Alto	6	Medio: 3
Fuente: INGEMMET	Muy alto	12	Bajo: 1

El resultado de la calificación es el siguiente:

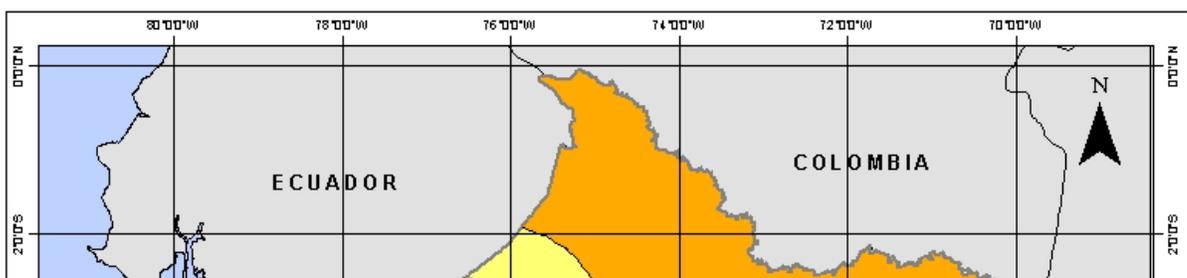
Nivel de Peligro	N° de Provincias
Muy alto	65
Alto	62
Medio	27
Bajo	26

Provincias con muy alto peligro geodinámico-geomorfológico-hidrogeológico-hidrológico:

Aija, Antonio Raymondi, Asunción, Carhuaz, Fitzcarrald, Corongo, Huaráz, Huari, Huaylas, Mariscal Luzuriaga, Pallasca, Pomabamba, Recuay, Sihuas, Yungay, Abancay, Andahuaylas, Aimaraes, Chincheros, Cotabambas, Grau, Caylloma, Cangallo, Huamanga, Huanca sancos, Huanta, La Mar, Sucre, Víctor Fajardo, Vilcashuaman, Jaén, Cusco, Acomayo, Anta, Calca, Canchis, La Convención, Paruro, Paucartambo, Quispicanchis, Urubamba, Huancavelica, Acobamba, Angaraes, Churcampa, Tayacaja, Huanuco, Ambo, Leoncio Prado, Pachitea, Junin, Chanchamayo, Chupaca, Concepción, Huancayo, Jauja, Tarma, Yauli, Pataz, Sánchez Carrión, Santiago de Chuco, Huarochirí, Pasco, Daniel Alcides Carrión, Padre Abad.

65 provincias con muy alto peligro geodinámico-geomorfológico-hidrogeológico-hidrológico (ver mapa N° 25), que tienen una población de 5'456,086, que representan el 23.71% de la población nacional. 62 provincias con alto peligro geodinámico-geomorfológico-hidrogeológico-hidrológico, que tienen una población de 10'000,570, que representan el 40.00% de la población nacional.

MAPA N° 26



Calificación de Peligro de Sequías -P5

Para la calificación de este peligro se ha asumido como concepto de sequía, el déficit de precipitaciones en zonas donde normalmente llueve, pero además, que la ausencia o disminución de precipitaciones afecte significativamente y recurrentemente a la actividad agrícola y pecuaria y a las condiciones de vida de las poblaciones que se dedican a estas actividades, condiciones que se producen en la zona andina del país, pero con mayor incidencia en el sur andino del país.

Cuadro N° 31
Sequías: Variables, Rangos, Puntajes y Calificación

	Variables	Rangos	Puntos	Puntaje Compuesto	Calificación
H	Zonas con altitudes mayores a 3,000 m.s.n.m. Fuente Mapa Físico del Perú		3	P5= H+I+J	Muy alto: 12-18 Alto: 6-12 Medio: 4-6
I	Zonas donde han ocurrido Sequías (N° de sequías registradas a nivel provincia)	1<=x<=3	1		
		3<x<=6	3		
		6<x<=10	6		
	Fuente: Desinventar-La Red	x>10	12		
J	Zonas afectadas por sequías en el 83 Fuente: INP	Provincias afectadas	3		

Por la razón anterior, para la calificación de este peligro, se consideraron tres variables (cuadro N° 31), la primera variable, **zonas con altitudes mayores a 3,000 m.s.n.m.**, que son zonas donde normalmente se producen lluvias, pero que están muy expuestas a cambios climatológicos, entre ellos sequías⁷¹, a estas zonas se les asignó 3 puntos; la segunda variable, **zonas donde han ocurrido sequías**, para lo cual se consideró la estadística registrada en la base de datos DESINVENTAR, para efectos de valorar esta variable se establecieron 4 estratos con rangos definidos por el número de frecuencias y a cada uno de éstos estratos se le asignó diferente puntaje, a las provincias que registraron un número mayor a 10 sequías, se le dio el mayor puntaje (12); la tercera variable, **zonas que habían sido afectadas por la sequía del 83**⁷², a las que se les asignó un puntaje de 3.

El resultado de la calificación es el siguiente:

Nivel de Peligro	N° de Provincias
Muy alto	5
Alto	47
Medio	35

Provincias con muy alto peligro a sequías:
Arequipa, Caylloma, Condesuyos, Huancayo y Puno

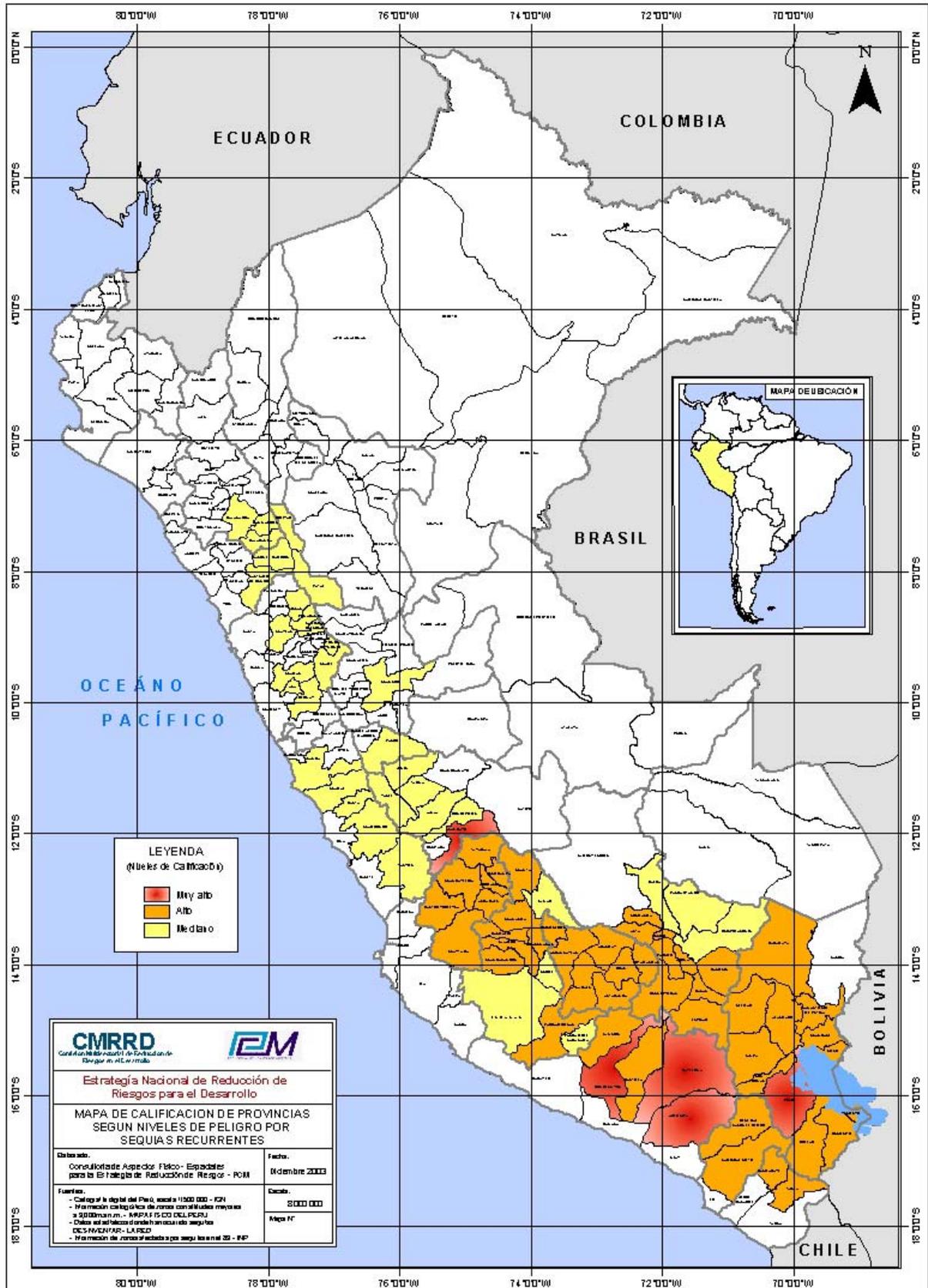
5 provincias con muy alto peligro de sequías donde vive una población de 1'618,734 personas que representa el 7.03% de la población del país. 47 provincias con alto peligro de sequías donde vive una población de 3'317,025, que representa el 14.41%⁷³ (ver mapa N° 27).

⁷¹ Afirma Gerardo Lovón en el documento "Programas de Emergencia Agraria en la Región Inka -1993", que las sequías, heladas y granizadas son eventos inherentes a la actividad agropecuaria de las zonas altoandinas en territorios por encima de los 3000 msnm.

⁷² Sequía emblemática, tanto por su intensidad, amplitud territorial e impacto socioeconómico. La información de las zonas afectadas fue tomada del informe sobre impactos socioeconómicos del FEN 82-83, elaborado por la Dirección Nacional de Planificación Regional del Instituto Nacional de Planificación de 1983

⁷³ Ver matriz de calificación de peligros a nivel provincia

MAPA N° 27



Calificación de Peligros asociados a lluvias excepcionales ocasionadas por el FEN - P6

Para la calificación de este peligro se tomaron en consideración las áreas que fueron afectadas por lluvias excepcionales en el contexto del Fenómeno El Niño 97-98⁷⁴. La decisión de adoptar dicho modelo de afectación tuvo que ver con la mayor cobertura territorial que tuvieron las lluvias excepcionales en ese evento⁷⁵. Para efectos de la valoración del nivel de peligro asociado a dichas lluvias, se establecieron se diferenciaron tres zonas (ver cuadro N° 32). **La zona 1:** conformada por cuencas que habían presentado lluvias en zonas altas, con incremento de caudal en los ríos y crecidas intermitentes; a las que se asignó un puntaje de 4. **La zona 2:** conformada por cuencas donde se produjeron lluvias continuas en zonas altas, y lluvias torrenciales en zonas medias y bajas, concentradas en periodos cortos, con crecidas de ríos y desbordes; a las que se asignó 8 puntos. **La zona 3:** todo Tumbes y Piura. Lambayeque excepto Chiclayo. Cuencas que fueron cubiertas por lluvias torrenciales de manera continua, con ríos muy caudalosos, crecidas y desbordes; a las que se asignó el mayor puntaje (12 puntos).

Cuadro N° 32
Peligros asociados a lluvias excepcionales ocasionadas por el FEN:
Variables, Rangos, Puntajes y Calificación

Variables	Rangos	Puntos	Calificación
Zonas afectadas por lluvias excepcionales en el FEN 97-98 Fuente: CAF	Zona 1	4	Muy alto: 12
	Zona 2	8	Alto: 8
	Zona 3	12	Medio: 4

El resultado de la calificación es el siguiente:

Nivel de Peligro	N° de Provincias
Muy alto	12
Alto	18
Medio	39

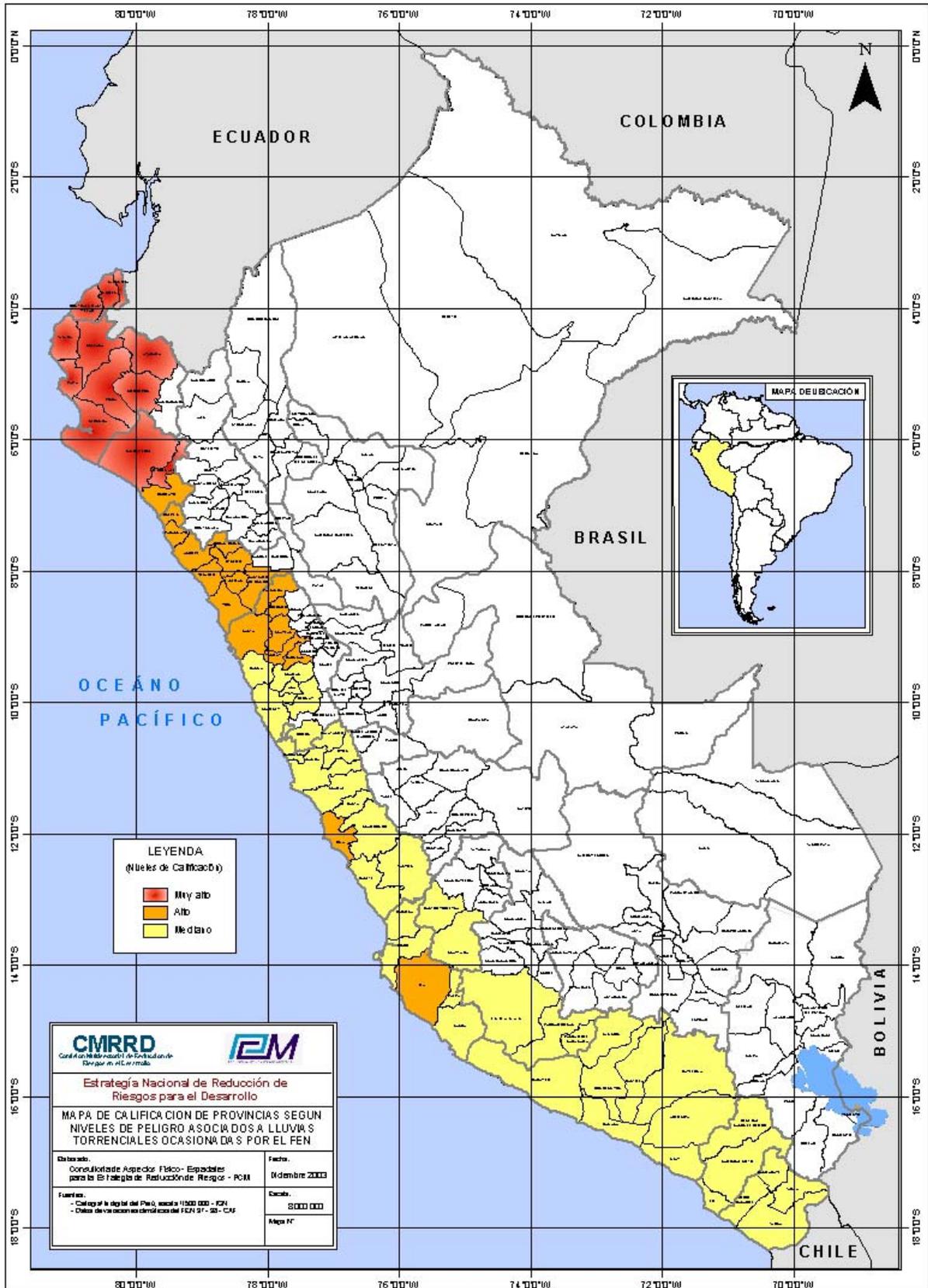
Provincias con muy alto peligro a lluvias excepcionales ocasionadas por el FEN:
Lambayeque, Ferreñafe, Piura, Ayabaca, Morropón, Paíta, Sechura, Sullana, Talara, Tumbes, Contralmirante Villar, Zarumilla

12 provincias con muy alto peligro al FEN con una población de 2'095,568 que representa el 9.11% de la población del país. 18 provincias con alto peligro al FEN con una población de 10'123,772 que representa el 44.0% de la población nacional (ver mapa N° 28).

⁷⁴ Información tomada de la publicación, Lecciones de El Niño, Perú, Memorias del Fenómeno El Niño 1997-98, Retos y Propuestas para la Región Andina, Corporación Andina de Fomento. Octubre de 2000

⁷⁵ Los estudios realizados revelan que las cuencas del norte desde el río Tumbes hasta el Jequetepeque están sometidas a la influencia directa y repetida del FEN (lluvias torrenciales). Las otras cuencas desde el río Chicama hasta el Caplina, no están sometidas a esta influencia directa, sin embargo en ocasiones de Niños atípicos como el del 97-98, la precipitación de estas cuencas puede alcanzar valores superiores a los promedios.

MAPA N° 28



Multiplicidad de Peligros en el Territorio

Para hacer una ponderación de cada peligro que permitiera evaluar y calificar el nivel de multiplicidad de peligros en cada provincia, se examinaron, el alcance territorial de sus efectos, su localización en el territorio, su recurrencia, el porcentaje de población que habita en las provincias calificadas como de muy alto peligro y la capacidad de generar impacto socioeconómico; en base a lo cual se asignaron ponderaciones a cada peligro, tal como se expresa en el cuadro N° 33, para después relacionarlos en una expresión matemática que nos permitiera efectuar una valoración múltiple.

