

ANEXOS

1. DESASTRES OCURRIDOS EN EL PERU

Nuestro territorio está permanentemente expuesto a variados desastres causados por fenómenos naturales.

- Como efecto de la dinámica interna de la Tierra se registran terremotos, prácticamente en todo el territorio, maremotos en la costa y una actividad volcánica en la cordillera occidental de los Andes de la región sur.
- Los que se registran en la superficie terrestre, ocasionados por fenómenos de dinámica externa principalmente a lo largo de las cuencas hidrográficas. Estos son: deslizamientos, derrumbes, aludes, aluviones.
- Los que se deben a fenómenos hidrometeorológicos con carácter severo, como temporales, precipitaciones intensas, inundaciones, sequías, heladas, granizo, cambios climáticos con el fenómeno El Niño y sin El Niño.

Investigaciones realizadas por las organizaciones especializadas de nuestro país, hacen posible la identificación de los peligros naturales potencialmente generadores de un desastre. La magnitud de un desastre está estrechamente relacionada con la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

Una de las formas de identificar un peligro natural potencialmente dañino, en un lugar cualquiera del territorio nacional, es acudiendo al registro de desastres históricos que han tenido un impacto social significativo. Los fenómenos naturales generadores de algún desastre, han ocurrido en el pasado y es de esperar que se repetirán en el futuro. Este es un postulado fundamental para adoptar los procedimientos de planificación de acciones de prevención frente a los desastres, acciones orientadas a la protección de la vida, el patrimonio y el medio ambiente, que es la doctrina central de toda organización de defensa y protección civil.

A continuación se exponen algunos registros que nos muestran claramente, que estamos amenazados por desastres causados por la naturaleza.

a) Terremotos:

- El terremoto de Ancash, ocurrido el 31 de mayo de 1970, tuvo una magnitud $M=7.8$ en la escala de Richter. Es el terremoto más destructivo de los últimos años, que afectó un área comprendida entre 175 Km. al norte del epicentro (frente a Chimbote, en el mar), a 180 Km. al sur y 170 Km. al este.

Causó: 67,000 muertos
150,000 heridos
800,000 personas sin hogar
2'000,000 personas afectadas
95% viviendas de adobe destruidas
\$ 500'000,000 en pérdidas, que actualizadas se estiman 2,000 millones.

Este terremoto también provocó el alud del Huascarán norte en el Callejón de Huaylas, dando lugar a la desaparición total de la ciudad de Yungay.

- 28 de octubre de 1746.
Destruyó Lima y Callao. En la ciudad de Lima, de 3 mil casas quedaron en pie 25; 1300 muertos de unos 60 mil habitantes. El terremoto causó un maremoto de grandes proporciones, afectando integralmente al puerto del Callao.

- Terremoto de Nazca, ocurrido el 12 de noviembre de 1996. Afectó una extensión territorial de 46,210 Km² de los departamentos de Ica, Arequipa, Ayacucho, Huancavelica. El epicentro se ubicó en el mar frente a Nazca, con una magnitud de $M=6.4$.

Causó: más de 100 mil damnificados
624 heridos
14 muertos
4 mil viviendas destruidas

11,071 viviendas afectadas
91 Centros Educativos afectados
10 centros de salud afectados
510 mil habitantes afectados
80% viviendas de adobe destruidas

➤ Terremoto del 23 de Junio 2001.

Afectó los departamentos de Arequipa, Moquegua, Tacna, Ayacucho y Apurímac. Se activaron varias fallas geológicas con una actividad sísmica poco usual en la región sur del país una evaluación preliminar de los riesgos es la siguiente :

Damnificados	219,420
Desaparecidos	66
Heridos	2,812
Fallecidos	83
Viviendas afectadas	37,576
Viviendas destruidas	22,052

b) Maremotos:

Durante los últimos cuatro siglos se han registrado en el Callao, cinco maremotos, siendo el más severo el generado por el terremoto del 28 de octubre de 1746. Este terremoto destruyó totalmente el Callao, produciendo 3,800 muertos de los 4,000 habitantes de entonces.

c) Actividad Volcánica:

En la Cordillera sur occidental de nuestro país, se encuentran aproximadamente 250 volcanes. De estos, investigaciones recientes han señalado que por lo menos 11 volcanes son potencialmente activos. Entre estos se mencionan a SABANCAYA, con una actividad fumarólica desde 1989, CCOROPUNA, CHACHANI, MISTI (actividad explosiva en 1599, 1662; actividad fumarólica intensa en 1823, 1940, 1956, 1988); HUAYNAPUTINA (severa actividad explosiva en 1600); TUTUPACA (crupción en 1802; SARASARA, SOLIMANA, AMPATO.

d) Inundaciones:

- Durante el año 1994 se registraron 105 inundaciones en todo el país: 32 en la costa, 56 en la Sierra y 17 en la selva.
- En el mismo año, los asentamientos humanos de Gambeta y Castilla en el Callao, fueron severamente afectados por inundaciones del río Rímac, donde se registraron:
10,754 damnificados

427 viviendas destruidas
1,096 viviendas afectadas
1500',000 \$ en pérdidas

- En el mismo año, 1994, se registraron inundaciones a lo largo del río Ucayali (21 febrero), con 70,781 personas damnificadas.
- Durante el verano 1985/1986, la zona de Puno sufrió fuertes inundaciones, debido a un incremento del nivel del lago Titicaca, ocasionando:
 - 11,030 Ha. de cultivo deterioradas
 - 146 comunidades afectadas con
 - 13,712 familias afectadas de un total de
 - 68,560 habitantes.

e) Deslizamientos de tierra:

18 de febrero de 1997.

