

**DESCRIPCION RESUMIDA DE LOS ARCHIVOS DEL MAPA DE PELIGROS**

**Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas según CISMID, proyecto SISRA-CERESIS.**

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 vigente<sup>13</sup>. 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 zona1 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 Macro sísmicas, 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 sierra<sup>14</sup>; 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.

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

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	Caraveli	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

#### 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 sísmico<sub>15</sub> 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	Puno		Manú	
	Madre de Dios	Tahuamanú			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	Todas las provincias		Lambayeque	Todas las provincias
	San Martín	Todas las provincias		La Libertad	Todas las provincias
	Huánuco	Todas las provincias		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

### **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 Ático 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 Arica<sub>16</sub> 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 MM<sub>17</sub>. 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 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: Huarney 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).

#### **Características del Neotectonismo en el país y su influencia en la sismicidad**

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 identificadas**

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 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

o **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.

o **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.

o **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.

o **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 magnitud, 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.

o **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 occidente 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**

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		Pisco	
	Pacasmayo		Tambo de Mora	
	Puerto Chicama		San Andrés	
	Santiago de Cao	Paracas		
	Huanchaco	Puerto Caballos		
	Víctor Larco Herrera	San Juan		
Ancash	Salaverry	Arequipa	Lomas	
	Chimbote		Mollendo	
	Santa		Yauca	
	Samancos		Chala	
	Casma		Atico	
	Caleta Tortuga		Camaná	
	Casma		Quilca	
	Culebras		Matarani	
Huarmey	Islay			
Lima	Pativilca		Mejía	
	Barranca		Moquegua	Ilo
	Supe			Los Baños
	Huaura			La Yarada
Huacho	Pascana del Hueso			
			Tacna	

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.

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 IEV<sub>21</sub> 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.*

### **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 %.

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 Sigwas, 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

## **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 m<sup>3</sup>/s y 14,000 m<sup>3</sup>/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 alta<sup>23</sup>. 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 secas.

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 deleznales 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 deyectivo. 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 dólares.

#### **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 sísmicos<sup>26</sup>. 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-aluvión que afectó Yungay en 1970.

### Localización espacial predominante

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

**Cuadro N° 13**  
**Aluviones Notables**

Aluviones de grandes proporciones	Comentarios
Aluvión del 7 de Enero de 1725	Afectó pueblos de Ancash y sepultó a 1500 personas
Aluvión de Macashca del 24 de junio de 1883	Causó muertes y destruyó escuelas, casas, sementeras,
Ruptura de dique de la laguna Artesa (Paliashcocha) en la quebrada de Ulta río Buín	Afectó el pueblo de Tinco en Carhuaz
El Alud-Aluvión del 31 de mayo de 1970	Provocó la muerte de 18,000 personas y destruyó la ciudad de Yungay
Aluvión de Aobamba de febrero de 1998 en el departamento de Cusco	Afectó la central Hidroeléctrica de Machupicchu

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

### 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 km<sup>2</sup> para un volumen total de 56 billones de m<sup>3</sup>, 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 XVII.

**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. Huilca-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.

**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.*

#### **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 m<sup>3</sup> de reservas de agua y en los últimos 25 años, se ha confirmado la formación de lagunas a partir de lenguas glaciares y glaciares colgados<sup>29</sup>, que en algunas ocasiones han producido aluviones de graves 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 triplicado. 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 Rimac	• 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 m<sup>3</sup> de material, ocasionando la muerte de 5000 personas y la destrucción de la tercera parte de la ciudad. El fracturamiento, ruptura 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-Aluvi3n de Yungay en 1970**

El 31 de mayo de 1970 como consecuencia del terremoto que afectó el Callej3n de Huaylas, se produjo el desprendimiento de una cornisa de hielo en el pico norte del nevado del Huascarán, de aproximadamente 50 millones de m<sup>3</sup> de nieve y rocas, originando un alud gigantesco que sepultó las ciudades de Yungay y Ranrahirca, ocasionando la desaparici3n 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 aluvi3n entre ambos puntos alcanzó los 280 a 300 Km por hora, cubriendo un área de 22.5 km<sup>2</sup>. En las quebradas del río Santa (Cañ3n 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 inundaci3n 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 m<sup>3</sup> de hielo, este alud causó la destrucci3n 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 amaz3nica en tiempo de lluvias entre los meses de octubre a mayo y con mayor y menor magnitud y área de afectaci3n. *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 vialidad.

**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.

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, Ucayali<sup>32</sup> 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.

#### **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 maderas<sup>33</sup> 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 inundación<sup>34</sup>, 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**

<b>Inundaciones significativas</b>
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

o **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 las experiencias 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 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 llave, 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.

o **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 m<sup>3</sup>/s que inundó toda la ciudad (la capacidad del cauce se estimaba en 200 m<sup>3</sup>/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 prolongado<sup>35</sup>(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 año<sup>36</sup>, 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 alto andinas 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 económicas<sup>37</sup>. 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.

### **Posibles efectos de las Sequías.**

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 ecológicos.

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 82-83.**

- o Liquidación del rebaño, por venta y/o sacrificio para autoconsumo. Los técnicos estimaron que la recuperación del hato tardaría 6 años.
- o 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.
- o 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).
- o 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.
- o 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
- o 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.