Cuadro N° 33
Criterios para la ponderación de peligros

Peligro	Alcance territorial de los efectos	Distribución espacial	Recurrencia	Población	Impacto Socio Económico Nacional	Ponderación
Heladas	Local/Regional	Sierra Norte, Centro y Sur	Anual	2.36%	Bajo	1
Sismos	Regional/Nacional	Nacional	7 años	53.0%	Muy alto	3
Volcanes	Local/Regional	Sur	Muy baja	4.78%	-	1
Geodinámica Externa	Local/Regional	Nacional	Anual	23.71%	Importante a nivel acumulativo	2
Sequías	Regional/Nacional	Sierra Norte, Centro y Sur	Variable	7.03%	Significativa	1
FEN	Regional/Nacional	Costa Norte, Centro y Sur medio	10 años	9.11%	Muy alto	2

A los peligros que pueden tener un impacto más local y/o regional, como las heladas y peligros volcánicos se les asignó peso 1. En el caso de este último peligro se consideró además que tiene un bajo nivel de recurrencia y en consecuencia una probabilidad menor, lo que ratifica el criterio utilizado. Sin embargo en el caso de los peligros de geodinámica externa a pesar de que sus impactos son más localizados territorialmente y por lo general alcanzan un nivel local y/o regional, dada su capacidad destructiva, su alta recurrencia⁷⁶ y su incidencia generalizada en todo el territorio nacional⁷⁷, se le asignó peso 2, a fin de balancear adecuadamente su significancia en el resultado final.

Al peligro sísmico considerando la amplitud territorial que pueden tener sus impactos, su potencial de generar daños, su capacidad para desencadenar otros peligros, los daños directos e indirectos que generan y que suelen tener un impacto regional y nacional, se le asignó peso 3.

Al peligro de sequías que puede tener un impacto regional y/o nacional se le asignó peso 1, considerando que las zonas calificadas con peligro de heladas involucraban indirectamente también a zonas con peligro de sequías, la que en muchos casos cuando se produce tiene a las heladas como uno de sus efectos⁷⁸.

⁷⁶ Son los peligros más frecuentes en el país.

⁷⁷ 65 provincias del país se han calificado como de muy alto peligro geodinámico y 62 provincias como de alto peligro geodinámico.

⁷⁸ Instituto Apoyo

Al peligro relacionado con lluvias excepcionales ocasionadas por el Fenómeno El Niño se le asignó peso 2, por el impacto regional y/o nacional que puede generar, pero también considerando que los peligros que puede desencadenar son de geodinámica externa e hidrometeorológicos, que ya tenían su propia valoración.

La expresión matemática utilizada para aproximarnos a una valoración y posterior calificación del nivel de multiplicidad de peligros a nivel provincia, se planteó en los siguientes términos:

$$PM = P1 + P2(3) + P3 + P4(2) + P5 + P6(2)$$

P1 = Heladas

P2 = Sismo

P3 = Peligro volcánico

P4 = Peligros geodinámicos-geomorfológicos-hidrogeológicos-hidrológicos

P5 = Sequías

P6 = Peligros asociados a lluvias torrenciales ocasionadas por el FEN

Para su aplicación, a las provincias que para el caso de cada peligro se encontraban en el estrato **muy alto**, se les asignó puntaje 4, a las que estaban en el estrato **alto**, se les asignó el puntaje 3, a las del estrato **medio**, se les asignó 2 puntos y a las del estrato **bajo**, se les dio 1 punto, de manera que el resultado final fuera reflejo de la multiplicidad y de la significancia de los peligros para las provincias, así como de la importancia que dichos peligros tienen en el contexto nacional⁷⁹.

Los valores obtenidos de la aplicación de esta expresión matemática fueron agrupados en cuatro estratos que indican el nivel de multiplicidad de peligros.

Nivel	Rangos
Muy Alto	(25-33)
Alto	(17-25)
Medio	(9-17)
Bajo	(3-9)

El resultado de la calificación es el siguiente:

Nivel de multiplicidad de Peligros	Nº de Provincias	Población Total	% Población Nacional
Muy alto	10	1'368,738	0.0594858
Alto	79	16'284,696	0.7077385
Medio	79	7'259,441	0.3154978
Bajo	26	2'238,765	0.0972975

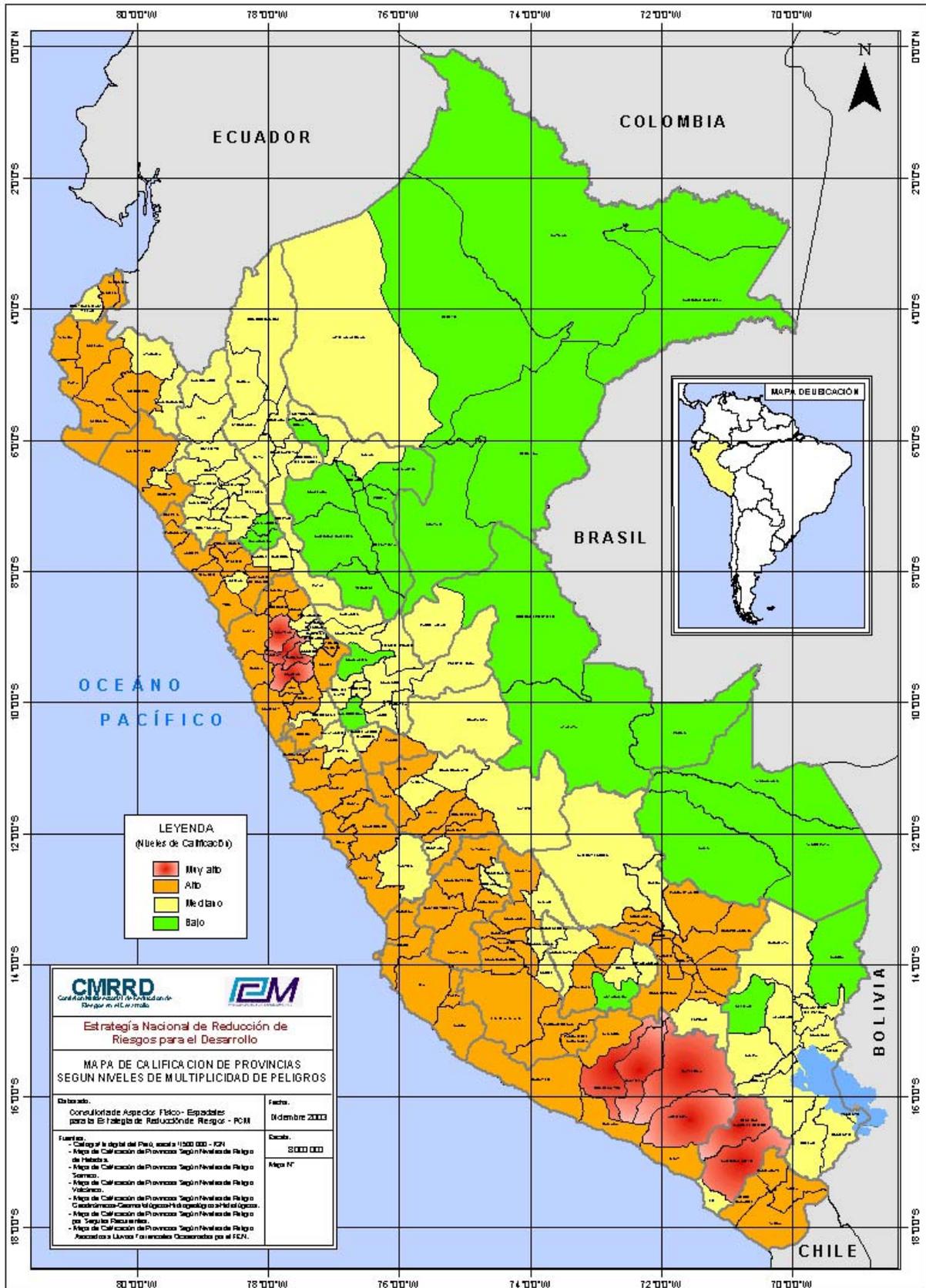
Provincias con muy alta multiplicidad de peligros:
Carhuaz, Huaráz, Huaylas, Yungay, Arequipa, Castilla, Caylloma, Condesuyos, General Sánchez Cerro, Mariscal Nieto

10 provincias que tienen una muy alta multiplicidad de peligros y 79 provincias con una alta multiplicidad de peligros⁸⁰ (ver mapa N° 29), que juntas alcanzan una población de 17'653,434 habitantes y representan el 76.72% de la población del país.

⁷⁹ A nivel de cada provincia, la multiplicidad está reflejada en puntaje en cada peligro independientemente del valor; la significancia para la provincia, está reflejada en el valor asignado en cada peligro de acuerdo a los criterios señalados anteriormente; y la importancia que tiene cada peligro en el contexto nacional, está reflejado en la ponderación dada a cada uno de éstos.

⁸⁰ Ver matriz de calificación de peligros a nivel provincia

MAPA N° 29



6. Conclusiones

Generales

- ✗ **En el Perú se manifiesta un proceso cada vez más creciente en el incremento de la frecuencia con la que se producen fenómenos que causan daño y destrucción⁸¹, más allá del hecho de que en los últimos tiempos, el desarrollo de la tecnología pueda estar permitiendo un mejor registro de los eventos y daños que causan los fenómenos destructivos, **dos factores fundamentales estarían concurrendo en esto.****

Uno de ellos relacionado con los patrones de ocupación del territorio que ha producido formas de intervención no racionales, que han favorecido la mayor concentración de población, infraestructura y un crecimiento de la actividad humana y de prácticas de desarrollo inapropiadas sobre ambientes físico naturales sensibles, creando transformaciones ambientales **que han intensificado o magnificado la ocurrencia de los peligros en el país o también creado donde estos no estaban presentes⁸²**. En los fenómenos que pueden ser influenciados a través de las prácticas humanas, si bien es cierto existe una matriz natural que explica la sensibilidad, cada vez más la acción antrópica, crea, modifica, exacerba e intensifica estos fenómenos⁸³, *es el caso de las inundaciones y huaycos, que son los fenómenos más recurrentes en el país y con mayor tendencia creciente a su ocurrencia*. Ejemplo de esas formas no racionales de intervención son, la ocupación inadecuada del suelo con fines de vivienda, servicios o producción en áreas sensibles a fenómenos geodinámicos, la construcción de carreteras y obras de infraestructura que generan desestabilización de taludes, la deforestación, entre muchas otras.

El otro factor que podría explicar ese proceso creciente en la ocurrencia de fenómenos con capacidad destructiva, podría estar vinculado con los cambios climáticos que a nivel global se han venido produciendo a partir del calentamiento del planeta y la intensificación de los ciclos hidrológicos, que en nuestro país favorecen el mayor desencadenamiento de los peligros asociados⁸⁴; proceso cuyo estudio está recién en fase inicial, pero cuyo efecto e impacto sin duda alguna no es reciente⁸⁵.

En el primer factor se trata de procesos locales y en el segundo, de procesos globales que estarían concurrendo en la intensificación de los peligros en el país; ambos ligados directa o indirectamente a la actividad humana, lo que ratifica la idea de la construcción social de los peligros.

- ✗ De la misma manera **como tendencia, los fenómenos con capacidad destructiva al impactar sobre las poblaciones del país, producen una mayor severidad en los daños, esto no sólo tiene que ver con la mayor cantidad de elementos sujetos a exposición ante los peligros,**

⁸¹ Ver en Diagnóstico, el Análisis de Incidencia y Tendencias en la generación de Peligros

⁸² No es casual que a partir de 1950 se produzca un notable repunte en la ocurrencia de eventos que causan daño y destrucción en el país, coincidiendo con la dinámica de urbanización acelerada que se inicia a partir de 1940 y con las condiciones de pobreza en que se da dicho proceso.

⁸³ A este tipo de fenómenos cada vez menos naturales, algunos investigadores los denominan como Socio Naturales

⁸⁴ La mayoría de modelos climáticos concluyen por ejemplo que los eventos El Niño serán más frecuentes con el incremento de los gases de efecto invernadero

⁸⁵ Algunas investigaciones señaladas por CONAM aseguran que desde 1950 se manifiestan efectos del cambio climático

sino también con las condiciones de alta sensibilidad al daño y limitada capacidad de resiliencia que por lo general tienen las poblaciones expuestas. Como ejemplo, el proceso de crecimiento de muchas ciudades del país, ha hecho ocupación creciente de terrenos con suelos de mala calidad, deleznable, susceptibles a deslizamientos, derrumbes, desprendimientos de rocas, huaycos, inundaciones, etc; pero además, aparejada de condiciones de pobreza y marginalidad de las poblaciones emplazadas en éstas áreas. Proceso de crecimiento que también ha dado lugar a un intenso sobreuso, deterioro y tugurización de los centros antiguos y tradicionales de las ciudades, que ha incrementado su vulnerabilidad en caso de sismos.

Un claro ejemplo es la ciudad de Lima, donde la acción de dos terremotos de similares magnitudes, ocurridos en 1966 y en 1974, generaron sin embargo impactos distintos y crecientes en el caso del último. Otro ejemplo es la ciudad de Ica, donde se produjeron en 1963 y 1998 dos inundaciones que cubrieron toda la ciudad; sin embargo los impactos generados por el último evento fueron mucho mayores, pues la ciudad en ese lapso había incrementado notablemente su vulnerabilidad.

- ✘ Los peligros que se producen en el país, pueden generar impactos territoriales distintos. Así **los impactos mayores los producen los peligros de gran escala** que pueden afectar ciudades importantes, vastas extensiones territoriales y/o generar también efectos en cadena; **es el caso de los Terremotos, los eventos Niño intensos⁸⁶ y las Sequías severas; los dos primeros tienen una recurrencia estadística general en el país, de 7⁸⁷ y 10 años⁸⁸, respectivamente. Los impactos menores en escala territorial y en daños absolutos los producen los huaycos, los deslizamientos, las inundaciones menores estacionales**, asociadas a la temporada de lluvias en la sierra; estos eventos sin embargo, **tienen una recurrencia anual y una presencia extendida en casi todo el territorio nacional y pueden causar en términos relativos, severos trastornos en el medio físico, económico y social en que se producen (por lo general y efectos acumulativos importantes por ser recurrentes. Los aludes y aluviones**, así como los peligros volcánicos merecen una mención aparte; en el caso de los primeros **se trata de peligros focalizados en el territorio, poco recurrentes, pero con gran potencial destructivo**, particularmente en lo que a vidas humanas se refiere; en el caso de los segundos, su impacto territorial es más amplio, sin embargo su nivel de recurrencia es muy bajo.

La valoración de la significancia que dentro de una Estrategia Nacional de Reducción de Riesgos para el Desarrollo, pueda tener cada peligro y los riesgos asociados, debe entonces conjugar tanto una valoración absoluta como relativa del potencial de impactos que cada cual puede producir en el país.

- ✘ **Una muestra de la importancia que los peligros y riesgos tienen para el país, es el nivel de afectación que producen cuando estos eventos acontecen, por ejemplo sólo en el periodo comprendido entre finales de 1996 y 2001, cerca de un millón de personas fueron directamente afectadas por los tres desastres mayores producidos en ese periodo⁸⁹, cifra que fácilmente se duplica cuando se incorporan las consecuencias de los desastres pequeños,**

⁸⁶ que en todos los casos generan grandes inundaciones en la costa norte y pueden generar sequías extremas en el sur andino

⁸⁷ periodicidad estimada con la que estadísticamente se ha venido produciendo un terremoto grande en el país

⁸⁸ según Estudio Hidrológico-Meteorológico en la vertiente del Pacífico del Perú con fines de Evaluación y Pronóstico del Fenómeno El Niño para Prevención y Mitigación de Desastres, Asociación BCEOM-SOFI Consult S.A.-ORSTOM, Noviembre 1999

⁸⁹ Estimación sobre la base de la estadística de daños producidos por el sismo de Nazca de 1996, el Fenómeno El Niño 97-98 y el terremoto del sur del 23 de junio de 2001.

ocasionados por numerosos peligros de pequeña escala, que repercuten significativamente sobre las localidades afectadas⁹⁰. Cifras que serían mayores si se evaluara y registraran además, las afectaciones indirectas que produjeron esos desastres.