Tamburco, Abancay, departamento de Apurímac, 220 desaparecidos, 50 heridos, 61 viviendas destruidas, varias hectáreas de cultivos destruidos.

f) Aluviones (Huaycos):

- En una publicación de INGEMMET 1989, del Dr. V. Taype, se menciona la ocurrencia de aproximadamente 5,200 aluviones para un período de 65 años (1925/1989), con grandes pérdidas económicas y numerosas vidas humanas.
- Huaraz, departamento de Ancash, diciembre 1941. Un aluvión generado por el desembalse de la laguna Cajap (450 msnm), afectó considerablemente un sector de la ciudad con 5,000 víctimas, destruyendo viviendas y áreas agrícolas.
 - ❖ Santa Eulalia, Rímac, Jicamarca (Lima), Chosica, Campoy, Huachipa, fueron afectados por 14 aluviones en un solo día, el 09 de marzo de 1987. Causó:
 - 6,750 damnificados
 - 16 fallecidos
 - 100 desaparecidos
 - 12 tramos de la carretera central interrumpidos
- Febrero de 1998. El aluvión de Aobamba, al pie del Nevado Salcantay, Cusco, destruyó la Hidroeléctrica de Machupichu ocasionando una pérdida de \$ 100 millones.

ALUDES .-

- 10 de Enero de 1962. Ranrahirca Callejón de Huaylas, Ancash. El desprendimiento de 2.5 a 3 millones de m³ de nieve del nevado Huascarán norte, destruyó 9 pueblos, con 4 mil fallecidos y la destrucción de áreas de cultivos.

- 31 de mayo de 1979. Yungay y Ranrahirca, Callejón de Huaylas, Ancash. El terremoto ocurrido ese día, causó el desprendimiento de 50 millones de m³ de nieve y rocas ocasionando un alud y luego convertido en aluvión borró del mapa a la ciudad de Yungay y otros pueblos pequeños de Ranrahirca, y la desaparición de por lo menos 10 mil habitantes.

g) **Sequías:**

Hay cambios climáticos con escasa precipitación pluvial que desencadenan las sequías.

- 1982/1983 .- Departamentos de Huancavelica con los siguientes efectos :

Se programaron 35,722 Ha de cultivo de pan llevar (papas, maíz, arvejas, frijol) con una producción estimada de 92,173 TM. Se perdieron debido a la sequía, 20,573 Ha, con un valor aproximado de 4 millones de dólares americanos.
- Durante el mismo período 1982/83, la sequía afectó a los departamentos de Apurímac, Ayacucho, Puno y Cuzco, con un fuerte impacto social.
- Durante el mismo período, en el departamento de TACNA, el caudal de los ríos Sama, Locumba, Caplina (Uchusuna) bajaron a 75%, 50% y 25% respectivamente debajo de su normal, ocasionando grandes pérdidas agrícolas.

DESGLACIACION .-

Durante las últimas décadas y por investigaciones recientes, se viene confirmando un retroceso de las masas glaciares prácticamente en toda la Cordillera de los Andes, retraso que puede crear serios problemas a largo plazo. Señalamos algunos casos:

- Glaciar Broggi en la Cordillera Blanca.
El registro nos muestra :

Que en 1972 habían Ha de hielo
En 1979 solamente 5 Ha.

- Glaciar Uruhuashraju, Cordillera Blanca

En 1980 : 210 Ha.
1997 : 176 Ha.

FENÓMENO EL NIÑO : 1982 / 83 1997/98

2 Sector	1982 - 1983	1997 - 1998
Sectores Sociales (viviendas, educación y salud).	US \$ 218 Millones	485 Millones
Sector Productivos (Agropecuarios, pesca, minería, industria, comercio).	2,533 Millones	1,625 Millones
Infraestructura (transportes, electricidad, otros)	US \$ 532 Millones	1,389 Millones
TOTAL	US\$ 3,283 Millones	3,500 Millones

NOTA: Los US \$ 3,283 millones correspondientes a los efectos de El Niño 1982/83, equivalen aproximadamente a US \$ 1000 millones de la época 1982 – 1983.

En cuanto a las tendencias de futuros desastres, deseamos reiterar que por nuestra ubicación geográfica, los fenómenos naturales y el registro de desastres seguirán afectando el país. Podemos agregar como un postulado geofísico que, los desastres han venido ocurriendo por millones de años y seguirán por otros millones de años.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS PELIGROS NATURALES

PELIGROS HIDROMETEOROLOGICOS

1. DIAGNOSTICO:

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrológica –SENAMHI- tiene como una de sus funciones principales la vigilancia permanente de las condiciones meteorológicas, climatológicas e hidrológicas en el ámbito local regional y global.

Cuenta con 04 Direcciones Generales de Línea; de las cuales La Dirección General de Meteorología y La Dirección General de Hidrología, con el apoyo de las 13 Direcciones Regionales, distribuidas a nivel nacional, que realizan como parte operativa, la detección de cualquier evento meteorológico e hidrológico extremo a fin de elaborar y dar la alerta oportuna, en primera instancia a Defensa Civil u otros órganos de decisión del gobierno central y local. Asimismo, realiza servicio de 24 horas.

Una de sus fortalezas es disponer de personal altamente calificado, especialmente en el desarrollo y mejoramiento de los Modelos Numéricos de Tiempo, Clima e Hidrológico; asimismo dispone de estaciones meteorológicas, hidrológicas convencionales y automáticas distribuidas a nivel nacional, aproximadamente en un promedio de 700 estaciones, 03 estaciones de radiosondeo (para el análisis vertical de la atmósfera en

Piura, Iquitos y Puerto Maldonado); así como también un moderno sistema de comunicaciones y procesamiento.