- o Incremento del riesgo de los incendios en los pastizales
- o 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).

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

	Agrícola	Pecuaria	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
<b>Total</b>	<b>492,763.40</b>	<b>48,873.00</b>	<b>40,410.60</b>	<b>582,047.00</b>

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 subhmedad 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.

**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.

## **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*<sup>42</sup>, 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.

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.

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 intertropical<sup>44</sup>, el anticiclón del pacífico sur<sup>45</sup> 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 más<sup>46</sup>. 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 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)<sup>47</sup>. 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.

- 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 Niño:**

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 prehispánicas 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.

- **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 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 82-83. 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).*

*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
<b>Total</b>	<b>1301</b>	<b>100</b>	

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	<p>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.</p>	<p>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.</p>
Comercio		<p>Recesión de la actividad comercial.                      Especulación y acaparamiento,                      Subida de precios</p>

Fuente: Lecciones de El Niño-Perú, CAF 2000

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

Area o sector	Efectos Positivos	Efectos Negativos
Abastecimiento de agua y saneamiento	<p>Incremento del agua en los embalses utilizados como fuentes de suministro                      Recarga de los acuíferos en zonas donde se extrae agua de pozos.</p>	<p>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.</p>
Electricidad	<p>Incremento de agua en embalses de centrales hidroeléctricas                      Aumento de la capacidad de generación de electricidad durante el evento.</p>	<p>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.</p>
Transporte		<p>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.</p>

Fuente: Lecciones de El Niño-Perú, CAF 2000

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

Area 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
<b><u>Sectores sociales</u></b>			
Vivienda	223	202	21
Educación	228	224	4
Salud	35	31	4
<b>Totales:</b>	<b>486</b>	<b>457</b>	<b>29</b>
<b><u>Sectores de Servicios</u></b>			
Agua y Saneamiento	71	63	8
Electricidad	166	11	55
Transporte	718	604	114
Transporte vial	686	572	114
Ferrocarriles	32	32	0
<b>Totales:</b>	<b>1673</b>	<b>1282</b>	<b>291</b>
<b><u>Sectores Productivos</u></b>			
Agropecuario	612	163	449
Pesca	26	15	11
Minería	44	28	16
Industria	675	7	668
Comercio	269	106	163
<b>Totales:</b>	<b>1626</b>	<b>319</b>	<b>1307</b>
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"> <li>▪ 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.</li> <li>▪ 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.</li> <li>▪ 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.</li> <li>▪ Inundación de ciudades y asentamientos humanos, daños considerables a viviendas (6,000).</li> <li>▪ Inundación de langostineras y destrucción de instalaciones.</li> <li>▪ Afectación de 16 establecimientos de salud.</li> <li>▪ Incremento de enfermedades diarreicas agudas (cólera).</li> </ul>

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

Departamento	Tipo de impacto
Lima	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 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.</li> <li>▪ Corte de la Carretera Central por avalanchas de lodo y erosión de plataforma, colapso de puentes.</li> <li>▪ Daños en viviendas por crecida de los ríos y huaycos en varios poblados.</li> <li>▪ Inundación de 2 distritos de la Capital por desborde del río.</li> <li>▪ Lloviznas persistentes y flujos de lodo causan serios daños a viviendas precarias de esteras en cerros alrededor de Lima.</li> <li>▪ Afectación de 105 instalaciones de salud, brotes de conjuntivitis viral.</li> <li>▪ Daños en la infraestructura de captación de agua para hidroeléctrica y bocatoma de una central, disminución del suministro de energía eléctrica.</li> </ul>
Ica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 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</li> <li>▪ Desborde de río invade la ciudad de Ica destruyendo miles de viviendas precarias e inundando industrias y comercio, colmatación de colectores de alcantarillado.</li> <li>▪ Caída de huaycos y taludes erosionan, bloquean y destruyen tramos de 7 carreteras. Otros huaycos afectan 6 poblados menores.</li> </ul>
Arequipa	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inundaciones y avalanchas de lodo en el valle del Chili provocan pérdidas de áreas de cultivo (25%) y reducción de la producción de alfalfa.</li> <li>▪ Otros rubros agrícolas incrementaron la producción por el adelanto de las lluvias.</li> <li>▪ Huayco arrasa la mitad del pueblo de Chocco.</li> </ul>
Moquegua	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Afectación de áreas agrícolas por ruptura de muros de protección, anego de cultivos por exceso de lluvias y granizadas en las zonas altas.</li> </ul>
Tacna	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 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.</li> </ul>
Cusco	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 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.</li> <li>▪ Interrupción en varios tramos de la vía Cusco-Quincemil, huaycos destruyen varios puentes del ferrocarril en Vilcanota.</li> <li>▪ Sepultamiento total de la hidroeléctrica de MachuPicchu y paralización del servicio eléctrico por 3 años.</li> </ul>

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-ITDG<sup>51</sup> (2001) y la base de datos periodística de PREDES (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 solí fluxión.

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.

## **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, aluviones, 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, 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:

- a) 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.
- b) 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).
- c) Se utilizan distintos términos para identificar el mismo evento.
- d) 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.

e) 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.