En torno al peligro sísmico en el país

- ✗ El Perú forma parte de una de las regiones de más alta sismicidad en el planeta, actividad que está asociada a la interacción de placas Nazca y Sudamericana (ambiente de colisión-subducción) y a fallamientos tectónicos activos presentes en el interior del territorio (ambiente de reajuste cortical). **El peligro sísmico que afronta el país, con distintos niveles de intensidad, ejerce una influencia muy importante en la casi totalidad del territorio nacional y de los asentamientos humanos del país, en consecuencia se constituye en un factor de primer orden en la configuración de los escenarios de peligros y riesgos en el país.**
- ✗ Toda la franja costera y litoral del océano pacífico a consecuencia de la interacción de placas es territorio de gran sismicidad, y las ciudades y poblaciones de la costa, así como quienes habitan en los contrafuertes de la cordillera occidental, estén expuestos a los mayores impactos. **En la costa sur del país y a lo largo de la zona subandina y área andina vecina se producen las mayores probabilidades de sacudimiento extremo⁹¹; así también las aceleraciones extremas tienen mayor probabilidad de ocurrir en la costa, desde Chimbote hasta la frontera con Chile.**
- ✗ **Dos zonas en el sur del país tienen una distribución de altos valores de aceleración sísmica, una en la frontera Perú-Chile y otra entre los 16° a 17° de latitud sur, en Arequipa, entre Atico y Camaná.** Al respecto de la primera, **existen pronósticos de sismos potencialmente catastróficos, de magnitudes mayores a 9,0 Mw, en la zona de silencio sísmico localizado entre Tacna y Arica⁹², y como recurrencia del sismo de 1868.** Según el Dr. Ocola, un sismo como el de 1868, con magnitud 9,2 Mw, podría sacudir la costa con una severidad de 9 grados en la escala de intensidades macrosísmicas MKS o MM; a Moquegua, Arequipa, Chuquibamba con intensidades de 8 a 9 MSK o MM y por el sector de Puno con 6-7 MSK o MM. **El terremoto del 23 de junio de 2001, habría iniciado la liberación de la energía sísmica acumulada en esa zona.**
- ✗ En el sur medio, hay también una zona localizada en el litoral costero que abarca las localidades de Palpa, Nasca, Ica y Chala, con una distribución de altos valores de aceleraciones máximas esperadas. El sur de Ancash y norte de Lima comparten igualmente una zona a la que algunas estimaciones dan significativa probabilidad de ocurrencia de un sismo grande antes del 2009.
- ✗ Desde la latitud 10° hacia el sur y a lo largo de la costa, han ocurrido desde la segunda mitad del siglo anterior, los siguientes terremotos en la zona de colisión: Huarmey (1966), Lima (1974), Nazca (1996) y Arequipa (2001); dejando los siguientes gap-sísmicos entre las respectivas **zonas**

⁹⁰ Según estadística del INDECI, sólo en el 2001, alrededor de 400 mil personas resultaron damnificadas por 883 eventos registrados en ese año, sin embargo es previsible que ésta cifra sea mayor considerando aquellas situaciones o daños que no son reportados.

⁹¹ Según el Dr. Leonidas Ocola, investigador del IGP

⁹² donde existe un silencio sísmico de más de 100 años y en el que se espera la ocurrencia de un sismo similar o mayor al de 1868, es decir >8.5 Mb, que afectaría el sur del Perú y norte de Chile.

de ruptura: Cañete-Nazca, Yauca-Ocoña, Punta de Bombón-Arica. Estos segmentos son los sitios más probables de los futuros terremotos entre Lima (Perú) y Arica (Chile)⁹³.

- ✗ **Los sistemas de fallas activas (reajuste cortical) que existen en el interior del país extienden el peligro sísmico a otras zonas como Cusco, Ayacucho, Huancayo, Moyobamba, Satipo, Cajamarca, la sierra de La Libertad y Ancash, Arequipa, entre otros; representando un serio peligro potencial para las poblaciones e infraestructura.** Según los investigadores, tiene documentado que los movimientos sísmicos más severos ocurren en el ambiente de reajuste cortical, donde pueden romper la superficie y desplazar por varios metros, los bloques fracturados a lo largo de decenas de kilómetros de longitud de las fallas geológicas, y donde algunas veces, la severidad de sacudimiento del suelo excede la aceleración de la gravedad terrestre en la traza de falla. Sin embargo, la violencia del movimiento de suelo decae muy rápido con la distancia a la traza de la falla activa⁹⁴.
- ✗ **En el Perú la peligrosidad que pueden alcanzar los terremotos no sólo está asociado a la severidad del sacudimiento que pueden producir sino también a su capacidad para generar y reactivar fenómenos de geodinámica externa,** como aludes-aluviones, deslizamientos, derrumbes y desprendimientos de rocas, a los cuales el territorio es altamente sensible.
- ✗ **Un claro ejemplo del enorme potencial destructivo que tienen los terremotos de cierta magnitud en relación a otro tipo de peligros, se evidencia al comparar la afectación causada por el sismo del 23 de junio de 2001, con la afectación histórica acumulada en los últimos 30 años en los 192 distritos que fueron impactados por dicho evento⁹⁵,** donde el número de damnificados ocasionados por el sismo representó el 52.5% del número acumulado de damnificados de los últimos 30 años. El número de viviendas destruidas, de viviendas afectadas y de hectáreas afectadas, representaron respectivamente el 79.8%, 87.9% y 147.9% de las afectaciones acumuladas producidas entre 1970-2000.
- ✗ **De la historia sísmica reciente del país se destacan algunos eventos, como el terremoto de Huaraz de 1970, uno de los más destructores de la historia del continente, que ocasionó 70,000 muertos, más de 150,000 heridos, 800,000 personas sin hogar y daños materiales que sobrepasaron los 500 millones de dólares.** Propició la ocurrencia de un alud-aluvi6n que sepultó las poblaciones de Yungay y Ranrahirca. **Los terremotos de Lima de 1966 y 1974,** eventos que con magnitudes casi similares, produjeron sin embargo daños comparativos crecientes, por la mayor concentración de población y las condiciones de vulnerabilidad creciente y acumulada que han caracterizado al desarrollo de la ciudad.
- ✗ **Los grandes terremotos producidos en el fondo marino, suelen causar tsunamis. Los más peligrosos son los que se generan por sismos ocurridos en la plataforma continental frente a nuestras costas. Según su cercanía a ésta, se incrementa el peligro, dado el menor el tiempo disponible entre el sacudimiento causado por el sismo y la llegada de la primera ola a la costa. Tsunamis similares a los producidos por los terremotos de 1966, 1970 y 2001, son los más frecuentes y comunes.**

⁹³ Dr. Leonidas Ocola en Informe para el Programa PREANDINO-CAF.

⁹⁴ Dr. Leonidas Ocola.

⁹⁵ Dato contenido en Informe del Marco Estratégico para la Recuperación Sostenible y la Reducción de Vulnerabilidad en la zona afectada por el sismo del 23 de junio de 2001, en Perú, agosto 2001, PNUD-ERD. Las cifras comparan la afectación producida por el terremoto, con la afectación acumulada en las zonas afectadas en el periodo 1970-2000, en base a la información contenida en la base de datos de DESINVENTAR.

En torno al peligro volcánico en el país

- ✘ **El peligro volcánico se localiza en el sur del país**, donde existen 250 volcanes, algunos de ellos activos y otros latentes, que **comprometen principalmente a cuatro departamentos, Tacna, Moquegua, Arequipa y Ayacucho**. Las ciudades y poblados emplazados en esta zona, según su cercanía a los volcanes y las condiciones morfológicas de cada área, están expuestos a distintos tipos de peligros volcánicos como caída de cenizas (el más extendido), flujos piroclásticos, lahares y avalanchas de escombros.
- ✘ **La falta de cobertura vegetal y el emplazamiento de las fuentes volcanogénicas, hacen evidente el impacto de la actividad volcánica en el sur de Perú**. Las ciudades y poblados más expuestos son: Locumba, Tacna, Candarave, Cairani y Camilaca, en el departamento de Tacna; Andahua y pueblos localizados a lo largo del río Colca, desde Chivay hasta Cabanaconde, los valles de Majes y Sihuas y la ciudad de Arequipa, en el departamento de Arequipa; la ciudad de Moquegua, pueblos localizados a lo largo del valle de Tambo y la capital del distrito de Ubinas, en el departamento de Moquegua; ésta última localidad tiene el más alto peligro volcánico potencial del Perú, por estar ubicada a sólo 6.5 km del cráter del volcán Ubinas, uno de los más peligrosos del país junto al Sabancaya. Este peligro podría comprometer algunas centrales hidroeléctricas como Charcani V, y también áreas de cultivo en los valles.
- ✘ **Arequipa es la ciudad que posee el más alto riesgo volcánico, por su cercanía al volcán Misti y por el importante volumen poblacional que concentra, que excede el millón de habitantes y por el desarrollo de infraestructura cercana al cono**. La intensificación de la actividad térmica y fumarólica reciente del volcán, junto con lo anterior, crea condiciones de alto riesgo, por el potencial de daño que puede causar, si es que no se adoptan medidas de mitigación para reducir los riesgos. Una erupción paroxismal del volcán Misti causaría un gran desastre en el sur de Perú.
- ✘ **El norte del territorio del país, también es afectado por la actividad volcánica del Ecuador; lo que puede estar generando contaminación en la atmósfera e hidrósfera de la amazonía peruana cercana a la frontera con dicho país**.
- ✘ **Sin embargo el nivel de recurrencia que tiene este tipo de peligros es baja**. La caída de cenizas tiene una recurrencia de 100-500 años. Las caídas voluminosas de pómez suceden cada 2000 a 4000 años. La erupción más significativa de la que se tiene conocimiento, se produjo en el Huaynaputina el año 1600, lo que causó la muerte de 1500 personas y afectó todo el sur del Perú, las cenizas llegaron a las ciudades de Cusco e Ica, Potosí en Bolivia y Arica en Chile, fue la erupción más grande en los Andes. Tres erupciones similares a esa ocurrieron en los últimos 2300 años.

En torno a los Deslizamientos , Derrumbes, Huaycos

- ✘ **Los deslizamientos y derrumbes aparecen predominantemente en gran parte del territorio nacional**. Existe sensibilidad en Huaraz, en los valles de los ríos Moche, Santa, Jequetepeque, Camaná-Majes, donde se producen graves daños a la propiedad agrícola, minera, poblaciones e infraestructura vial, etc. Igualmente en los valles interandinos de los ríos Huallaga, Marañón, Apurímac, Mantaro, Urubamba, etc.

- ✘ Los huaycos son fenómenos comunes en el país debido al relieve de nuestro territorio. **La mayor incidencia de huaycos se produce en las microcuencas de la costa y de la selva, donde existen suelos deleznable sin protección.** Las zonas más propensas a huaycos son; la cuenca del río Rímac, en Lima; la cuenca del río Chanchamayo, en Junín; la cuenca del río Mayo, en San Martín; la zona de Quincemil en Quispicanchis y La Convención, en Cusco; la cuenca de Lares, en La Convención; las microcuencas de la cuenca del río Vilcanota en Urubamba y La Convención; y la zona urbana de Arequipa. **Por su gran energía y violenta aparición, los daños que producen son considerables, destruyendo o arrasando viviendas, infraestructura urbana y agrícola, carreteras, entre otros.**
- ✘ **El impacto que tienen estos peligros para el país, no pueden valorarse en función de la escala territorial de sus impactos ni de los daños absolutos que son capaces de generar, sino en función del número de eventos de este tipo que se producen, de su alta recurrencia y de los efectos e impactos acumulativos** que produce en las zonas donde esta recurrencia se da (por lo general centros poblados y áreas rurales de las cuencas medias y altas de los valles costeros, interandinos y subandinos); **donde en términos relativos, la afectación puede tener enorme significancia en las condiciones sociales de vida, en la infraestructura y en la producción locales.** A este respecto una investigación realizada por el CISMID, haciendo un recuento de los huaycos, deslizamientos, aluviones e inundaciones en el Perú entre 1925 y 1982, señalaba que estos eventos habían causado la muerte de 46,280 personas y que las pérdidas económicas acumuladas llegarían a los 2,000 millones de dólares; siendo **los huaycos los más frecuentes, los aluvionamientos los que tiene consecuencias más devastadoras en términos de vidas humanas y las inundaciones las que generan mayor daño económico**⁹⁶.

En torno a los Aludes y Aluviones

- ✘ **Aludes y aluviones son fenómenos con gran potencial destructivo y pueden afectar en su recorrido a valles, poblaciones e infraestructura.** Entre ambos fenómenos, aludes y aluviones, existe en muchos casos una causa común, como en el caso de los aluviones generados en lagunas glaciares, que por lo general son causados por la fractura y rotura de lenguas glaciares que impactan en los espejos de agua de las lagunas, provocando fuerte oleaje, erosión y desborde. **El mayor peligro de aluviones y aludes catastróficos se concentra en la cordillera blanca en Ancash, donde se han producido el mayor número de desastres de origen glaciar, provocando la muerte en poblaciones asentadas aguas abajo, además en las cordilleras Huaytapallana, Huayhuash, Urubamba y Vilcabamba.**
- ✘ Las variaciones bruscas de temperatura, por la sensibilidad de los glaciares, favorece la ocurrencia de aludes. **Según los expertos, el fenómeno de desglaciación y de retroceso de los frentes glaciares que se produce por efecto del cambio climático, puede potenciar el peligro de ocurrencia de aludes y aluviones.** Dicho proceso ha generado ya la pérdida de más de 108 millones de m³ de reservas de agua en los últimos 50 años y la formación de lagunas a partir de lenguas glaciares y glaciares colgados en los últimos 25 años⁹⁷, que en algunas ocasiones han producido aluviones de graves consecuencias, especialmente en Ancash.

En torno a las Inundaciones

⁹⁶ citado en Impacto Socio Económico de los Desastres en el Perú, INDECI, 1989.

⁹⁷ La gran mayoría de lagunas localizadas en las cordilleras es de tipo glaciar, generadas por el deshielo producido por el retroceso de los frentes glaciares.

- ✗ Las inundaciones se producen anualmente con diferente intensidad, principalmente entre los meses de noviembre y abril de cada año, que es la temporada de lluvias. Debido al arrastre de suelos, la sedimentación, colmatación de los ríos, y la falta de mantenimiento de los cauces, cada año los ríos desbordan con menor caudal.
- ✗ **En el contexto de la ocurrencia del Fenómeno El Niño, el incremento extraordinario de lluvias en la costa norte (departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad), potencia el peligro de inundaciones.** En los departamentos vecinos localizados al sur, las lluvias intensas que se pueden producir en las partes medias y altas de las cuencas, a pesar de no ser continuas, son suficientes para producir la crecida extraordinaria de caudales en los ríos y provocar inundaciones en ciudades importantes como Trujillo, Chimbote e Ica, así como varios pueblos pequeños localizados cerca de la ribera de los ríos.
- ✗ En la Sierra, algunas zonas de valles por las condiciones morfológicas que presentan, son sensibles a inundaciones, como es el caso de Puno Cusco, Junín, Ayacucho Ancash. En La Selva, se producen inundaciones en los cinco departamentos ubicados en ésta región, Madre de Dios, Amazonas, San Martín, Ucayali y Loreto; en donde se ubican 4 grandes cuencas hidrográficas, la del Marañón, Huallaga, Ucayali⁹⁸ y Madre de Dios.

En torno a las Sequías y el proceso de Desertificación

- ✗ **El sur andino es la zona más propensa a las sequías recurrentes**, conformado por los departamentos de Puno, Cuzco, Apurímac, Arequipa, Moquegua y Tacna, sin embargo, algunas veces las sequías también se extienden hacia Ayacucho y Huancavelica. **4 millones de personas aproximadamente resultan afectadas en esos territorios. Sin embargo la población que habita por encima de los 3,500 msnm, que aproximadamente son 1 millón 300 mil personas, son las directamente afectadas. Allí el 80% de las tierras son de pastoreo, son escasas las tierras de cultivo, a pesar de lo cual el 70% de la población económicamente activa se dedica a la agricultura y la ganadería.**
- ✗ **Las sequías, al igual que las heladas, friaje y granizadas, configuran el ciclo de riesgos climáticos que enfrenta la actividad agropecuaria de las zonas altoandinas, particularmente en el sur.** En el caso de Puno, a ese ciclo de irregularidades climatológicas se agregan, las inundaciones en la zona circunlacustre. **A pesar de no existir registros meteorológicos precisos, la frecuencia de estos eventos se ha elevado de modo considerable.**
- ✗ En 1982-83 se presentó una de las más fuertes sequías de las últimas décadas en el Perú. La sequía 82-83 tuvo un impacto significativo en la economía nacional, el valor de las pérdidas en la agricultura y en la actividad pecuaria representó el 43% del valor total de las pérdidas generadas ese año por el conjunto de eventos destructivos que se produjeron en ese año.
- ✗ **La desertificación constituye un problema significativo en el país. La extrema aridez de la costa y la semiaridez y subhmedad de la sierra, compromete el 38% del territorio nacional. En estos territorios donde sólo se recibe el 2 % de la precipitación anual, se asienta el 88% de la población y se concentra además la casi totalidad de la actividad agropecuaria, minera e industrial nacional.**

⁹⁸ las tres primeras forman el río Amazonas

En torno al Fenómeno El Niño

- ✗ **El Perú es el país que recibe los mayores impactos del evento El Niño en razón de su situación geográfica**, pues al producirse cambios en sus condiciones atmosféricas y oceanográficas, **se generan significativos peligros para las poblaciones y actividades productivas, especialmente en la costa norte. En el sur, los efectos del FEN se sienten en niños intensos o excepcionales**, en que llueve con intensidad en zonas ubicadas entre los 1000 y 3000 m. de altura, en la vertiente occidental de los Andes, convirtiendo a esta zona en la región con mayor riesgo de huaycos. Los más grandes huaycos de los últimos 40 años en la cordillera occidental se han producido durante estos fenómenos⁹⁹.
- ✗ **El Niño puede multiplicar por 3, 10 o hasta 50 veces el total de las precipitaciones en el norte del país; mientras que en el sur por lo general en los años Niño se producen déficits de precipitaciones. La Niña se manifiesta con incremento de precipitaciones en todo el país, inclusive en la costa norte, pero en menor medida que en contextos Niño.**
- ✗ En lo que respecta al régimen de caudales, los estudios realizados revelan que **los ríos de las cuencas del norte, desde el río Tumbes hasta el río Jequetepeque, están sometidas a la influencia directa y repetida del Fenómeno El Niño; mientras que los ríos de las otras cuencas, del río Chicama hasta el río Caplina, no están sometidas a esta influencia directa y repetida**¹⁰⁰.
- ✗ **Los eventos Niño o mejor, los ENSO, producen en el país un significativo repunte de fenómenos con capacidad destructiva, principalmente inundaciones, huaycos, deslizamientos, erosiones; y sequías**¹⁰¹, lo que significa que si bien es cierto el ENSO no constituye un peligro en sí; sin embargo, el efecto desencadenante, activador o gatillo que ejercen las lluvias torrenciales cuando ocurren en territorios áridos y sensibles geológica y geodinámicamente, si constituye un factor potencial de peligro.
- ✗ La recurrencia de estos eventos según su intensidad sería la siguiente: **Mega Niños**, se producirían cada 500 a 1000 años, afectando de Norte a Sur, la Costa Peruana. **Niños muy fuertes o extraordinarios**, comparables con los eventos de 1982-83 y de 1997-98 cada 50 años, sin embargo en el contexto de un cambio climático global, sería altamente probable que eventos de esta intensidad sean cada vez más recurrentes. Este factor sería responsable de que eventos Niño muy fuertes como los de 1982-83 o 1997-98, hayan visto recortado su periodo de recurrencia. **Eventos Niño entre muy fuertes o extraordinarios y fuertes**, se producirían cada 10 años¹⁰².
- ✗ **El impacto potencial que pueden tener los eventos Niño, queda evidenciado en el impacto real que produjeron los eventos Niño de 1982-83 y 1997-98 sobre la economía del país y las**

⁹⁹ INGEMMET, en Estudio de Riesgos Geológicos de las Franjas 1 y 2

¹⁰⁰ Estudio Hidrológico-Meteorológico en la vertiente del Pacífico del Perú con fines de Evaluación y Pronóstico del Fenómeno El Niño para Prevención y Mitigación de Desastres, Asociación BCEOM-SOFI Consult S.A.-ORSTOM, Noviembre 1999

¹⁰¹ Es lo que revelan las estadísticas de desastres y afectaciones, donde en los años Niño registran un mayor número de huaycos, inundaciones, deslizamientos

¹⁰² Estudio Hidrológico-Meteorológico en la vertiente del Pacífico del Perú, Asociación BCEOM-SOFI Consult S.A.-ORSTOM, Noviembre 1999

condiciones sociales de vida de las poblaciones rurales y urbanas en pobreza que resultaron afectadas.