1.1 Productos elaborados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

- a. Mapa de precipitación acumulada durante el periodo lluvioso (set - may).
- b. Mapa de temperatura mínima del aire para la estación de invierno.
- c. Mapa de precipitación de los "Niños" más fuertes (82/83, 97/98).
- d. Mapa de precipitación de las "Niñas" Set88/May89, Set98/May99 y Set.99/May00
- e. Mapa climático del Perú elaborado con información hasta 1978.
- f. Mapa de precipitación en los ríos de la cuenca del Pacífico con información hasta de 1978.
- g. Mapa de precipitación de los ríos del Lago Titicaca (elaborado con data hasta 1978).
- h. Estudio agroclimático del Río Santa.
- i. Estudio del régimen de la precipitación en el Perú.
- j. Fechas de siembra y cosecha de los principales cultivos del Perú.
- k. Agroclimatología de la cuenca del Río Huaura.
- l. Estudio Agroclimático, balance hídrico y clasificación climática de la cuenca del Río Cañete.
- m. Investigaciones topoclimatológicas en el valle de Ica.
- n. Evaluación agroclimática del Departamento de Puno.
- o. Evaluación agrometeorológica del valle del Río Mantaro
- p. Descripción agroclimática del Perú.
- q. Atlas de evaporación en el Perú.
- r. Estudio agroclimático del departamento del Cusco
- s. Estudio de las sequías en el Departamento de Puno.
- t. Estudio Hidrológico: comprendido en tres tomos y un anexo que comprende el cálculo de parámetros que caracterizan las cuencas y las estimaciones de valores mínimos, medios y máximos de demanda y disponibilidad de agua que contiene. Asimismo se identifican sub-zonas pluviométricas.

2. AMENAZAS, VULNERABILIDAD Y RIESGOS:

2.1 Condiciones de la componente atmosférica sobre el Perú:

La zona del territorio peruano comprendida entre la costa y la amazonía, la altitud andina es predominante y su presencia origina una geografía con sensibles variaciones en sentido vertical y con un clima de montaña muy diferente al existente en los grandes trópicos húmedos. El territorio peruano tiene una configuración muy accidentada, esto se debe fundamentalmente al sistema montañoso de los Andes que lo atraviesa en sentido longitudinal.

El Perú se encuentra ubicado en una zona tropical, por lo que corresponde un clima cálido y húmedo. Pero el clima es afectado por la presencia de algunos factores climáticos que ocasionan la diversidad de microclimas en el Perú.

2.1.1 Factores Climáticos

Corriente Peruana: corriente de aguas frías que incide directamente sobre el clima de la costa, debido a su efecto termorregulador; limitando el desarrollo vertical de nubes que generen lluvias. De ahí que la costa mayormente se caracterice por ser totalmente árida. En la costa norte, la Corriente del Niño, de aguas cálidas, origina perturbaciones climáticas cuando se desplaza hacia el sur y en ocasiones excepcionales, cuando grandes volúmenes de aguas tropicales penetran al mar peruano, originan el fenómeno El Niño.

Anticiclón del Pacífico Sur: El sistema de alta presión, ubicada sobre la cuenca del Pacífico ejerce una gran influencia sobre la costa occidental de América del Sur, especialmente de mayo a octubre. El sistema de alta presión favorece la estabilidad atmosférica, alcanzando su máxima intensidad durante los meses de invierno. Las masas de aire que giran alrededor del centro de alta presión, llegan hasta el territorio peruano, convirtiéndose en neblinas. Las más bajas, al ser enfriadas por la corriente Peruana se precipitan esporádicamente en forma de lloviznas o garúas.

Cordillera de los Andes: estos sistemas montañosos atraviesan la parte occidental del continente americano, paralela a la costa, con su gran altitud, a partir de los 1,000 m.s.n.m. más o menos, origina condiciones climáticas como la sequía y descensos de temperatura, existencia de nieve y hielo a partir de los 4,000 y 4,500 m. aproximadamente, fuerte variación térmica entre el día y la noche, al sol y a la sombra, etc., que son fenómenos azonales, por no corresponder a su latitudes que originan climas templados y fríos de altitud diferenciándose de los otros por su origen y modalidades

Además, la cordillera de los Andes forma una barrera natural que impide en la parte peruana el libre paso de las masa de aire húmedo, procedentes del Atlántico. Es necesario mencionar que en la parte norte y cerca del Ecuador, la cordillera presenta elevaciones relativamente bajas, permitiendo que una extensión considerable de la selva tropical avance hacia el Pacífico.

Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT): localizada normalmente al norte de la línea ecuatorial, migra hacia el sur en ciertas condiciones, provocando abundante lluvias en al costa norte del Perú. Debido a la corriente El Niño y la acción del fenómeno El Niño, esta banda nubosa se ve facilitada por las aguas cálidas, creando con facilidad una intensa actividad convectiva traduciéndose en fuertes lluvias en la costa norte, como las ocurridas en 1925, 1983 y 1998.

Alta de Bolivia (sistema de alta presión): Este sistema se localiza aproximadamente a los 200 hPa (12 Km. de altura). Su presencia, intensidad, posición y frecuencia, durante la estación del verano, es factor determinante para la

presencia de las precipitaciones sobre el territorio peruano. Durante la estación de invierno solo adquiere la configuración de una Cuña.

Baja Térmica de El Chaco: centro de baja presión , es un factor temporal, solo se presenta durante los meses de verano, su presencia, intensidad y frecuencia se interrelaciona con la alta de Bolivia. Sistemas determinantes para la generación de las precipitaciones

3. OCUPACIÓN TERRITORIAL

La Cordillera de los Andes, al atravesar al país, origina tres unidades geográficas longitudinales de notables contrastes geomorfológicos y climáticos denominados: Costa , Sierra y Selva.

La aridez de la costa está íntimamente relacionada con la existencia de la Corriente Peruana, de aguas frías; el relieve andino con altitudes superiores a 5,000 m. Y el sistema de circulación atmosférica regida por el anticiclón permanente del Pacífico sur, y parcialmente, por la influencia de los fenómenos troposféricos de la hoya amazónica.

El relieve andino en el Perú, ubicado en latitud tropical, con sus grandes proporciones y desniveles que oponen profundamente los cañones con altas cumbres, permite la existencia de condiciones climáticas diversas, que van desde el cálido y húmedo existente sólo en el fondo de los estrechos y hondos valles interandinos de la vertiente oriental.

En la vertiente occidental, los ríos corren casi siempre de Este a Oeste y por sus valles penetran las masas de aire del pacífico que están influidas por la Corriente Peruana, hecho que favorece la existencia de climas templados.