- **El Fenómeno El Niño 82-83** causó pérdidas directas estimadas en 883 millones de dólares, 712 millones de dólares ocasionados en el norte del país, producto de las lluvias excepcionales y 171 millones de dólares en la sierra sur a consecuencia de la sequía que generó dicho evento. **La población económicamente activa afectada en los diversos sectores económicos, se estimó en 1'285,718 personas, 831,903 personas en la costa norte (inundaciones y huaycos) y 453,815 en el sur andino (sequía). La población directa o indirectamente afectada alcanzó aproximadamente a seis millones de personas, que representaba la tercera parte de la población de ese entonces. El impacto económico se reflejó también en la disminución del PBI en -12% y del PBI per cápita en -14.3%¹⁰³.**
- **El Fenómeno El Niño 1997-1998** produjo daños en 17 departamentos, afectando directamente a más de medio millón de personas, que habitaban las 35,669 viviendas que fueron destruidas y las 74,233 viviendas que resultaron dañadas, 75% de ellas ubicadas en áreas rurales y 25% en áreas urbanas. Los daños y afectación a los sistemas de servicios vitales, al equipamiento social, a la infraestructura económica y a la producción fueron graves. **El conjunto de daños fueron valorizados en 3,500 millones de dólares, y representaron el 4,54 % del PBI de 1997¹⁰⁴.**

Interrelación, encadenamiento y efecto sinérgico de los peligros en el país.

- ✘ Los territorios con muy alto y alto peligro recurrente de **sequías** envuelven también a los territorios con muy alto y alto peligro de **heladas**. Los mecanismos de relación entre estos fenómenos señalarían por lo general que las sequías suelen tener también como uno de sus efectos las heladas, pero además ambos fenómenos **forman parte de ese ciclo de peligros climáticos al que se enfrenta la agricultura en territorios por encima de los 3000 msnm.**
- ✘ Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas del país, **muchos de los peligros que se presentan en el territorio nacional pueden establecer un efecto de encadenamiento de peligros.** Las lluvias torrenciales generadas por El Niño desencadenan inundaciones, huaycos y deslizamientos. En este sentido, **las zonas que en el país están expuestas a un muy alto y alto peligro de lluvias excepcionales durante el FEN, presentan también alto peligro geodinámico-geomorfológico-hidrogeológico-hidrológico.** El Niño potencia y desencadena con mayor intensidad los peligros recurrentes que enfrentan éstas zonas.
- ✘ **En el país, los sismos** que ocurren en zonas geológicamente sensibles **pueden ocasionar deslizamientos o también aludes** en el caso de zonas con presencia de glaciares. **Estos a su vez pueden comprometer lagunas glaciares y generar aluviones que pueden producir inundaciones;** generando un encadenamiento de peligros de origen natural. Sin embargo también los sismos pueden hacer colapsar presas artificiales y con ello generar aluvionamientos e inundaciones; y en este caso producir el encadenamiento de un peligro natural que crea otro peligro que deja de ser natural.

¹⁰³ Impacto Socio Económico de los Desastres en el Perú, INDECI, 1989.

¹⁰⁴ Estimaciones de la Corporación Andina de Fomento y de la CEPAL.

- ✘ **En el país, las probabilidades de que se generen encadenamientos y sinergias entre estos peligros es muy alta, pues las mismas condiciones y características de nuestro territorio las favorecen y así tenemos que por ejemplo coinciden zonas de sismicidad activa con presencia de fallas superficiales y zonas de muy alto peligro geodinámico-geomorfológico-hidrogeológico-hidrológico (deslizamientos, huaycos, inundaciones, aludes, aluviones).**
- ✘ **Uno de los casos más significativos se da en Ancash, en la zona del Callejón de Huaylas,** donde existe un muy alto peligro geológico a aludes, aluviones, y deslizamientos, coincidiendo con fallas activas a lo largo del Callejón. **Es el caso también de Junín,** donde las **provincias de Jauja, Concepción y Huancayo** tienen zonas de sismicidad activa asociadas a la falla de Huaytapallana y son también zonas de muy alto peligro geológico a deslizamientos, y en Huancayo también a aludes y aluviones por la presencia del nevado Huaytapallana y lagunas glaciares como la laguna Lazo Huntay que en el pasado provocó significativo daño. **Otro caso es el del Cusco** donde existen fallas activas que generan peligro sísmico, coincidiendo también con un muy alto peligro a deslizamientos, **situación similar se registra en la zona sur de la provincia de Jaén y norte de la provincia de Cutervo en Cajamarca.** En Lima, en Canta igualmente coincide la existencia de un sistema de fallas activas con zonas geológicas sensibles a derrumbes, sistema de fallas que llegaría a comprometer también la represa de Yuracmayo.
- ✘ **También en diversas partes del país se registran zonas geológicas de alto peligro a deslizamientos y derrumbes coincidiendo además con altos valores de intensidad y aceleraciones sísmicas,** como es el caso de Arequipa, en las cuencas de los ríos Camaná, Quilca y también Moquegua en la cuenca del río Tambo.

Incidencia y tendencias en la generación de peligros naturales

- ✘ El análisis de distintas bases de datos sobre eventos y afectaciones, revela que en términos de tipología, **los fenómenos naturales con mayor recurrencia en el país son las inundaciones, huaycos y deslizamientos.** Territorialmente, de acuerdo a todas estas fuentes consultadas, las zonas que registran una muy alta incidencia de peligros hidroeteorológicos y geodinámicos son los departamentos de Arequipa, Ancash, Cusco y Lima, que en todas las bases de datos analizadas aparecen en forma constante con el mayor número de registros.
- ✘ El mismo análisis estadístico permite afirmar que **desde 1950 se produce en el país, un significativo incremento de eventos naturales que producen afectación y destrucción, proceso que sigue teniendo una tendencia general creciente en el país.** Esta tendencia puede tener vinculación con el proceso de urbanización acelerada que se produce en el país a partir de 1940 y con los principales cambios que han llevado a la configuración actual de la ocupación del territorio y a las condiciones de marginalidad, pobreza y mayor exposición a los peligros, por parte de la población, las actividades económicas y la infraestructura.
- ✘ **En las tres últimas décadas los departamentos que han registrado mayor afectación por sismos han sido, Ancash, Arequipa, Ica y Lima, mostrando sin embargo cada cual, una alta variabilidad entre décadas y por tanto patrones temporales diferenciados.**

- ✗ **Estadísticamente, en las tres últimas décadas, los territorios donde ha acontecido la mayor multiplicidad de fenómenos naturales que han causado daño y afectación han sido, Ancash, Arequipa y Lima.**
- ✗ **En las tres últimas décadas se registra una tendencia creciente a las inundaciones en el país, los departamentos que concentraron el mayor número de ocurrencias fueron Lima, Junín, Cusco, Arequipa, Ancash, Piura y Tumbes. En la última década (1990-2000) esa tendencia creciente se ha generalizado en la mayor parte del territorio nacional, donde 17 departamentos registraron alto número de eventos y/o tendencia creciente a ellos.**
- ✗ **En las tres últimas décadas, se registra también una tendencia creciente a la ocurrencia de huaycos. En 30 años, el número de eventos se cuadruplicó a nivel nacional. En Ancash y Junín se quintuplicaron estos eventos y en Lima se triplicaron.**
- ✗ En términos comparativos, en las tres últimas décadas se ha producido un mayor número de ocurrencias de inundaciones, con tendencia creciente a lo largo de ese periodo; mientras que los huaycos, tienen un número de ocurrencias menor que las inundaciones, pero muestran sin embargo una tendencia mucho más marcada a incrementarse en el tiempo.

Niveles de Peligro y Multiplicidad de Peligros en el Territorio Nacional.

- ✗ Como resultado del análisis de valoración de la multiplicidad de peligros en el territorio, de la significancia que tiene cada uno de ellos a nivel local y regional y del potencial que tienen para generar un impacto nacional, han sido calificadas **10 provincias como de muy alta multiplicidad de peligros y 79 provincias como de una alta multiplicidad de peligros, juntas estas 89 provincias, alcanzan una población de 17'653,434 habitantes, comprometiendo al 76.72% de la población del país.**
- ✗ La valoración independiente de cada peligro a nivel provincial, permite señalar que:
 - 19 provincias se encuentran con muy alto y alto peligro de heladas, donde habitan el 11.26% de la población del país (*provincias del sur andino y Pasco*).
 - 62 provincias se encuentran con muy alto y alto peligro sísmico, viven en ellas el 71.25% de la población del país (*provincias de la costa norte, centro y sur, provincias del callejón de Huaylas, del sur de Ayacucho, de la zona andina de Arequipa y Moquegua, del norte de Cajamarca, del Nor-oeste de Amazonas, del Nor-oeste de San Martín, provincias de Cusco y Satipo*).
 - 10 provincias se encuentran con muy alto peligro volcánico, donde habita el 4.78% de la población nacional (*provincias del sur de Ayacucho y de la zona andina de Arequipa, Moquegua y Tacna*).
 - 127 provincias se encuentran con muy alto y alto peligro geodinámico-geomorfológico-hidrogeológico-hidrológico, habitan en ellas el 94.71% de la población (*parte de los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Ancash, Lima, Ica, Arequipa, Moquegua, Cusco, Apurímac, Ayacucho, Huancavelica, Junín, Pasco, Huanuco, Cajamarca, Amazonas, San Martín, Madre de Dios, Ucayali y Loreto*).

- 52 provincias tienen un muy alto y alto peligro de sequías donde vive el 21.44% de la población (*provincias de Huancayo, departamentos de Huancavelica, Apurímac, provincias altas de Ayacucho, Arequipa, Cusco, Moquegua, Tacna y casi la totalidad del departamento de Puno con excepción de la provincia de Sandía*).
 - 30 provincias tienen un muy alto y alto peligro de ser afectadas por lluvias excepcionales generadas por el FEN, donde se encuentra asentada el 53.11% de la población del país (*Todo el departamento de Tumbes, Lambayeque y Piura con excepción de Huancabamba, provincias de La Libertad con excepción de Patatez, Bolívar y Sánchez Carrión, provincias del norte de Ancash, provincia de Lima y de Ica*).
- ※ Interpretando lo anterior, podemos afirmar que en general la población se concentra en los territorios de mayor peligro en el país.
- **La tercera parte de las provincias del país, las que concentran más del 71% de la población nacional, está expuesta a niveles de muy alto y alto peligro sísmico.** Se localizan en ellas las principales ciudades del país y se concentran las principales actividades económicas y comerciales y los centros de decisión política. En el mapa N° 25 se observan la distribución de máximas intensidades sísmicas en el país y la localización de las ciudades principales.
 - **Las dos terceras partes de las provincias del país tienen en su territorio, zonas expuestas a muy alto y alto peligro geodinámico-geomorfológico-hidrogeológico-hidrológico (deslizamientos, huaycos, inundaciones, aludes, aluviones),** ver mapa N° 26 elaborado en base al de INGEMMET. Esto **ratifica la incidencia extendida que tiene este tipo de peligros en el territorio. Peligros que son además altamente recurrentes y que muestran la mayor tendencia a incrementarse en el tiempo.** Estos peligros afectan poblaciones, viviendas, carreteras, infraestructura en general. En el mapa N° 27 se observa la zonificación de peligro geodinámico-geomorfológico-hidrogeológico-hidrológico y la distribución espacial de las capitales distritales del país, donde se aprecia que **gran parte de las poblaciones del país están emplazadas en zonas de muy alto y alto peligro.**

Con respecto a la Información e investigación científica relacionada a los Peligros

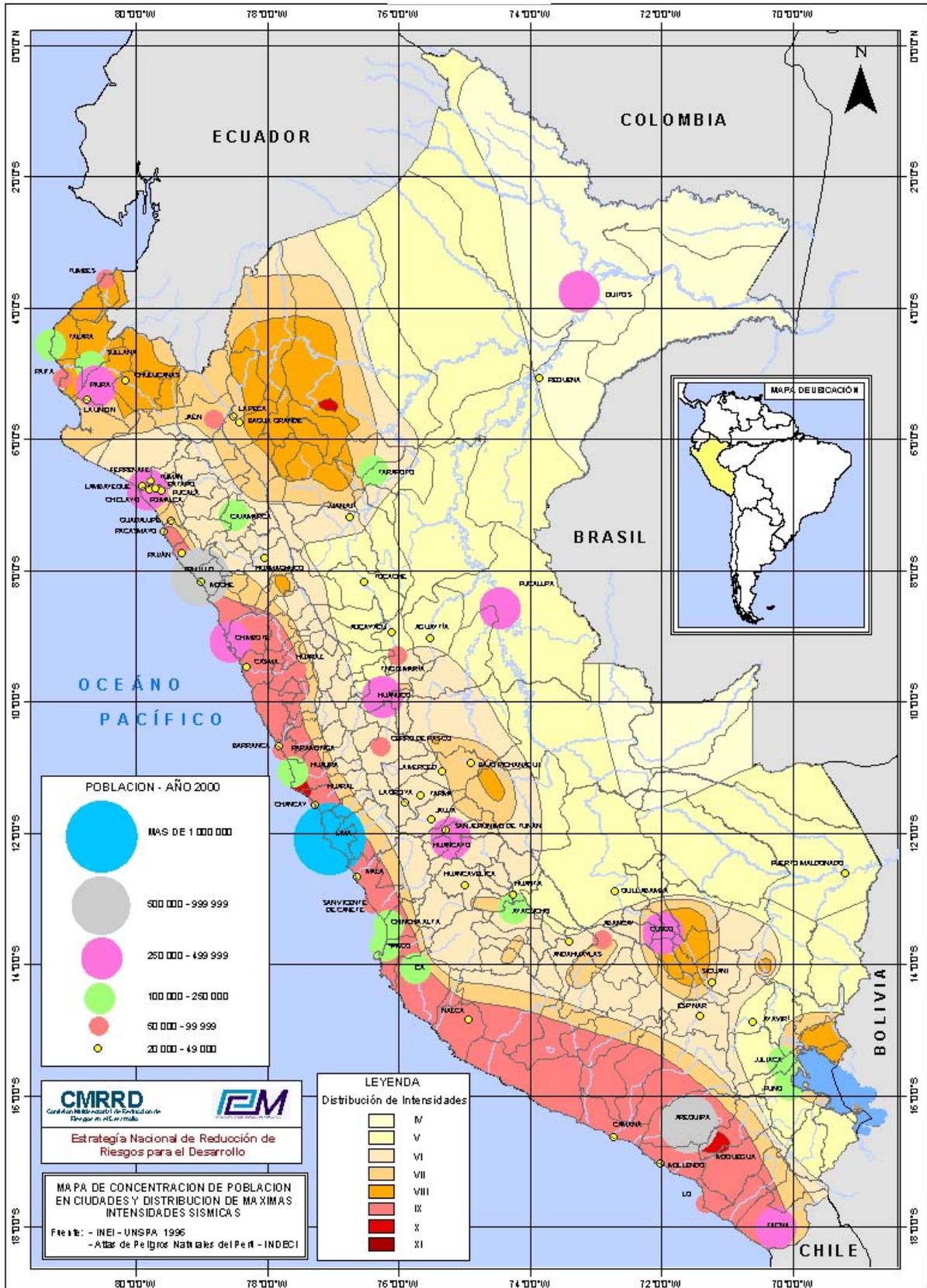
- ※ Respecto al estado actual de las bases de datos sobre desastres en el Perú, podemos extraer algunas conclusiones:
- No existe en el país un banco de datos actualizado que reúna los registros de eventos y desastres de manera completa, al menos de los últimos 100 años.
 - Las bases de datos disponibles no siguen un criterio estándar para el registro de los eventos *naturales*, cada una abarca diferentes épocas (1900-1989, 1970-2001, 1995-2001)
 - Se utilizan distintos términos para identificar el mismo evento.
 - En cuanto al Catálogo Sísmico no se dispone de una versión actualizada, al menos hasta el año 2002 y es estrictamente técnico, por lo que no registra el impacto de estos eventos, ni hay clasificación según su magnitud.
 - Debe realizarse un trabajo exhaustivo de depuración y consolidación de las bases de datos existentes y proponer una metodología única y formatos para el registro de futuros eventos.

- ✗ Existen limitaciones en la capacidad técnico-científica de nuestro país para el desarrollo de pronósticos y para el conocimiento de los riesgos, que es clave para orientar las decisiones en el marco de los procesos de planificación del desarrollo.
- ✗ Dichas limitaciones se expresaron en el presente diagnóstico en lo siguiente:
 - No contar para todos los peligros estudiados, con información que llegue a una zonificación y calificación de los niveles de peligro, que permita establecer de su análisis directo, las prioridades territoriales.
 - En la mayoría de casos no existen mapas de peligro que reflejen una diferenciación del territorio sobre la base de probabilidades de ocurrencia o de sensibilidad a la ocurrencia de fenómenos con capacidad destructiva. Existen por lo general, mapas de variables que inciden o explican el peligro. Se necesita que las instituciones, desarrollen este trabajo, que es insumo fundamental para los planificadores.
 - Es preciso tener también estudios y zonificación a escala de mayor detalle, que permita cruces de información y orientar mejor las decisiones de localización de la infraestructura estratégica, lo que requiere desarrollar estudios de mayor detalle.
- ✗ Es importante para el país apoyar los esfuerzos de las instituciones científicas, pero además potenciar los recursos de que disponen, generando una cultura colaborativa que permita superar las actuales limitaciones.

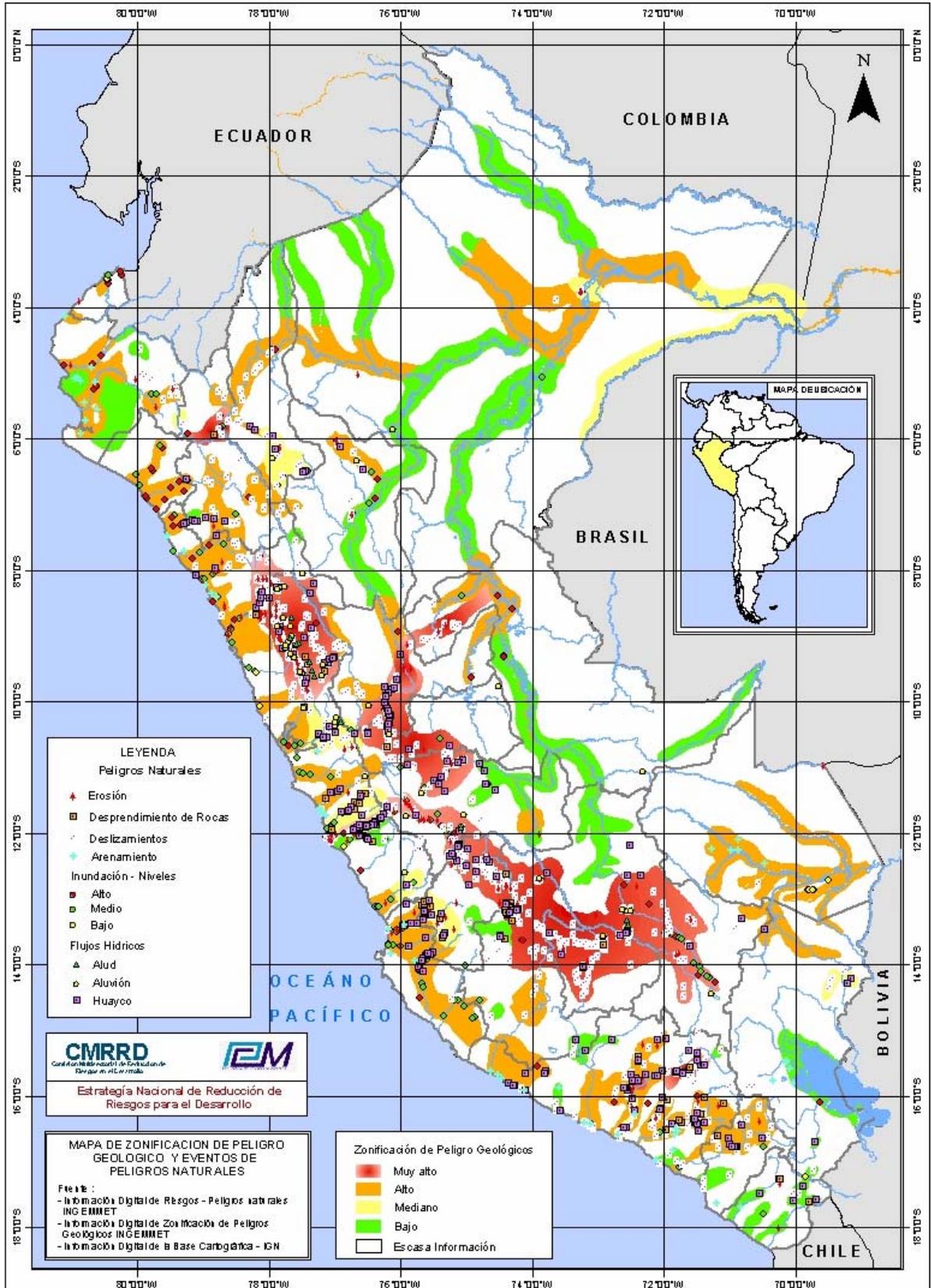
Finalmente;

- ✗ En el Perú, los peligros naturales constituyen una condicionante cada vez más importante para los procesos de desarrollo nacional, regional y local. Los riesgos que se derivan de ellos y los desastres que suelen desencadenarse tienen un impacto negativo en nuestra sociedad, en la economía del país, en las condiciones de vida de la población y con ello representan una amenaza sustantiva y creciente a las iniciativas del país por avanzar hacia la reducción de la pobreza y el desarrollo sostenible.

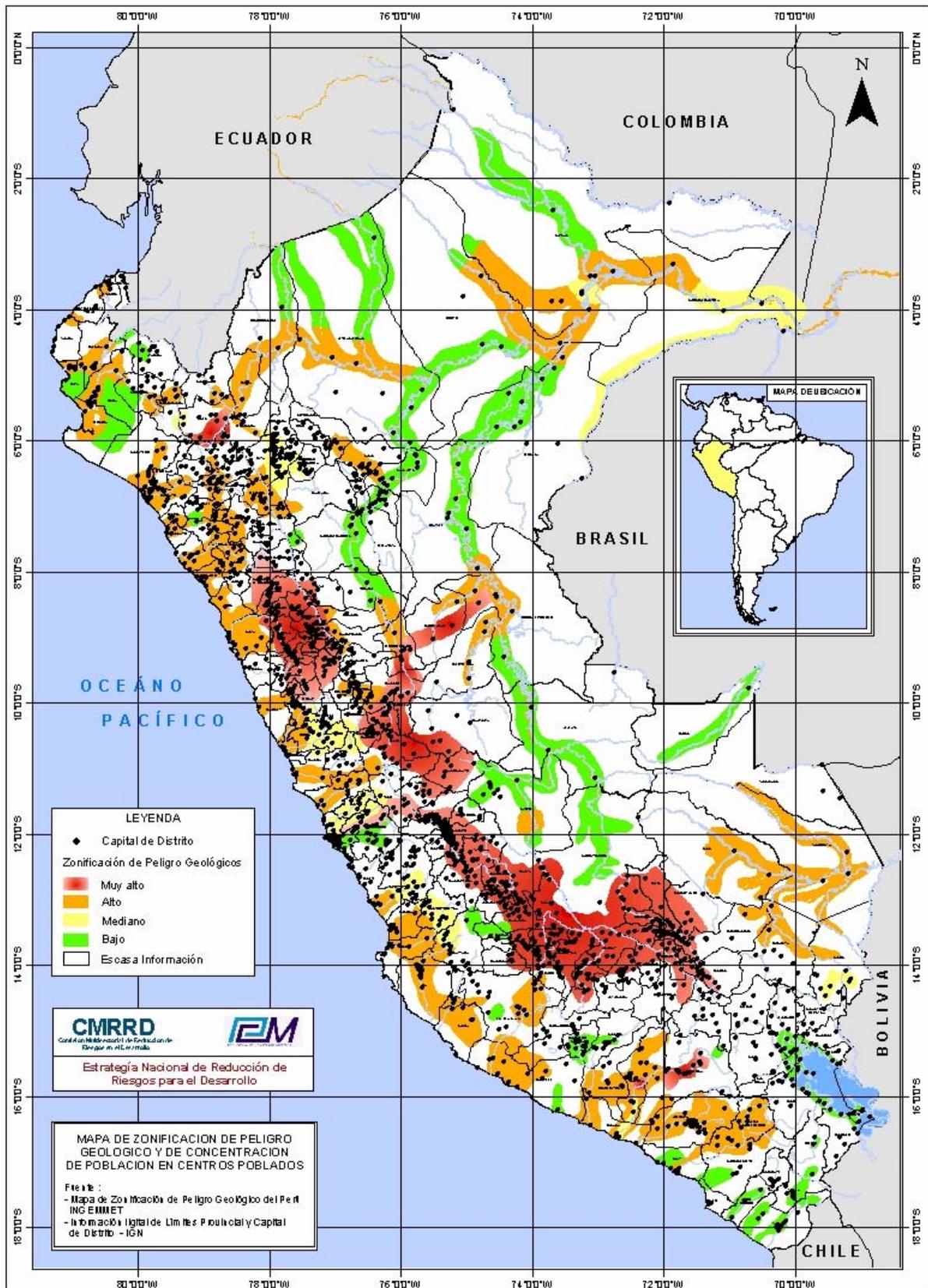
MAPA N° 30



MAPA N° 31



MAPA N° 32



Tratamiento de los Peligros dentro de la Estrategia Nacional de Reducción de Riesgos en el Desarrollo

La Estrategia Nacional de Reducción de Riesgos en el Desarrollo en lo que al tratamiento de los Peligros se refiere, debe tomar en consideración algunos aspectos básicos, como ***diferenciar los Peligros que admiten medidas de intervención para reducir los mecanismos físicos que los generan, de los Peligros donde no esa intervención no sea posible***; lo que es importante ***pues para cada caso será necesario orientar políticas distintas para su manejo***. Igualmente ***diferenciar los Peligros que tienen un mayor potencial de impactos y una mayor recurrencia; para establecer las prioridades temáticas nacionales en el tratamiento de los peligros***.

Los Peligros, condicionando y limitando el Desarrollo

La Multiplicidad de Peligros que se presentan en nuestro territorio, representan una amenaza sustantiva y creciente en el objetivo de reducir la pobreza y avanzar en el desarrollo sostenible¹⁰⁵; por ello es necesario reconocer los procesos que están detrás de los fenómenos que les dan origen.

Los Peligros no son estáticos ni son condiciones dadas, existe en el país un proceso de configuración o construcción social de los Peligros, que hace que *Fenómenos Naturales con capacidad destructiva* lleguen a constituirse en Peligros para nuestra sociedad en la medida en que se materializan situaciones de exposición y debilidad frente a estos Fenómenos; pero además muchas actividades humanas que en el marco de los procesos de desarrollo de nuestro país se han venido realizando, al incidir negativamente en ambientes naturales frágiles, han generado procesos de transformación ambiental produciendo nuevos Fenómenos o exacerbando los existentes, al entrelazarse condiciones naturales de susceptibilidad existentes en el territorio con actividades que hacen uso inadecuado de los recursos naturales; *Fenómenos que admiten un claro origen Socio-natural* y que por lo general se constituyen en significativos peligros para el país. ***Este tipo de peligros como son las inundaciones, huaycos y deslizamientos, son los más recurrentes en el país y son los que claramente admiten intervenciones para reducirlos***.

La Estrategia Nacional de Reducción de Riesgos en el Desarrollo, en el tema de los Peligros, debe por ello definir políticas diferenciadas según el carácter natural o socio natural de los fenómenos que los originan y asumir que los ***Fenómenos Naturales con potencial destructivo son factores condicionantes, con los cuales nuestro desarrollo debe armonizar, orientando su acción en la reducción de los factores de vulnerabilidad de nuestra sociedad frente a ellos***. En esta tipología están, los Terremotos, las Erupciones Volcánicas, las Heladas, las Lluvias Torrenciales o las Sequías producidas por factores hidrometeorológicos naturales. Mientras que ***los Fenómenos Socio Naturales se constituyen en factores limitantes, frente a los cuales, las acciones de desarrollo deben propender no sólo a la reducción de la vulnerabilidad sino también a la reducción de los factores que favorecen su configuración como peligros***. En esta tipología están las inundaciones, los huaycos, deslizamientos, las erosiones, las sequías generadas por uso inadecuado de los recursos naturales.

¹⁰⁵ Investigaciones llevadas a cabo por la CEPAL afirman la existencia de una fuerte correlación entre la evolución del PBI en los países y el número de desastres por año.

Significancia de los Peligros según su potencial de impacto y recurrencia

Los Peligros con mayor impacto territorial y potencial destructivo en el país son; los Terremotos, las Inundaciones provocadas por los Niños Intensos y las Sequías severas. Estos constituyen Peligros de gran escala que pueden afectar ciudades importantes, vastas extensiones territoriales y/o generar peligros en cadena. **Los dos primeros tienen una recurrencia estadística general en el país, de 7 y 10 años, respectivamente.** Los Peligros Volcánicos tienen también un impacto territorial amplio y gran potencial destructivo, sin embargo su nivel de recurrencia es bajo.

Los Peligros con impacto menor en escala territorial y potencial de daño absoluto, son; los Huaycos, Deslizamientos, las Inundaciones menores estacionales, por ello muchas veces son subestimados. Sin embargo, estos fenómenos **tienen una recurrencia anual,** tienen una amplia distribución en el territorio y pueden generar en términos relativos, severos trastornos en el medio físico, económico y social en que se producen, y causar efectos acumulativos muy importantes. **La particularidad de estos peligros es que son mejor predecibles y manejables.** Los Aludes y Aluviones, son peligros focalizados en el territorio, poco recurrentes, pero con gran potencial destructivo, particularmente en lo que a vidas humanas se refiere.

La significancia que dentro de una Estrategia Nacional de Reducción de Riesgos para el Desarrollo, pueda tener cada uno de los peligros y los riesgos asociados, requiere valorar el potencial de impactos absolutos como relativos que cada cual pueda tener sobre las perspectivas de desarrollo de largo plazo en el país, de manera que no sólo se considere el efecto catastrófico que pueden causar algunos fenómenos, sino también el importante efecto acumulativo que pueden causar otros.

Políticas para el Manejo de los Peligros dentro de la Estrategia Nacional de Reducción de Riesgos en el Desarrollo

I. Manejo de los Peligros Naturales

Los Peligros Naturales no admiten intervención para reducirlos (terremotos, maremotos, erupciones volcánicas, anomalías climáticas), por eso, frente a ellos, la Estrategia Nacional de Reducción de Riesgos en el Desarrollo deberá orientar políticas destinadas a mejorar el nivel de conocimiento del país en torno a dichos peligros, fortaleciendo los sistemas de monitoreo, análisis y predicción, fortaleciendo la capacidad institucional de las instituciones científicas responsables de su estudio, mejorando la relación entre los entes del conocimiento y del desarrollo, de manera que las investigaciones se orienten a satisfacer las necesidades de toma de decisión de los organismos de desarrollo y que los resultados de las investigaciones fluyan hacia estos y al conjunto de usuarios de dichas informaciones e investigaciones.

En ese sentido el país requiere:

- Apoyar la labor de las Instituciones Científicas que realizan la vigilancia y monitoreo de los peligros en el país; reconociendo que los peligros no son estáticos y que las investigaciones deben tomar el pulso de sus manifestaciones, para lo cual se requiere potenciar los recursos de que disponen, promoviendo una cultura de colaboración entre ellas, que permita superar las actuales limitaciones.