En la selva peruana, localizada en el pie de monte oriental andino, se pueden distinguir también dos pisos de altitud, considerando los caracteres climáticos existentes: la selva alta, entre los 600 y 1,000 m. De altitud aproximadamente, y la selva baja, comprendida entre los 80 hasta los 600 m. más o menos.

El clima de la selva peruana es tropical, que tiene como características generales: altas temperaturas a largo de todo el año con medias anuales superiores a los 22°C, precipitaciones anuales mayores de 1,000 mm, alta humedad durante el año.

4. ACCION DE LOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS

4.1 Distribución de las precipitaciones: generalmente el periodo lluvioso se inicia en el mes de setiembre y culmina en el mes de mayo del año siguiente, acumulándose las máximas cantidades durante los meses de verano.

Las mayores cantidades acumuladas de lluvias , durante el periodo lluvioso, se presentan en la selva alta de los Departamentos de San Martín, Huanuco, Junín y parte norte del Departamento del Cuzco, donde se registran cantidades que fluctúan entre los 1,000 y 3,000 mm, estas cantidades, estas cantidades son altamente potenciales para favorecer deslizamientos y huaycos.

Otras zonas afectadas por la alta pluviosidad es la selva baja, en los departamentos de Loreto y Ucayali, donde la cantidad acumulada de precipitación fluctúa entre

2,000 y 2,400 mm. constituyendo zonas potenciales de peligro de inundaciones, debido además a las crecidas del Río Amazonas.

Los departamentos que poseen glaciares, tales como Ancash, Arequipa. Limite entre Lima y Junín, podrían ser potencialmente los mas peligrosos durante esta época lluviosa, cuando dentro del periodo lluvioso, se presenta alta insolación “veranillo” y descensos de temperatura.

Gran parte de los ríos de la Cuenca del Pacifico, son zonas vulnerables a causa de las inundaciones que frecuentemente se suelen presentar, estos problemas se aprecian tanto en las cuencas alta, media y baja de la vertiente occidental de los Andes principalmente durante los meses de febrero y marzo, siendo la cuenca baja la más afectada.

Durante el año Niño 1997/98, se observa un incremento muy significativo de las precipitaciones en la costa norte, donde las cantidades de lluvia acumularon cantidades de 2,000 a 3,000 mm, considerando que en un periodo normal las lluvias totalizan cantidades hasta de 400 mm, otra área que es afectada es la parte sur del departamento de Cajamarca con cantidades significativas que alcanzan hasta los 2,000 mm, cuando lo normal es de 800 a 1000 mm. El área de desplazamiento de las mayores cantidades de lluvia, observadas en un periodo normal, aumenta de 3,000 a 4,000 mm, abarcando lugares del departamento de Ancash, parte sureste de La Libertad, gran parte del departamento de Huánuco, Junín, parte selva del departamento de Pasco.

Durante el año Niña 1988/89, las mayores cantidades de lluvias acumuladas alcanzaron valores de 2,600 mm. Es necesario mencionar que durante este evento se registraron lluvia intensas, pero en un periodo muy corto.

4.2.1 Distribución de la temperatura mínima del aire durante el invierno austral

Durante la estación de invierno del hemisferio sur, la temperatura mínima en la costa peruana, varía de 12° a 20°C, presentándose los mayores valores en la zona norte y las más bajas en el sur; en la sierra los valores fluctúan de -12° a 8°C, registrándose los valores mas bajos entre los limites de los Departamentos de Arequipa con Cuzco y Puno

El principal fenómeno que se tiene a causa de los descensos de las temperaturas mínimas, debido a la ausencia de nubosidad e ingreso de aire frío polar, es la presencia de las heladas meteorológicas (temperaturas iguales o menores a los 0°C), que se manifiesta desde los meses de Abril – Agosto; este fenómeno abarca desde la sierra sur hacia la sierra central, afectando durante los meses de máxima intensidad (julio y agosto) al sur del departamento de Cajamarca (Granja Porcón). En general las heladas meteorológicas se acentúan a partir del mes de junio, siendo la más afectada las zonas altas de los departamentos de Arequipa, Moquegua, Tacna, Puno y Cuzco, donde la presencia de las heladas ocurren los 30 o los 31 días

del mes, es decir el 100%. En estas áreas existen peligros para la salud y la agricultura

5. PLAN PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGOS

5.1 Análisis General de los diferentes tipos de riesgos de origen natural

En el Perú su topografía y presencia de los diferentes factores climáticos hacen que la variabilidad climática, muchas veces sea alterada por oscilaciones interanuales (El Niño o La Niña), estacionales e intra-estacionales, sinópticas, entre otras. Estas variaciones hacen que nuestro país sea vulnerable ante diferentes fenómenos hidrometeorológicos, creando peligros en diferentes espacios y tiempo como son: inundaciones, sequías, veranillos, heladas, friajes, olas de calor y fenómenos extremos (lluvias intensas e inusuales en la costa, granizadas en los valles interandinos, vientos fuertes, etc.)

Desde la década del 70 nuestro territorio ha sido afectado por dos fenómenos “El Niño” de intensidad, que pueden ser calificados, como los más fuertes del siglo XX, ocasionando los impactos socio-económicos negativos más significativos en el territorio peruano, con daños en la salud (pérdidas de vidas humanas), agricultura, energía, saneamiento, entre otros.

Las acciones de prevención facilitarán la gestión de riesgos naturales para un mejor desarrollo humano sostenible.