- Generar mayores vínculos entre la comunidad científica y los resultados de sus estudios, con el proceso de formulación de políticas de prevención para el desarrollo, para lo cual se deben establecer mecanismos de cooperación entre las Instituciones Científicas, los Sectores y las Instituciones de la Sociedad Civil, para facilitar información que permita en cada nivel territorial, incorporar el análisis de los peligros dentro de los procesos de planificación del desarrollo, y de formulación de proyectos de inversión pública como privada.
- Generar puentes entre el conocimiento científico y el conocimiento popular, estableciendo mecanismos de comunicación entre las instituciones científicas y las instituciones locales en las zonas sujetas a los mayores peligros climáticos, para aprovechar el conocimiento que del territorio y de las manifestaciones de los peligros, tienen las instituciones locales y la población.
- Mejorar la capacidad de las instituciones científicas para producir información de acuerdo a los requerimientos que tienen las instituciones de desarrollo y el poblador común.

En este campo se deberían establecer las siguientes Políticas:

Políticas para el Fortalecimiento de las Redes de Medición, Monitoreo, Detección, Alerta, Vigilancia de los Peligros y de los Sistemas de Comunicaciones.

En lo relativo al Peligro Sísmico, esta política debe dar marco para lo siguiente:

- **La implementación de una Red Nacional para el Monitoreo Sísmico**
El país requiere de estaciones sísmicas integrales que cubran razonablemente todo el país y transmitan la información a estaciones de registro y análisis en tiempo casi real. Igualmente mejorar y complementar las Redes y Sistemas de Vigilancia Sísmica existentes.
- **La implementación de una Red Acelerográfica**
El país carece de una red acelerográfica mínima que permita efectuar mediciones sistemáticas de las aceleraciones sísmicas, información que es básica para realizar el análisis de peligro sísmico que permita las actualizaciones de la zonificación sísmica oficial del país para su aplicación en las Normas Sismorresistentes.

En lo relativo al Peligro Volcánico, esta política debe dar marco para lo siguiente:

- **La implementación de Redes para la Vigilancia de los Procesos Volcanogénicos**
La instrumentación de la vigilancia es absolutamente necesaria para hacer el seguimiento de la evolución de los procesos volcanogénicos y de las erupciones volcánicas potenciales en las zonas volcánicas del sur del país, particularmente para los volcanes activos: Sabancaya, Misti, Ubinas, Ticsani, Tutupaca, y Yucamani.

En lo relativo al Peligro de Tsunamis, esta política debe dar marco para lo siguiente:

- **Instalación de Estaciones para la Detección y Alerta de Maremotos con registro en el Continente y para el Registro de Olas marinas**
El diseño de obras portuarias requiere del conocimiento de las características físicas de las olas marinas que causan destrucción a lo largo de las costas. Se necesita instalar instrumental moderno digital de ancha banda de frecuencias para el registro de las olas marinas a lo largo del litoral peruano

En lo relativo a los Peligros Hidrometeorológicos y Oceanográficos, esta política debe dar marco para lo siguiente:

- **La modernización de los Sistemas de Observación y Monitoreo Climático y Oceanográfico**
A través de la implementación de la Red Hidrometeorológica, del mejoramiento y complementación de la red básica existente, de la automatización de los sistemas de registro, de la instalación de sistemas de telecomunicaciones que garanticen la información en tiempo real y del establecimiento de mecanismos de difusión a los usuarios.
- **El mejoramiento de la seguridad de la infraestructura y de las instalaciones de monitoreo y recolección de información**
Lo que debe garantizar el funcionamiento permanente de la red hidrometeorológica, inclusive durante las contingencias.

Política para el Levantamiento, Conservación, Actualización y respaldo de la data básica nacional, levantamientos cartográficos e informaciones generales (planos, informes, estudios, datos instrumentales, etc.).

En el marco de esta política se debe dar impulso a lo siguiente:

- **La Elaboración, Actualización de los Estudios y la Cartografía sobre Peligros con fines de actualización normativa y/o aplicación en proyectos de desarrollo**
Como ejemplos, se requiere la culminación del Estudio de Riesgos Geológicos a nivel Nacional, que realiza el INGEMMET; que estaba prevista para el 2006, pero que al parecer ha sido suspendido. Igualmente, la actualización del Catálogo Sísmico y de la Evaluación Probabilística de los niveles de Peligro Sísmico en el país para la implementación de las Normas Sismorresistentes.
- **El Mejoramiento de la Capacidad de Procesamiento y Análisis de Datos e Información**
Como ejemplo, de lo que se conoce, se requiere mejorar, completar y profundizar el procesamiento de la información pluviométrica y de caudales; mejorar el procesamiento y el análisis de la información, para lograr un conocimiento mayor de la estructura atmosférica, de las relaciones causa-efecto entre las variables climáticas y oceanográficas, atendiendo a las necesidades de los usuarios.

Políticas para la Catalogación, Registro y Centralización de la Información sobre los Peligros

Será necesario establecer metodologías concordadas para la catalogación y registro de los peligros y desastres, que permita integrar y consolidar la información que levanten las diferentes instituciones del país.

Políticas de Fortalecimiento de la Capacidad de Investigación y Pronóstico sobre los Peligros prioritarios

Promoviendo investigaciones sostenidas que mejoren el conocimiento del Peligro Sísmico, del Fenómeno El Niño, de las Sequías, reforzando la capacidad de prognosis sobre futuros eventos. En el

tema del FEN, las investigaciones deben mejorar el manejo de las relaciones del fenómeno con el clima a nivel de los distintos ámbitos territoriales del país, así como los modelos de pronóstico apoyados en investigaciones e información confiables y usando técnicas de modelación a una escala más reducida.

Políticas de Fortalecimiento Institucional y Mejoramiento de la capacidad de gestión de las Instituciones Científicas y Tecnológicas vinculadas al estudio de los Peligros

La extrema dispersión de las instituciones científicas, que están adscritas a diversos sectores; la falta de precisión en muchas de sus leyes orgánicas, con respecto a la responsabilidad que les compete en el estudio de los peligros; el paralelismo y la falta de cooperación entre ellas, crea serias limitaciones institucionales para el desarrollo de la capacidad de investigación científica que el país requiere en este campo.

Políticas de Transferencia de la Información Científica y Técnica a las instituciones usuarias y la comunidad.

Las investigaciones científicas deben orientarse en función de las necesidades del desarrollo, y para ello deben establecerse mecanismos de diálogo para fijar las prioridades nacionales de investigación en esta materia y canales adecuados para la difusión de la información científica que al respecto produzcan las instituciones científicas.

II. Manejo de los Peligros Socio Naturales

Frente a los Peligros Socio Naturales que sí admiten intervención para reducirlos (inundaciones, huaycos, deslizamientos) y que son los más recurrentes en el país, la Estrategia Nacional de Reducción de Riesgos en el Desarrollo deberá orientar políticas destinadas a reducir los mecanismos físicos que inciden en su generación, las mismas que además deben formar parte de una Política Integral de Manejo de Cuencas y de Políticas de Gestión Ambiental.

En este campo, en el país se ha tenido una visión parcelada del manejo de las cuencas, que ha hecho sólo énfasis en la gestión del agua, olvidando el manejo de recursos como el suelo y la vegetación; pero además promoviendo acciones separadas en las partes alta, media o baja de las cuencas; sin valorar la relación que existe entre ellas.

Al manejo de las cuencas altas o cabeceras de cuencas, tradicionalmente se les ha otorgado una muy baja prioridad frente a los supuestos beneficios mayores e inmediatos que se logran en las cuencas bajas, desconociendo con esto que es en las cuencas altas donde se produce la génesis de los peligros y que por tanto su prevención debe centrarse fundamentalmente en este sector, a través de acciones de desarrollo que otorguen beneficio económico a las poblaciones de estas zonas y restituyan las condiciones ambientales para renovar el equilibrio de los ecosistemas; con lo cual se favorece también la seguridad de las poblaciones y las inversiones económicas en las cuencas bajas, pero también la protección de las fuentes de agua y la regulación del clima.

De otro lado, el manejo de cuencas ha sido asumido por diferentes organismos jurisdiccionales, sin coordinar acciones comunes entre ellos; reflejando ausencia de políticas específicas de tratamiento de cuencas, en especial en aquellas que presentan mayores problemas geodinámicos. Actualmente solo se cuenta con estudios de vulnerabilidad en algunas cuencas, siendo muy importante desarrollar la investigación en aquellas que han concentrado desastres en las últimas décadas.

Es importante en este caso desarrollar una visión integral en el manejo de las cuencas, integrando en su gestión a todos los sectores territoriales que la componen (cuenca alta y baja, sectores urbanos y rurales) y a los diferentes sectores administrativos públicos que tienen competencia en ella, involucrando a los gobiernos locales y a las organizaciones comunales, considerando que se trata de unidades naturales de planificación del desarrollo. Los mayores beneficios marginales en la prevención de los desastres dependerán del adecuado manejo de las cuencas y el cauce de los ríos que sirven de colectores naturales de las aguas superficiales.

Políticas específicas en el tema de la prevención y mitigación de los Peligros, que deben formar parte de una Política Integral de Manejo de Cuencas en el país, son las siguientes:

Políticas de Vigilancia y Monitoreo de Cuencas

Así como deben de monitorearse los peligros naturales, igualmente es necesario establecer sistemas de vigilancia y monitoreo de cuencas, para identificar los procesos de intervención humana que estén generando transformaciones ambientales y degradación, como, malas prácticas agrícolas y mineras, entre otras, que estén causando erosión, deforestación, contaminación, procesos de asentamiento humano, que pueden estar favoreciendo la intensificación de peligros o generación de peligros socionaturales como huaycos, deslizamientos e inundaciones.

Esto requiere también de identificar las cuencas donde se producen las mayores afectaciones, para orientar investigaciones que puedan detectar casos significativos, que ligen claramente las pautas o patrones de riesgos en esas zonas con las actividades de desarrollo.

También es necesario avanzar en estudios sobre el comportamiento hidrológico de las cuencas y sus sistemas de escorrentía que orienten las acciones sobre los cauces más problemáticos. De la misma manera, reforzar la red de estaciones hidrológicas en las cuencas que más las requieran.

Políticas de Prevención de los Peligros asociados a la erosión de los suelos

Se trata de lograr la reducción de los Peligros vía la disminución y control de los procesos que generan en los suelos, erosión, mayor escurrimiento y producción de sedimentos en las partes altas y medias de las cuencas. La política preventiva debe propender a la reducción de los peligros actuales y al control de las actividades que puedan reproducir y generar estos peligros en el futuro. Esto requiere promover el mejoramiento de las prácticas agrícolas y ganaderas, el manejo adecuado de los recursos agua, suelo y vegetación, la reforestación, el control de la tala de los árboles, del sobrepastoreo, pero de manera que se produzca beneficio económico para las poblaciones junto con la reducción y control de los procesos erosivos y la regulación de las escorrentías.

Políticas de Mitigación de los Peligros

En cuyo marco se estructuran Programas de Encauzamiento y Mantenimiento de los ríos, de Obras de Defensa Ribereña, de Forestación de Riberas, entre otras, para la mitigación del peligro de Inundaciones en las cuencas bajas. Programas de Construcción de Diques de Control de Torrentes y Sedimentos en cárcavas y cauces de quebradas, para la mitigación del peligro de huaycos. Obras de Estabilización de Taludes, para la mitigación del peligro de deslizamientos, entre otras.

III. Instituir la incorporación de la Evaluación de los Peligros y Vulnerabilidades en los procesos de formulación de los futuros Programas o Proyectos de Desarrollo

La manera más efectiva de prevenir el impacto futuro de los peligros, es incorporar la evaluación de los peligros y las vulnerabilidades y las medidas de prevención y mitigación, en la planificación del desarrollo y en la formulación de los programas y proyectos de desarrollo. En todo el proceso de generación de los programas y proyectos, desde cuando se idean, elaboran los perfiles, establecen las estrategias de intervención y de desarrollo y formulan finalmente los programas y proyectos definitivos, deberían considerarse de un lado, los peligros que pueden afectar el proyecto, la vulnerabilidad existente en el área, en la población o en las estructuras físicas, económicas, sociales o culturales y de otro lado, la influencia que el mismo proyecto pudiera tener en el incremento de las condiciones de peligro y vulnerabilidad existentes, de manera de incorporar medidas de prevención y mitigación que reduzcan los niveles de riesgo tanto existentes como potenciales.

Este es un aspecto de fundamental interés para la planificación del desarrollo, sobre todo cuando las decisiones de planificación pueden tener efectos sobre las futuras pérdidas. Por ello en el marco de la Estrategia Nacional de Reducción de Riesgos en el Desarrollo, debe instituirse y normarse, la incorporación de la evaluación de los Peligros y las Vulnerabilidades en los procesos de formulación de los futuros Programas o Proyectos de Desarrollo.

Bibliografía

- Memoria Descriptiva de Album de Mapas de Zonificación de Riesgos Fisiográficos y Climatológicos del Perú, Instituto Nacional Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET
- Estudio de Riesgos Geológicos del Perú, Franja N° 1, Instituto Nacional Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET, diciembre de 2000
- Estudio de Riesgos Geológicos del Perú, Franja N° 2, Instituto Nacional Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET, mayo de 2002
- Lecciones de El Niño, Perú, Memorias del Fenómeno El Niño 1997-98, Retos y Propuestas para la Región Andina, Corporación Andina de Fomento. Octubre de 2000
- Manual sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado, Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente, Secretaría General de la Organización de Estados Americanos-OEA
- Atlas de Peligros Naturales del Perú, INDECI-SINADECI, octubre 2003
- Estudio Hidrológico-Meteorológico en la vertiente del Pacífico del Perú con fines de Evaluación y Pronóstico del Fenómeno El Niño para Prevención y Mitigación de Desastres, Asociación BCEOM-SOFI Consult S.A.-ORSTOM, Noviembre 1999
- Estudio de Vulnerabilidad de Recursos Hídricos de Alta Montaña, Instituto Andino de Glaciología y Geoambiente, CONAM, abril de 1998
- Perú: Vulnerabilidad frente al Cambio Climático, aproximaciones a la experiencia con el Fenómeno El Niño, CONAM, diciembre de 1999
- Marco Estratégico para la Recuperación Sostenible y la Reducción de Vulnerabilidad en la zona afectada por el sismo del 23 de junio de 2001, en Perú, agosto 2001, PNUD-ERD.
- Los Terremotos en el Perú, Alberto Giesecke y Enrique Silgado. Julio 1981
- Diagnóstico para el Plan de Contingencias de Oxfam Internacional, Centro de Estudios y Prevención de Desastres-PREDES. Mayo 2003
- Impacto Socio Económico de los Desastres en el Perú, INDECI, 1989
- Vulnerabilidad a Desastres en Cuencas Hidrográficas, INDECI, Junio 2003
- Sustentos Teórico-Conceptuales sobre el Riesgo y la GLR en el marco del Desarrollo, Allan Lavell

- Programas de Emergencia Agraria en la Región Inka –1993, Gerardo Lovón
- Sequía extrema en el Altiplano 1982-1983, Enfoque Ecológico-Ambiental, Jorge Morello, Informe de Misión PNUMA, CEPAL
- Diagnóstico de la Emergencia Agraria en el Perú, Instituto de Apoyo Agrario, Lima 1989
- Desinventar-ITDG-La Red 1970-2000
- Estadística de Eventos significativos, PREDES
- Banco de Datos Histórico INDECI, 1985-2001
- Base de Datos 1997 INGEMMET

Anexos

Síntesis de los Peligros Naturales en las Franjas 1 y 2

La Franja 1: (paralelos 16° y 18°30' de latitud sur) Departamentos de Tacna, Moquegua, Arequipa (provincias de Arequipa y Camaná, distrito de Atico de provincia Caraveli, distritos de Uraca, Aplao y Huancarqui de provincia de Castilla, distritos de Huanca y Iluta de provincia de Cailloma), Puno (provincias de Chucuito, Yunguyo y El Collao)

Peligros Múltiples en la Franja 1

Peligros		Localidades
Movimientos complejos ¹⁰⁶	Deslizamientos-flujos	El Tambo, Pie de Cuesta, La Ramada-Pachaqui, La Cano-Tacar (valles de Vítor y Siguas) Lloque (Tambo)
	Derrumbes-flujo de detritos	Huachipa, La Berenguela y La Cosío (valle de Vítor)
	Deslizamientos rotacionales-traslacionales	La Cano-Tacar (valle de Vítor) El Rodado-Pallata (Candarave)
	Caída de rocas-flujo de detritos	Cerro de Arena
	Deslizamiento traslacional.derrumbe	Camilaca (Candarave)
Deslizamientos	San Juan de Siguas y Las Tinajeras (valle de Siguas) Amayane y Cotapampas (valle de Carumas) Hembruna y Caimán (valle de Puquina) Carretera Binacional (Cruz del Siglo y Torata)	
Huaycos	Yanahuara y Totorani (río Tambo) Valle de Ubinas Río Queñamichi, quebrada del cerro Janco Collo, quebrada Oruma y sector Curucuni (interrumpen carretera llave-Mazocruz) Torreteras de Arequipa Socso, Pedregal, Cosos (valle de Camaná-Majes) Caracharma (valle de Sihuas) Ancocirca, Colocaya y Mirave (valle de Curibaya-Locumba) Quebrada Huaylla Viejo-Chilcane (carretera Yura-Huanca)	
Derrumbes	Sectores de la carretera Panamericana Sur entre Ocoña-La Planchada-Atico San Basilio-Puente País Vasco (carretera Huanca-Iluta) Omate-Quinistaquillas Omate-Puquina Mamas, Querulpa Grande, Morro, Punta Colorada, Recodo Cerro, Pitis, Pedregal (valles de Camaná y Majes) Valle de Curibaya Toco (valle de Ilabaya) Pueblo Nuevo, Valencia Grande, La Cano, La Ophela (valle de Vítor) Yojo en Carumas Caraquen-La Pascana (río Tambo) El Alto y Punta El Chural Carretera Camaná-Quilca	
Inundaciones y erosiones de ribera	Puente Ocoña y Pueblo Viejo, aguas arriba de Santa Rita, Pararcana, Surita, Jahuiche, Urasqui y La Antiqueña (valle de Ocoña) Huacapuy-San José, Torán y Pampa Blanca, La Laja, Collón, Querulpa grande, Sonay (valles Camaná-Majes) La Chilina, Arequipa, Tiabaya, Uchumayo, Socavón, Vítor, Mococho, La Cano, San Juan de Sihuas, aguas debajo de Lluclla y Pitay, etc. (valles de Quilca-Siguas-Vítor) Ichuña, Chucarapai, Pampa Blanca, Exchage, La Pampilla, Quelgua Chico, Uchas y aguas debajo de El Fiscal (valle de Tambo)	
Erosión de laderas	Quebrada El Cazador (represa El Frayle)	
Volcanes activos que reportan actividad histórica	Ubinas, Misti, Tutupaca, Sabancaya	

¹⁰⁶Resultado de la combinación de dos tipos de peligros comunes y en algunos casos hasta tres (INGEMMET). Su ocurrencia incluye principalmente la actividad antrópica (cortes de carretera) que actúa como factor desencadenante.