5.2 Estado del conocimiento y enfoque de la metodología

- Para el análisis de los diferentes riesgos a los que está expuesto el Perú, el SENAMHI ente rector de las actividades meteorológicas, hidrológicas, agrometeorológicas y ambientales, realiza el monitoreo atmosférico en forma permanente a fin de manejar los peligros potenciales que pueden ser causados en forma natural o por el hombre.
- Para la vigilancia atmosférica el SENAMHI cuenta con una amplia red de más de 700 estaciones meteorológicas, hidrológicas, ambientales convencionales y automáticas.
- En el análisis conceptual sobre la incidencia de los diferentes sistemas atmosféricos estacionales y su relación con los factores climáticos, el SENAMHI lo realiza a través de dos de sus Direcciones de Línea : Meteorología e Hidrología, contando con un staff de profesionales en las áreas de sinóptica, climatología, modelación numérica e hidrológica.
- Asimismo, se realizan estudios-casos, que son considerados como base para los diferentes análisis atmosféricos, por ejemplo: impacto del fenómeno El Niño en la costa peruana, mapas de clasificación climática con información actualizada de los departamentos de Tumbes, Piura, Cajamarca, Lima y Junín.
- Se disponen mapas climáticos del Cuzco y Puno. Del mismo modo mapas de precipitación del periodo lluvioso para los diferentes

escenario: Normal, Niño de intensidades muy fuertes (1982/83, 1997/98.), Niño de intensidad moderada (1991/93) y fase fría La Niña (1998/99 y 1999/2000).

- Actualmente, el SENAMHI ha implementado herramientas de pronósticos numéricos a corto, mediano y largo plazo. El modelo ETA y RAMS, aplicados para nuestra región son utilizados en los pronósticos de Tiempo, mientras el modelo global climático CCM3, sistema de pronóstico muy avanzado que incluye los procesos de física oceánica, atmosféricas, suelo, hielo, gases traza, etc, permitirá planificar las medidas de adaptación y disminución de la vulnerabilidad.

5.2.1 Avances tecnológicos frente a cada uno de ellos

- Uno de los avances más importantes del SENAMHI es la puesta en marcha de su Centro de Modelaje Numérico y la implementación de su red de estaciones meteorológicas automáticas; lo cual permitirá brindar alertas oportunas a fin de minimizar los posibles impactos negativos.
- Dispone de equipos modernos actualizados como receptores de imágenes sateliticas, laboratorio SIG, laboratorio móvil, workstation y talleres de reparación de equipos.
- Utilización de diferentes programas en la generación de nuestros productos, teniendo en cuenta nuestra topografía y factores climáticos.

5.3 Fortalezas para el conocimiento de los diferentes riesgos:

5.3.1 Fortalezas

- Existencia de redes 700 convencionales y 55 automáticas de observaciones meteorológicas e hidrológicas, como también 03 estaciones de radiosondaje (Iquito, Piura y Puerto Maldonado) .
- El Servicio tiene la capacidad del manejo de la información y generación de productos varios. Asimismo, dispone de una capacidad informática inicial para satisfacer necesidades actuales; cuenta con un banco de datos de aproximadamente de 50 años.
- Dispone de un staff de profesionales altamente capacitados en las diferentes especialidades: meteorología, hidrología, climatología, percepción remota, modelación numérica, entre otros.
- Existencia de un moderno Centro de Modelaje Numérico con profesionales capacitados en simulación numérica.
- Experiencia del personal profesional y técnico en aspectos relacionados con la variabilidad climática y el cambio climático.
- Coordinaciones y esfuerzos interinstitucionales, en el ámbito de cada tema para recomendar medidas preventivas para enfrentar impactos extremos de origen climático.
- Elabora Boletines: diarios, decadales, mensuales, estacionales y anuales.
- Cuenta con un servicio de pronóstico de 24 horas.
- Es representante permanente del Perú ante la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

5.3.2 Debilidades

- Insuficiente red automática de observación con fines meteorológicos e hidrológicos.
- Limitada cooperación regional en cuanto a la capacitación y formación de recursos humanos.
- Insuficiente personal capacitado de nivel superior para el modelaje meteorológico e hidrológico.
- Insuficiente difusión de los productos para su uso por la sociedad en la toma de información para la mitigación de los impactos y aprovechamiento de la información hidrometeorológica.

5.4 Objetivos, Políticas y Estrategias

5.4.1 Objetivo:

- Mejorar la capacidad regional de observación, diagnóstico y predicción de la variabilidad climática en diferentes escalas espacio-temporales, asociados con procesos atmosféricos-tierra en el Perú, con especial énfasis en el ciclo “El Niño-La Niña / Oscilación del Sur”.

5.4.2 Políticas:

- Mantener la capacidad de evaluación de la variabilidad climática y el pronóstico atmosférico de la región, mediante el uso de modelos conceptuales numéricos y estadísticos.
- Capacitación permanente del personal profesional y técnico.
- Implementar y mantener la red meteorológica para la vigilancia meteorológica e hidrológica.
- Establecer una red de comunicaciones en tiempo real y diferido para la transferencia de resultados.
- Apoyar e incentivar a la investigación de las áreas afines.

5.4.3 Estrategia

- Mejorar las bases de datos existentes, así como apoyar e incentivar la investigación de los fenómenos y procesos atmosféricos y de otras áreas afines.
- Mejorar el sistema de diagnóstico y predicción de eventos atmosféricos para mitigar sus impactos socioeconómicos, en particular las pérdidas de vidas humanas.
- Reducir la incertidumbre de los efectos del cambio climático global, a través de un esfuerzo de investigación regional.

5.5 Programas básicos a desarrollar

- Uso de modelos numéricos y estadísticos que describan el comportamiento del sistema atmosféricos e hidrológico; como modelos de transferencia precipitación-descarga para el pronóstico de caudales y de zonas inundables en

diversos puntos de importancia socio-económico (asentamientos humanos, centrales hidroeléctricas, áreas de cultivo, etc.), como también pronóstico del tiempo hasta con aproximación de 72 horas de antelación, así como predicciones climáticas semanales, mensuales y estacionales. El esfuerzo deberá generar un sistema integrado de alerta temprana ante los peligros generados por fenómenos hidrometeorológicos y de geodinámico externa.

- Evaluar la performance de los modelos numéricos aplicados en nuestra región.
- Mejoramiento del sistema de adquisición y procesamiento de datos hidrometeorológicos. que alimenten dichos modelos y que permita generar varios tipos de alertas oportunas.
- Identificación de los índices de vulnerabilidad ante la variabilidad climática.