Volcanes latentes		Huaynaputina, Ticsani, Paucarani y Coropuna
Peligros asociados a la actividad volcánica	Deslizamientos desencadenados por sismos volcánicos	Querapi, Cochitayoc y Anascapa (volcán Ubinas)
		Pallata y El Rodado en valle del río Callazas
		Camilaca (volcanes Tutupaca y Yucamane)
	Avalancha de escombros	Flanco Nor oriental del Volcán Misti
Mayor riesgo	Flanco Sur Este del Volcán Ubinas	
Peligro Sísmico (según mapa de distribución de máximas intensidades, proyecto SISRA-CERESIS)		La región puede registrar intensidades máximas entre V-X. Las intensidades mayores de VI se pueden registrar en Arequipa, Moquegua y Tacna, mientras que en Puno se puede registrar una intensidad de V. El 50 % del territorio puede alcanzar valores de IX. Valores extremos de carácter local se alcanzan en zonas cercanas a la ciudad de Arequipa.
Peligro Sísmico (según mapa de zonificación sísmica del Perú-RNC)		Zona 1 de sismicidad alta (Arequipa, Moquegua y Tacna) Zona 2 de sismicidad media (Puno)
Fallas activas (a lo largo de las cuales se esperan desplazamientos)		Falla de Chulibaya, falla activa paralela a la costa, ubicada al NO de Tacna entre Locumba e Ilabaya, se prolonga hasta pasar cerca de la ciudad de Moquegua Fallas activas de Incalacu, Capillune y Quellaveco (paralelas a la falla de Incahuasi)
Zonas con una distribución de altos valores de aceleración sísmica		Región de frontera Perú-Chile Zona entre los paralelos 16° a 17° de latitud Sur en Arequipa, entre Atico y Camaná
Pronósticos de sismos de gran magnitud (mayor a 9,0 Mw)		Norte de Chile (recurrencia del sismo de 1877: gap sísmico de Arica-Antofagasta) Sur del Perú (recurrencia del sismo de 1868: gap sísmico de Tacna y Arica). Silencio sísmico de más de 100 años, se espera la ocurrencia de un sismo similar o mayor al de 1868 (>8.5 Mb), que afectaría el sur del Perú y Norte de Chile

Fuente: Estudio de Riesgos Geológicos Franja N° 1-INGEMMET, diciembre 2000
Elaboración: Propia

Áreas sujetas a desprendimientos

ZONAS	LUGARES
Alta amenaza	Cuenca baja del río Ocoña incluyendo su faja litoral
	En el río Camaná - Majes
	Cuenca alta del río Siguan
	Cuenca Media del río Vitor y entre Alto Selva Alegre y Aguada Blanca
	Río Tambo
	En la cuenca alta del río Moquegua
	En la cuenca del río Locumba
Amenaza moderada	En los flacos de los valles, con laderas de pendiente moderadas y en algunos cortes de carreteras.
	También en algunos sectores con pendientes moderadas, en los ríos mencionados anteriormente, en varios sectores de la carretera binacional y la carretera Puno Desaguadero.

Fuente: Estudio de Riesgos Geológicos Franja N° 1-INGEMMET, diciembre 2000
Elaboración: Propia

Áreas sujetas a Deslizamientos

ZONAS	LUGARES
Alta amenaza	Cuenca alta del río Siguan, sector San Juan de Siguan
	Río de la Capilla, río Para, río Carumas, río Coalaque, río Tacalaya, cuenca baja del río Callazas y en el sector Ticaco – Chucatanani – Tarata
Amenaza moderada	Cuenca baja del río Camaná, algunos sectores de la cuenca media del río Siguan, Cuenca baja del río Vitor, etc.

Fuente: Estudio de Riesgos Geológicos Franja N° 1-INGEMMET, diciembre 2000
Elaboración: Propia

Áreas sujetas a movimientos complejos

ZONAS	LUGARES
Alta amenaza	Sector Cerro de Arena, algunos sectores en la cuenca baja del río Ocoña, entre José Olaya y Nueva Esperanza
	En el río Sigwas, entre San Juan de Sigwas y Santa Isabel de Sigwas
	En el río Vítor, entre La Cosío y el Tambo
	Entre Yalagua y Chojata, en el río Tambo
	Entre el río Para y Matalaque, entre Pachas y Olinto, en Torata, en el río Tacalaya, río Curibaya y río Callazas
Amenaza moderada	Cuenca baja del río Ocoña
	Algunos sectores en el valle del río Tambo
	En el sector Torata, río Tambo entre Yunga y Matalaque, sector Puquina – La Capilla y en el río Aguaque

Fuente: Estudio de Riesgos Geológicos Franja N° 1-INGEMMET, diciembre 2000
Elaboración: Propia

Áreas sujetas a Flujos

ZONAS	LUGARES
Alta amenaza	Se localizan en los ríos y quebradas que drenan a los ríos Sigwas
	Río Chili
	Río Tambo
	Cuenca alta del río Moquegua
	Cuenca media del río Locumba
	Río Salado Grande
Amenaza moderada	Cuenca baja de los ríos Ocoña y Camaná – Majes
	Cuenca baja de los ríos Sigwas y Vítor
	Río Tambo
	Entre Punta Calango y Jesús
	Cuenca alta del río Sama
Cuenca alta de los ríos Palca y Caplina	

Fuente: Estudio de Riesgos Geológicos Franja N° 1-INGEMMET, diciembre 2000
Elaboración: Propia

Áreas sujetas a Arenamiento

ZONAS	LUGARES
Alta amenaza	Pampas Sónдор, Sigwas, La Joya y Sitana
Amenaza moderada	Pampas Vaca Muerta, Las Trancas, de Cuno Cuno, Sicera, Huagui, Ite Sur y La Yesera, Qda. Sicera y laguna Viscachas.

Fuente: Estudio de Riesgos Geológicos Franja N° 1-INGEMMET, diciembre 2000
Elaboración: Propia

Áreas sujetas a Erosión de Laderas

ZONAS	LUGARES
Alta amenaza	Quebrada Cazadores y alrededores de la represa El Fraile
	Pampas de Congas, C° Huacaluna y C° Apacheta de Purulle, sector localizado al NO de Moquegua
	Amplio sector localizado al NE de Moquegua
	Pampas Jaguay, Pascana Lomero, El Chorro y pampa colorada, localizado al SE de Moquegua
	Área localizada en el cuadrángulo de Huaylillas, al sur de Palca y este de Tacna
Amenaza moderada	Entre los ríos Tarata y Pistajo
	Sector Huanca y C° Sombrero yoc
	Terrenos situados al SO del volcán Pichu Pichu
	Qda. Calzoncillo, Qda. Los Tres Cerro, al SE de la Joya
	Sector localizado al oeste del volcán Ticsani, sector aguas debajo de Matalaque hasta Anchilaque Chico
	Sector Lloque – Chojata – río Curo
	Río Paltutire - río San Antoio
	Sector situado entre los ríos Curibaya e Ilabaya, sector a NE de Sama Grande
Sector entre los ríos Callazas y Calientes, cerca de la laguna de Aricota y el sector Pizacoma - Canllapampa	

Fuente: Estudio de Riesgos Geológicos Franja N° 1-INGEMMET, diciembre 2000

Elaboración: Propia

Áreas sujetas a Inundaciones

ZONAS	LUGARES
Alta amenaza	Desembocaduras de los ríos Ocoña, Camaná, Quilca, Ilo y Locumba
	En el río Ocoña desde Urasqui hasta Ocoña
	Desde Aplao a Pampa Blanca en el río Camaná – Majes
	Sector San Juan de Siguan y Santa Isabel de Siguan en el río Siguan, entre Socavón y La Cosío en el río Vitor
	Entre Alto Selva Alegre y Tiabaya en el río Chili
	Sector Pan de Azúcar hasta La Curva en el río Tambo
	Sector Moquegua – Samegua en el río Moquegua y en algunos sectores las márgenes del lago Titicaca.

Fuente: Estudio de Riesgos Geológicos Franja N° 1-INGEMMET, diciembre 2000

Elaboración: Propia

Áreas sujetas a multiplicidad de Peligros Geológicos

Peligros Múltiples	Zonas
Zonas de muy alta amenaza	Valle del río Tambo, aguas arriba de su confluencia con el río La Capilla
	Valle del río Locumba (entre Locumba y Candarave: ríos Ilabaya, Curibaya y Callazas)
	Valle del río Moquegua-Tumilaca-Cuajone-Salado (aguas arriba de Samegua y Pampa Cuellar)
	Falda norte y suroeste del volcán Misti (entre Alto Selva Alegre y Aguada Blanca)
	Valle medio del río Siguan (entre Pachaqui y Pitay)

Fuente: Estudio de Riesgos Geológicos Franja N° 1-INGEMMET, diciembre 2000

Elaboración: Propia

Infraestructura Estratégica localizada en la Franja 1

Tipo de Infraestructura		
Carreteras Principales	Carreteras Panamericana Sur	
	Binacional Ilo-Desaguadero	
	Puno-Desaguadero	
	Repartición-Matarani-Mollendo-Punta de Bombón	
	Costanera Ilo-Tacna	
	Arequipa-Puno	
	Tacna-Tarata-Candarave	
Carreteras Secundarias	Tacna-Pachía-Palca-Tripartito	
	Ilave-Mazocruz-Tarata-Tacna	
	Arequipa-Ubinas	
	Arequipa-Omate-Quinistaquillas	
	Arequipa-Matalaque	
	Candarave-Tarata-Tacna	
Aeropuertos y Aeródromos	Binacional-Omate, Calacoa, Carumas, Kelluyo, Pizacoma	
	Rodríguez Ballón (Arequipa)	
	Carlos Cipriani (Tacna)	
	Aeródromos de Ilo	
	Aeródromo de Moquegua	
	Aeródromo de Camaná	
Puertos principales	Aeródromo de Mollendo	
	Ilo	
	Matarani	
Proyectos de irrigación	Mollendo	
	Proyecto Especial Majes	
	Proyecto Especial Pasto Grande	
	Proyecto Especial Tacna	
	Proyecto de Irrigación La Clemesi	
Presas	Proyecto Especial Tacna	
	Paucarani	
	Jarumas	
	Cano	
	Pasto Grande, filtraciones en su pared frontal y en el área del canal de descarga	
	El Frayle, filtraciones que impiden el almacenamiento natural de las aguas	
Centrales hidroeléctricas y sistemas de transmisión eléctrica	Aguada Blanca	
	17 centrales hidroeléctricas, y 44 térmicas	
	Centrales Hidroeléctricas más importantes	Charcani I,II,III,IV,V,VI
		Aricota I,II, amenazadas por inestabilidad de taludes del valle de Locumba y los huaycos que bajan por las quebradas que limitan sus instalaciones
		Cuajone
	Centrales Térmicas más importantes	C.T. Calana, en Tacna
		C.T. Toquepala, en provincia Basadre en Tacna
		C.T. Ilo, en provincia Ilo en Moquegua
		C.T. Cerro Verde, en provincia Arequipa
		C.T. Arequipa, en provincia Arequipa
	C.T. Chilina, en provincia Arequipa	
	C.T. Mollendo, en provincia Islay	
	C.T. Camaná, en provincia Camaná	
	Sistema Interconectado del Sur con seis líneas de transmisión eléctrica importantes	
Grandes Minas de Cobre	Toquepala	
	Cuajone	
	Cerro Verde	

Fuente: Estudio de Riesgos Geológicos Franja N° 1-INGEMMET, diciembre 2000
Elaboración: Propia

Principales zonas e infraestructura que pueden ser afectadas por peligros geológicos:

- La Carretera Panamericana Sur entre los km 701 al 774 donde se incluye el sector Cerro de Arena
- Las Centrales Hidroeléctricas Charcani I, II, III, IV, V
- Las torrenteras que afectan a un sector de la ciudad de Arequipa

- La quebrada Cazadores (represa El Frayle)
- Sector de la carretera binacional Ilo-Desaguadero-La Paz (entre Torata y Pampa Cuellar)
- La Central Hidroeléctrica de Aricota (donde es necesario realizar estudios detallados de su seguridad física ante la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa como huaycos e inestabilidad de taludes que amenazan su estabilidad)
- Sectores de la carretera Omate-Puquina
- Carretera Omate-Quinistaquillas

Como resultado de la actividad minera se generan presas de relaves, escombreras, escorias, depósitos de material industrial, que sin un adecuado manejo pueden llegar a constituir un pasivo ambiental (esto tanto en las minas abandonadas como en operación)

La Franja 2: (paralelos 14° y 16° de latitud sur)

Departamentos de Arequipa, Puno, Cusco, Apurímac, Ayacucho e Ica

Peligros Múltiples en la Franja 2

Peligros		Localidades
Movimientos complejos, deslizamientos y derrumbes		Chilcapampa, Maca-Chacaña, Yahuicho y Lacayaque (valle del Colca)
Deslizamientos		Lari, Madrigal y Maca (valle de Chivay) Deslizamiento de Yañajuayco (Coracora) Deslizamiento en la carretera Puquio-Santa Ana de Huaycahuacho Deslizamientos en el área de Chuquibamba y Pampacolca Deslizamientos de tierras en el valle del Colca entre Sibayo y Pinchollo
Derrumbes		Carigua (cañón del Colca) Cerro Jollevirca (Andahua-Chachas) Sector Huarío (vía Aplao-Chuquibamba) Sector Capiza (vía Aplao-Viraco) Carretera Antabamba-Abancay Ampayapampa; Yanaccaca, Pucarrumi (carretera a Chalhuanca) Derrumbes en los taludes de los sectores de Curva de Capiza-Andamay (carretera Aplao-Viraco), Cerro Llahuayoc (carretera Llato-Pampacolca) Derrumbes en la carretera Antabamba-Mina Utupara Quebrada Iscaycruz (carretera Cojata-Sina), Accollo (carretera Nuñoa-Mina Lola) Cotaña, Lechelaya y Vistilaya (nueva carretera Arequipa-Juliaca)
Derrumbes y deslizamientos		Sector Lucanas-Puquio, Puquio-Coracora, Coracora-Incuyo Cuenca alta del río Acarí, cuenca alta del río Yauca, cuenca media del río Colca (sector Tuti-río Majes), cuenca lata del río Chalhuanca, cuenca alta del río Oropesa (sector Chuquibambilla), cuenca lat de los ríos Cocha y Santo Tomás, sector selva alta (cuenca alta de los ríos Chuchuni, Limbani, Patambuco, Huari Huaeí, Tambopata)
Hundimientos (Karst)		Al este de la franja (cuadrángulo de Putina), en la carretera Azángaro-Sandia, y en las cercanías de la localidad de Huambo (cuadrángulo de Huambo).
Inundaciones fluviales y lagunares y erosiones fluviales		Valles de río Ica y río Grande-Nasca Valle de río Vilcanota (áreas de Sicuani, San Pedro y San Pablo) Valle de ríos Huancané, Ramis, Coata e Illpa y áreas circundantes al río Titicaca
Huaycos	Alto peligro	Áreas localizadas en quebradas tributarias a los ríos que drenan al océano Pacífico; como, río Grande, Llauta, Viscas, Nasca, Acarí, Yauca, Cháparra, Ocoña, Colca, Capiza; quebradas Ayapana, Ingenio, Huanu Huanu, etc. Torreteras que cruzan la ciudad de Puno hacia el lago Titicaca, que se reactivan con la ocurrencia de lluvias fuertes, y que debido a su morfología, afectan la zona urbana; y que podrían ocasionar desastres como el acontecido en febrero del 2002 en la ciudad de La Paz (Bolivia).
	Periódicos	Quebradas Huatarcuya y Amoray (Chalhuanca), quebradas San Juan y Luicho (valle de Cotahuasi); quebradas Huayabamba, Sandia, quebrada Camarón Chichanaco y Santo Tomás (Sandia-San Juan del Oro), huaycos en la carretera Santo Tomás-Veille; quebrada Culco (carretera a Tisco)
	Ocasionales	Torreteras de Puno, quebrada Higuera y Cerro Negro (carretera Aplao-Tipán), Pacaychacra (carretera Sibayo-Cailloma), Huaccoto (carretera Arequipa-Yauri), cerros Carcinerayoc y Pichigua (carretera Orcopampa-Viraco); Cerro Compuerta (carretera Santa Lucía-Arequipa); quebradas San Ignacio y Arcopunco (Carretera Masiapo-Misquimayo); Sandia, Pacay Suizo y Charuyoc (San Juan del Oro-Putina Punco)
	Excepcionales	Quebradas Huanu Huanu, Charpa; Cangunge, Ronquillo y Orcona (Nasca), Pampa Redonda (Atico-mina Calpa); quebrada Mulapampa (carretera Huambo-Alto Siguan); Toco Toco (Sandia); Gilari (Limbani); Huarachani (Nuñoa)
Flujos de lodo violentos (aluviones)		Flujos de lodo rápidos hasta violentos (huaycos o aluviones), en las márgenes de los valles superiores de las cuencas de los ríos Vilcanota, Colca, Ocoña, Ocoña-Cotahuasi y Apurímac, etc., donde actualmente se asientan poblaciones y áreas agrícolas
Volcanes	Activos	Volcán Nevado Sabancaya

	Latentes	Ampato, Coropuna, Sara Sara y los volcanes de Huambo, Andahua y Sora (Arequipa) Quimsachata (Cusco) Santo Tomás
	Dormidos	Hualca Hualca, Solimana, Firura
Peligros asociados a la actividad volcánica		Avalanchas de escombros del volcán Hualca Hualca, represaron el río Colca (Cabanaconde)
		Actividad volcánica estromboliana en el valle de Andahua represó y formó la laguna de Chachas y modificó el valle del río Andahua
		Area de volcanes Huambo (tipo central y fisural)
		Volcanismo lávico de los volcanes Quimsachata (Cusco), Coropuna, Firura (Arequipa); en el valle del Colca, aguas arriba de Chivay (Cerro Atun Orcco).
Peligro Sísmico (según mapa de distribución de máximas intensidades, proyecto SISRA-CERESIS)		Se han producido sismos con intensidades de hasta grado X en la escala modificada de Mercalli y magnitudes de hasta 7,8 en la escala de Richter
Peligro Sísmico (según mapa de zonificación sísmica del Perú-RNC)		Zona 1 de sismicidad alta (Ica, Arequipa)
Distribución espacial de la actividad sísmica		Zona 2 de sismicidad media (Puno, Cusco, Apurímac, Ayacucho)
Zonas con una distribución de altos valores de aceleración sísmica		Hay una mayor actividad sísmica en la zona de subducción próxima a la costa. Hacia el continente las profundidades focales de los sismos de subducción aumentan. Hacia el continente se producen sismos continentales relacionados al fallamiento activo.
		La aceleración máxima para un período de 100 años para las ciudades de Ica y Palpa es de 0,294 g, para la ciudad de Nasca es de 0,295 g y les corresponde una intensidad de VII a IX MM
		Aceleraciones altas en las localidades costeras cerca de la zona de subducción, en las localidades de Ica, Palpa, Nasca y Chala
		Aceleraciones mínimas en el sector de Puno, zona norte del lago Titicaca y el sector de Sicuani y Santo Tomás en el Cusco
Historia Sísmica		Han ocurrido sismos de gran magnitud en la zona de subducción, que han causado severos daños por vibraciones sísmicas y tsunamis, como el 13 de agosto de 1868 en Chala, donde perecieron 30 personas. Un sismo tsunamigénico similar al del año 1868 puede volver a producirse. En el siglo pasado, los que alcanzaron mayor magnitud fueron los de 1922 en Caravelí (7,4 Ms), 1959 en Arequipa (7,0 Ms), 1960 en Arequipa (7,5 Ms), 1960 en Nasca (7,0 Ms), 1964 en Ica (7,8 Ms).
Actividad Sísmica reciente		Terremotos de Nasca, 6,9 Ms (12 Nov 1996), Terremoto de Ocoña 6,9 Ms (23 Jun 2001) y Antabamba, 5,0 Ms (9 Ago 2001)
Tsunamis		Puede afectar litoral, puertos, caletas y playas. El terremoto del 23 de junio de 2001, ocasionó un tsunami que afectó el litoral de Camaná.
Contaminación Natural		Causadas por fumarolas de volcanes, lavado natural de rocas volcánicas por acción de lluvias y escorrentía superficial, efecto de aguas termales
Contaminación Antrópica	Contaminación por uso de químicos	Por empleo de plaguicidas y abonos químicos en la agricultura, la sangüaza de la actividad pesquera.
	Contaminación por Minería	Por residuos generados por minas en operación, en represas de relaves (mina Tintaya), depósitos de relaves, escombreras o botaderos de material estéril, escorias, depósitos de material industrial, etc., expuestos a la acción eólica y fluvial (Minas Tintaya, Orcopampa, Cailloma, Arcata, Ares, Arirahua, San Rafael, Marcona, etc).
		Por residuos de actividad minera aurífera artesanal extendida en Nasca-Ocoña, cerro Rico-Yanaquihua, Ananea-La Rinconada-Sandia, (relaves y botaderos expuestos a la acción eólica y fluvial) que sin un adecuado manejo pueden llegar a constituir un pasivo ambiental
		Por pasivos ambientales (drenajes ácidos de socavones de pequeñas minas y tajos abandonados) en numerosas minas abandonadas, principalmente auríferas, y polimetálicas (Katanga, Suyckutambo, Condorama, Minas de Minsur, etc).

Fuente: Estudio de Riesgos Geológicos Franja N° 2-INGEMMET, mayo 2002

Elaboración: Propia

Áreas sujetas a Deslizamientos, Movimientos Complejos, Desprendimientos de rocas, Derrumbes, Aludes y Hundimientos

ZONAS	LUGARES
Alta amenaza	Cuenca alta del río Acarí
	Cuenca alta del río Yauca
	Cuenca media del río Colca (sector Tuti-río Majes)
	Cuenca alta del río Chalhuanca
	Cuenca alta del río Oropesa (sector Chuquibambilla)
	Cuenca alta de los ríos Cocha y Santo Tomás
	Cuenca alta de los ríos ChuChuini, Limbani, Patambuco, Huari Huari y Tambopata
	Cordillera de Ananea (sujeta a alud o avalanchas de alto riesgo que pone en peligro la actividad minera y las poblaciones de las minas Rinconada)
	Cuencas media y baja de los ríos y quebradas de la costa: ríos Yauca, Viscas, Nasca, Acarí, Yura, Cháparra, Ocoña; y las quebradas de Ayapana, Ingenio, Huanu Huanu
	Cuenca alta de los ríos Jatun Mayo, Soras, Chiltorolla; área localizada entre Maranganí, Macusani y Villa San Antón, etc.

Fuente: Estudio de Riesgos Geológicos Franja N° 2-INGEMMET, mayo 2002
Elaboración: Propia

Áreas sujetas a Flujos y Arenamiento

ZONAS	LUGARES
Alta amenaza	Ríos, quebradas y tributarios que drenan al océano pacífico: ríos Grande, Llauta, Visacas, Nasca, Acarí, Yauca, Cháparra, Ocoña, Colca, Capiza; quebradas Ayapana, Ingenio, Huanu Huanu, etc.
	Torrenteras (microcuencas) que cruzan la ciudad de Puno hacia el lago Titicaca, afectando la zona urbana
Amenaza moderada	Cuenca baja del río Acarí, cuenca media y baja del río Yauca, cuenca media del río Caravelí, río Andahua, río Colca (tramo Tisco-Maca), en el río Crucero (tramo Crucero-Villa San Antón) y algunas quebradas al sureste del lago Parinacochas

Fuente: Estudio de Riesgos Geológicos Franja N° 2-INGEMMET, mayo 2002
Elaboración: Propia

Áreas sujetas a Arenamientos

ZONAS	LUGARES
Alta amenaza	Sectores de Tanaca, Chaviña, y las de Cerro Aguila, Pampa Prieto, Cerro Cruz Chico, Pampa Camino enladrillado, Pampa Santa Cruz, Orovilca y Cerro Portachuelo, al oeste de la ciudad de Ica
Amenaza moderada	Pampa Los Médanos, Cerro Colorado, al oeste de Ocucaje; Pampa Blanca, Clavelinas, Santa Cruz, al suroeste de Palpa; Dunas Usaca, Dunas Cerro Miramar, Bajada de Lechuza y Lomas de Marcona, al norte de Marcona; Pampa Quita Lomas y Cerro Lagunal, en la margen derecha de la quebrada Carbonera; Pampa Colorada, Pampa Mata Caballo y el cruce de la carretera Panamericana Sur con San Juan de Marcona, y pampa El Toro al sureste de Acarí

Fuente: Estudio de Riesgos Geológicos Franja N° 2-INGEMMET, mayo 2002
Elaboración: Propia

Áreas sujetas a Erosión de Laderas

ZONAS	LUGARES
Alta amenaza	Cuadrángulo de Nasca, al este de la ciudad de Nasca.
	Pampa del Confital, al suroeste del cuadrángulo de Lagunillas
	Nor oeste de la ciudad de Puno, sector Cabanillas
	Sur oeste del cuadrángulo de Santa Lucía
	Norte de los cuadrángulos de Azángaro y Sicuani
Amenaza moderada	Sureste del cuadrángulo de Condoroma
	Depósitos cuaternarios entre Ananea y Crucero, cuadrángulos de Putina y Limbani

Fuente: Estudio de Riesgos Geológicos Franja N° 2-INGEMMET, mayo 2002
Elaboración: Propia

Áreas sujetas a Inundaciones

ZONAS	LUGARES
Alta amenaza	Riberas de los lagos Titicaca y Arapa, en la laguna de Umayo y en los numerosos ríos que drenan a éstos, (Ríos Ramis, Azángaro, Coata, Huancané, etc.)
	Áreas circundantes a numerosas lagunas, así como en la cuenca baja de los ríos (ligadas en muchos casos a la erosión de riberas) y en los sectores donde los ríos entran a terrenos de baja pendiente, principalmente en la desembocadura de los mismos
	En los ríos de la cuenca del Pacífico: Cháparra, Yauca, Acarí, Nasca, Grande e Ica
	Cuenca media de los ríos Ocoña-Cotahuasi y Majes-Colca
Amenaza Moderada	En la cuenca alta de los ríos interandinos (cuenca del atlántico), como el Urubamba, Apurímac, Pampas, Inambari y Tambopata

Fuente: Estudio de Riesgos Geológicos Franja N° 2-INGEMMET, mayo 2002
Elaboración: Propia

Áreas sujetas a Flujos

ZONAS	LUGARES
Alta amenaza	Se localizan en los ríos y quebradas que drenan a los ríos Siguan
	Río Chili
	Río Tambo
	Cuenca alta del río Moquegua
	Cuenca media del río Locumba
	Río Salado Grande
Amenaza moderada	Cuenca baja de los ríos Ocoña y Camaná – Majes
	Cuenca baja de los ríos Siguan y Vítor
	Río Tambo
	Entre Punta Calango y Jesús
	Cuenca alta del río Sama
Cuenca alta de los ríos Palca y Caplina	

Fuente: Estudio de Riesgos Geológicos Franja N° 2-INGEMMET, mayo 2002
Elaboración: Propia

**Aceleraciones espectrales e intensidades máximas por zonas
para diferentes periodos de retorno**

Zona	Localidades	Periodos de retorno en años		
		50	100	200
1	Ica y Palpa	0.404 IX	0.564 IX – X	0.564 IX – X
2	Tambo Quemado, Nasca, El Ingenio, Chumpi, Lomas, Yauca, Chala y Caravelí	0.160 VII – VIII	0.298 VIII – IX	0.399 IX
3	Andamarca, Puquio, Coracora, Pausa, Chuquibamba, Cotahuasi, Yanque, Viraco, Pacapausa	0.106 VII	0.149 VII – VIII	0.192 VIII
4	Huancané, Condorama, Héctor Tejada, Yauri, Santo Tomás, Parcona, Puica, Coporaque, Yanaoca, Antabamba, Chuquibambilla	0.053 VI	0.106 VII	0.149 VII – VIII
5	Puno, Juliaca, Azángaro, Arapa, Lampa, Capachica, Sicuani, Macusani, Sandía, Huancané	0.021 V	0.021 V	0.053 VI

Fuente: Estudio de Riesgos Geológicos Franja N° 2-INGEMMET, mayo 2002

Infraestructura Estratégica localizada en la Franja 2

Tipo de Infraestructura			
Carreteras Principales asfaltadas	Panamericana Sur		
	Carreteras Nasca-Puquio-Chalhuauca-Abancay-Cusco (gran parte asfaltada)		
	Juliaca-Puno		
	Juliaca-Ayaviri-Sicuani-Cusco		
Carreteras Afirmadas	Arequipa-Santa Lucía-Juliaca (en construcción)		
	Arequipa-Tintaya-Sicuani-Cusco		
	Tintaya-Santo Tomás-Cusco		
	Cusco-Antabamba-Chalhuauca		
	Aplao-Chuquibamba-Cotahuasi		
	Aplao-Viraco-Andahua-Orcopampa		
	Arequipa-Chivay-Cailloma-Arcata		
Carreteras Secundarias	Chala-Cháparra-Quicacha		
	Atico-Caravelí-Cahuacho-Pausa-Lampa		
	Puquio-Chaviña-Coracora-Pausa		
	Arequipa-Chivay-Cailloma-Orcopampa		
	Chalhuauca-Mollebamba-Antabamba-Oropesa		
	Antabamba-Chuquibambilla		
	Sicuani-Yanaoca-Santo Tomás		
	Putina-Ananea-CuyoCuyo-Sandia-San Juan del Oro		
	Juliaca-Azángaro-Crucero-Limbani		
	Lampa-Paratía		
	Huancané-Vilque-Moho		
	Santa Rosa-Nuñoa-Macusani		
	Ayaviri-Yauri-Santo Tomás		
	Líneas Férreas	Arequipa-Juliaca	
Puno-Juliaca-Cusco			
Aeropuertos y Aeródromos	Aeropuerto de Juliaca		
	Aeródromos de Ventilla en Puno, San Rafael en Carabaya, Yauri en Espinar, Orcopampa en Castilla, La Primavera y Porona en Nasca		
Puertos mayores	Puerto Lacustre de Puno Puerto Marítimo San Nicolás en Marcona, Nasca		
Centrales hidroeléctricas y sistemas de transmisión eléctrica	Central Hidroeléctrica San Gabán		
	Central Hidroeléctrica Machu Picchu		
	Mini Centrales Hidroeléctricas locales		
	Interconexión Transmantaro		
	Línea Chalhuauca-Cotaruse-Huambo-Socabaya Líneas de transmisión interconectadas con los sistemas eléctricos centro-sur y sur		
Proyectos especiales	Proyecto Especial Majes Proyecto Especial Lago Titicaca		
Presas	Represa de Condoroma (cuenca alta del río Colca)		
	Pañe (cuenca alta del río Colca)		
	Presas de Angostura (obra en estudio en proyecto Majes)		
	Yaurihuire, Ancascocha, Pacchaya		
	Presas de Lagunillas		
Instalaciones críticas ubicadas en zonas de muy alta amenaza por peligros geológicos / hidrológicos	Carreteras	Carretera Panamericana Sur, tramo Ica-Ocucaje; tramo Ocucaje-Palpa (sectores); sector Palpa; sector Acari; sector Yauca; tramo quebrada Atiquipa-Punta Grande	
		Carretera Nasca-Mina Sol de Oro	
		Carretera afirmada a Pullo	
		Carretera Lucanas-Puquio; Puquio-Chaviña; Chaviña-Chumpi	
		Carretera Llauta-Laramate-Ocoña	
		Carretera Incuyo-Pausa	
		Carreteras afirmadas, sector Chichas y Salamanca, carretera Paico-Soras-Pampachiri, carretera Iscahuana-Chalhuauca-Sta. Rosa	
		Carretera río Colca-Tipán, carretera Majes-Chuquibamba, carretera Antabamba-Sabaino, carretera a Chuquibambilla, carretera Maca-Cabanaconde	
		Carretera Santo Tomás-Capacmarca-Cusco	
		Carretera y línea férrea San Pablo-Tinta-Checacupe, carretera y línea férrea Juliaca-Santa Lucía, tramo Cabanillas	
		Carretera Taraco-Huancané, carretera Cuyo Cuyo-Sandia, sector Cuyo Cuyo	
		Minas	Mina Sol de Oro, Mina Vicuña, Minas La Rinconada
		Centrales Hidroeléctricas	C.H. de Laramate, C.H. de Chipao y Andamarca, C.C. H.H. de Chaviña y Coracora, C.C. H.H. de Incuyo y Pausa, C.H. de Ocoña, C.H. de Chalhuauca, C.H. de Chocopo, C.C. H.H. de Pampacolca y Viraco, C. H. de Antabamba, C.H. de Vilcabamba, C.H. de Hercce
Represas	Represa de Umayo		
Ciudades	Ciudad de Puno, puerto e instalaciones		

Fuente: Estudio de Riesgos Geológicos Franja N° 2-INGEMMET, mayo 2002. Elaboración: Propia