5.6 Programas y proyectos prioritarios ha adelantar en cada sector

- El SENAMHI participa en el Programa Nacional del Estudio del Fenómeno El Niño- ENFEN.
- Proyecto “Sistema Integrado de Vigilancia del Clima y su Variabilidad en los Países del Pacífico Sudoriental y del Océano Adyacente” que será presentado por la Comisión Permanente del Pacífico Sur-CPPS al GEF.
- Convenio de Ancha Base con el Ministerio de Agricultura y áreas afines (Cooperativas, Junta de Usuarios de Riego, etc.)
- Proyecto “Generación de los escenarios regionales de cambio climático en el Perú” ambicioso proyecto que permitirá generar las condiciones climáticas del Perú del año 2000 al 2050 con la participación de instituciones de Perú, Holanda, Francia y Estados Unidos.

PELIGRO SÍSMICO

1. AMBIENTES SÍSMICOS E HISTORIA SÍSMICA

El territorio peruano está bajo la acción de tres ambientes sísmicos:

- El ambiente sísmico de colisión y subducción de la placa de Nazca por debajo de la placa Sud Americana: Afecta a todo el país;
- El ambiente sísmico de reajuste cortical: Asociado con fallas activas, afecta a todo el país; y
- El ambiente sísmico de los volcanes activos: Afecta a la zona volcánica en el sur del país.

La historia de los sismos en el Perú se remonta hasta los tiempos del Inka Pachacutec, se ha documentado intensidades máximas hasta grado XI (Escala de Intensidades Macrosísmicas Mercalli Modificada, MM, mejorada). Las intensidades de grado once

están asociadas con ruptura superficial del terreno a lo largo de fallas activas de decenas de kilómetros de longitud y desplazamientos verticales de más de un metro.

2. VIGILANCIA SÍSMICA

El IGP realiza la vigilancia sísmica del territorio peruano mediante redes sísmicas, y con un servicio de emergencia sísmica con atención las 24-horas del día.

2.1 Vigilancia de la actividad sísmica

Esta vigilancia consiste en registrar toda clase de movimientos sísmicos sensibles o no que hayan ocurrido en el territorio nacional o cualquier parte del mundo.

La vigilancia de la actividad sísmica en el territorio peruano se hace mediante cuatro tipos de redes sísmicas.

1. La Red Sísmica Radiotelemétrica: Constituida por sensores de período corto, transmisión de señales analógicas por radiotelegrafía a la estación central en la Sede del IGP, en Lima. Los sensores están localizados en la costa central del país. Estas estaciones están complementadas por estaciones del mismo tipo en el noroeste del Perú. Las señales de las estaciones remotas se reciben en la Oficina Regional del IGP en la ciudad de Chiclayo, y luego son retransmitidas a Lima vía teléfono. La señal sísmica se registra analógicamente en papel ahumado o térmico, y digitalmente en tiempo casi-real, en la estación central de registro de Lima,

2. La Red Sísmica de Banda Ancha: Constituida por sismómetros de banda ancha triaxiales, y un registrador digital de 24 bits de resolución, con un sistema de comunicación telefónica de discado directo para la transmisión de datos a la sede central del IGP. Estas estaciones apoyan a la Red Sísmica Radiotelemétrica en la atención del Servicio de Emergencia Sísmica del IGP.

3. La Red Sísmica de los Volcanes: Tiene por finalidad documentar la actividad sísmica asociada con la actividad volcánica. Es una red radiotelemétrica analógica, con registro central en la Sede del IGP en la ciudad de Arequipa: Cayma., la red se ha reducido actualmente a una estación en el volcán Misti.

4. Las Redes Sísmicas de Proyectos: Constituidas por estaciones sísmicas radiotelemétricas, de período corto, con una estación central de registro localizada en o cerca a las áreas del proyecto. La más importante es la de la Central Hidroeléctrica del Mantaro, con registro en la estación central localizada en el Observatorio de Huancayo del IGP.

La Red Sísmica Nacional, tal como está configurada e instrumentada, deja mucho que desear. Se requiere transmisión de información de las estaciones de banda ancha en tiempo casi real; y un mayor número de estaciones.

2.2 Vigilancia de movimientos sísmicos fuertes

La vigilancia de los movimientos fuertes se hace mediante acelerógrafos. Estos instrumentos triaxiales registran las aceleraciones del suelo causadas al pasar las ondas sísmicas por la estación acelerográfica. Modernamente, el registro se hace en formato digital. Usualmente, el registro no es en forma continua, sino es por evento. Los sismógrafos normalmente se saturan ante la ocurrencia de sismos fuertes destructores.

La información de los acelerógrafos permite implementar las normas sismorresistentes, determinar las leyes de atenuación de la severidad de sacudimiento del suelo con la distancia y azimuth con respecto a la zona de ruptura. Las aceleraciones sísmicas son indispensables para el cálculo probabilístico y/o determinístico del peligro sísmico en un sitio determinado, usualmente, para obras de infraestructura, y la implementación de códigos de normas sismorresistentes.

El IGP, que tiene la obligación de suministrar las aceleraciones para la zonificación oficial del país para las Normas Sismorresistentes, no cuenta con una red acelerográfica mínima. En Lima, tiene dos acelerógrafos: Uno muy “duro”, donación japonesa, en el campus de la Universidad Agraria de la Molina, y el otro en la sede central del IGP.

2.3 Servicio de Emergencia Sísmica y el Servicio Sismológico Nacional

El IGP cuenta con un servicio de información sísmica de los eventos sísmicos que ocurren en cualquier parte del territorio peruano, particularmente, los sentidos por la población. Este servicio apoya al Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI, suministrando, inmediatamente después de ocurrido el evento, la localización, magnitud, intensidad macrosísmica máxima probable en el área epicentral, y el potencial de tsunamis o maremoto. El INDECI verifica, a través de su sistema informativo, la severidad del movimiento sísmico para movilizar o no el sistema de atención de emergencias y/o desastres.

El Servicio de Emergencia Sísmica es atendido durante las 24-h del día, todos los días de la semana. Para tal fin, cuenta con la Red Sísmica Radiotelemétrica, y el apoyo de la Red Sísmica digital de Banda Ancha; y un software apropiado para la localización de los eventos.

Así mismo, cumple con la función de atender al periodismo nacional que busca información sísmica, particularmente, cuando los movimientos son sensibles y/o severos.

Este servicio es parte de lo que se denominó el Servicio Sismológico Nacional. Entre sus tareas, elabora los boletines y catálogos sísmicos del territorio peruano, mantiene la sismoteca analógica y digital, etc.

3. Sismicidad

El término sismicidad se refiere al grado de ser sísmico de un área dada en un tiempo determinado. La manera más simple de visualizar la sismicidad de un territorio es cartografiar la actividad sísmica en mapas a escalas apropiadas y clasificada por magnitud y profundidad.

Además del mapa nacional, el IGP muestra en su página WEB la misma sismicidad, pero, graficada por departamentos.

4. Catálogos sísmicos y mapas de peligro sísmico del territorio peruano

El IGP publicó un tercer catálogo para el periodo 1500- julio 31-1982 (Huaco, 1986). Este catálogo fue complementado y mejorado con información adicional por Tavera et al. (2000).

El segundo mapa de peligro sísmico fue publicado en 1999, como parte del mapa de peligro sísmico probabilístico de la Comunidad Andina de Naciones.

El mapa de peligro sísmico probabilístico requiere de una revisión urgente. Se debe tomar en cuenta los resultados de los últimos años de la vigilancia de la sismicidad del ambiente sísmico asociado con fallas activas (reajuste cortical).

5. Zonificación sísmica del territorio peruano

El IGP elaboró el mapa oficial de zonificación sísmica del territorio peruano para la Norma de Diseño Sismorresistente. Las zonas se delinearon teniendo en cuenta los mapas de peligro sísmico probabilístico, la sismicidad de los diferentes ambientes sísmicos, y los resultados de los estudios de Neotectónica.

Una de las características de los sismos, que se tomó en cuenta para la zonificación, fue la duración de la severidad del movimiento del suelo y la extensión del área afectada. En este sentido, el ambiente sísmico de colisión-subducción fue preponderante en la identificación de la zona costera como la más peligrosa. Aunque, se tiene documentado que los movimientos más severos ocurren en el ambiente de reajuste cortical, que rompen superficie y los bloques fracturados se desplazan por varios metros a lo largo de fallas geológicas por decenas de kilómetros de longitud, y algunas veces, la severidad de sacudimiento del suelo excede la aceleración de la gravedad terrestre en la traza de la falla. Sin embargo, la violencia del movimiento del suelo decae muy rápido con la distancia a la traza de la falla activa.

6. Previsiones sísmicas

El Perú, hasta hace un año, contó con dos pronósticos sísmicos basados en la teoría de los gap-sísmicos: Sur de Perú (gap-sísmico de Tacna-Arequipa), Sur de Lima (gap-sísmico de Nazca-Cañete). Al primer gap se le daba una probabilidad de ocurrencia mayor que al segundo (Nishenko, 1985).

Esta hipótesis de trabajo sirvió como guía para desplegar estaciones sísmicas y hacer medidas repetidas de Posicionamiento Satelital Global (GPS). Las velocidades de deformación, determinadas con las observaciones de 1994 y 1996, mostraron indicios de dos anomalías: Una de ellas en la coordenada horizontal norte y la otra en la coordenada vertical. La primera resultó estar asociada con el terremoto de Nazca de 1996.

La segunda anomalía abarca un área significativa de la zona de influencia de la ruptura estimada para el terremoto de 1868 (magnitud: 9.3 Mw), coincidente con una zona de marcada deficiencia de actividad sísmica significativa.

Se calculó la severidad de sacudimiento del suelo producida por un sismo con una ruptura de aproximadamente 600 km de longitud en el fondo marino al frente de las costas de Tacna, Moquegua y Arequipa. Al escenario resultante, se le dio difusión desde 1998, mediante conferencias públicas, en la zona a ser afectada potencialmente, y a las autoridades de Defensa Civil.

El terremoto del 23.06 2001 rompió el extremo noroeste de la zona planteada como hipótesis que se iba a romper. Falta por romperse, aproximadamente, la mitad de la longitud total del gap-sísmico de Tacna-Arequipa.

En consecuencia, desde la latitud 10° S han ocurrido los siguientes terremotos en la zona de colisión (zona de mecanismos focales inversos), a lo largo de la costa peruana: Huarmey: 1966, Lima: 1974, Nazca: 1996, y Arequipa: 2001; dejando los siguientes gap-sísmicos entre las respectivas zonas de ruptura: Cañete-Nazca, Yauca-Ocoña, Punta de Bombón – Arica. Estos segmentos son los sitios más probables de futuros terremotos entre Lima (Perú) y Arica (Chile).

PELIGROS VOLCÁNICOS

1. DESCRIPCIÓN

La volcánica es el grado o calidad de un territorio de ser volcánico. El grado de actividad se evalúa en función del número de volcanes activos o potencialmente activos por unidad de área y unidad de tiempo. Por otro lado, la actividad de un volcán se evalúa por el número de erupciones, el índice de explosividad, por unidad de tiempo, y por actividad fumarólica.

2. SITUACIÓN

Los volcanes con actividad fumarólica notable son: Sabancaya y Ubinas. El volcán Misti muestra fumarolas persistentes importantes, visibles a la distancia. Los volcanes Huaynaputina, Ticsani, Tutupaca, Yucamani, Pucaru muestran fumarolas incipientes esporádicas. INGEMMET reporta más de 21 estructuras volcánicas activas o potencialmente reactivables en el sur de Perú.

La Actividad volcánica en el territorio peruano se concentra en el sur del país. Los volcanes activos forman parte del arco volcánico andino central de Sud América, el cual abarca el norte de Chile y sur de Perú. Los volcanes, en este arco, son, por lo general, altamente explosivos, con flujos lávicos de poca extensión y altamente viscosos. Los flujos piroclásticos abarcan áreas importantes y las emisiones de ceniza alcanzan extensas áreas. El evento histórico más violento a la fecha es del volcán Huaynaputina. Este volcán erupcionó en 1600 destruyendo su cono casi completamente. Se estima un Índice de Explosividad Volcánica de 6.

No es posible hacer un cálculo probabilístico del peligro volcánico para la región sur del Perú, por la carencia de información histórica y prehistórica de la actividad volcánica. Sin embargo, se puede tener una idea del nivel del peligro volcánico, para la evaluación de riesgos (daños probables), estudiando y fechando los períodos de actividad volcánica notable que son las paleoerupciones. Este es el procedimiento adoptado para el sur de Perú.

Para fines de prevención de daños probables, se debe tomar, tentativamente, como evento máximo la explosión del volcán Huaynaputina de 1600, la cual tuvo un Índice de Explosividad Volcánica de 6. Este índice implica la ocurrencia de un evento volcánico con las siguientes características generales: **Descripción General:** Muy Grande, Volumen de Tefra: $10^{10} - 10^{11} \text{ m}^3$, **Altura de la Columna Eruptiva:** >25 km, **Descripción Cualitativa:** Paroxismal.

El impacto de la actividad volcánica en el sur de Perú es evidente, por la falta de cobertura vegetal del terreno y el emplazamiento de las fuentes volcanogénicas. Sin embargo, el territorio peruano en el norte del país es afectado por los productos volcánicos de los volcanes activos en la República del Ecuador. Es importante que se inicie una vigilancia de la contaminación ambiental, tanto en la atmósfera como en la hidrósfera, para tomar medidas preventivas en la amazonía peruana vecina a la República del Ecuador.

3 VIGILANCIA DE LOS VOLCANES ACTIVOS

El IGP tiene implementado un sistema multidisciplinario de vigilancia de los volcanes activos desde 1987, cuando se reactivó el volcán Sabancaya. La vigilancia comprende las siguientes aspectos: Sismológico, geoquímico, fenomenológico, y deformación del cono.

3.1. Vigilancia sísmica

Se comprobó la ocurrencia de una abundante actividad sísmica en el volcán Ubinas. Como consecuencia de los registros en el cráter del volcán Misti que mostraron, sorpresivamente, una actividad sísmica volcánica significativa se ha instalado una estación sísmica analógica radiotelemétrica, aproximadamente, a dos tercios del cono del volcán Misti, desde su base. Debido al reducido rango dinámico de la telemetría y al alto ruido sísmico, no se detectan la clase de eventos registrados en el cráter.

Actualmente, sólo funciona la estación sísmica del Misti con registro en la Oficina del IGP en Arequipa.

3.2 Vigilancia geoquímica

Se ha mantenido el análisis químico de las aguas termales y recolección del agua de lluvia.

Así mismo, se ha estudiado la química de los gases de los volcanes Sabancaya, Misti, y Ubinas.

El análisis de los aniones de las aguas termales, no muestran anomalías significativas a la fecha.

3.3 Vigilancia de la deformación de conos

Entre los estudios multidisciplinarios realizados en el volcán Misti, las medidas repetidas del Auto Potencial Eléctrico, en opinión del Dr. Finizola, puede dar indicios del cambio del flujo y composición de los fluidos desde la fuente volcánica, causando, probablemente, una deformación del cono volcánico. Se han repetido las observaciones a lo largo de un perfil longitudinal del cono del Misti. Los resultados están siendo interpretados.

Por otro lado, se ha instalado, en cooperación con la Universidad de Miami, USA, una estación permanente de GPS junto a la estación sísmica del cono volcánico. La estación recibe datos cada 15-segundos, los almacena y los transmite por radiotelemetría a la Oficina del IGP en Arequipa. Los datos son luego retransmitidos vía INTERNET a la Universidad de Miami, USA.

Además de este punto de vigilancia continua de deformación, se ha establecido un perfil de 6-puntos de GPS de recuperación temporal, alineados en un perfil este-oeste. Uno de los puntos está lejos de la base del cono volcánico: en un cuerpo intrusivo holocristalino en el flanco oeste, un segundo punto está en la base del cono, el tercer punto es la estación permanente, el cuarto punto está en la cima del volcán, el quinto punto está a dos tercios del cono en el lado opuesto del tercer punto, el quinto punto está en la base del volcán: Lado opuesto del segundo punto, finalmente, el sexto punto está lejos del cono en un potente flujo volcánico de origen profundo.

3.4 Vigilancia de la fenomenología

La vigilancia de los fenómenos visibles, audibles, sensibles, etc., asociados con la actividad volcánica y sus efectos se inició con la reactivación del volcán Sabancaya en 1987. Se realizó observaciones de las alturas de las plumas de las emisiones del volcán Sabancaya, los efectos en la vegetación circundante. Además, se midió la temperatura de las aguas termales de los afloramientos en las vecindades de los volcanes Sabancaya, Misti y Ubinas.

4 PREVISIONES

Hay un consenso sobre la condición de chimeneas volcánicas taponadas de los volcanes Sabancaya y Ubinas. Por lo que se les considera como los volcanes más peligrosos del Perú.

Por otro lado, la proximidad del volcán Misti a la ciudad de Arequipa, con más de un millón de habitantes y notable infraestructura cercana al cono, al parecer, con una evidente intensificación de la actividad térmica y fumarólica resciente, hace de este volcán uno de los más riesgosos, que puede causar grandes y numerosos daños potencialmente; en consecuencia, si no se manejan los riesgos apropiadamente y no se toman las medidas de mitigación apropiadas, una erupción paroxismal del volcán Misti causaría un gran desastre en el sur de Perú.

Así mismo, es necesario completar los estudios de los volcanes que faltan estudiar tanto hacia los extremos sureste y noroeste de la cadena volcánica de la Zona Andina Volcánica Central.

La instrumentación de la vigilancia es absolutamente necesaria para hacer el seguimiento de la evolución de los procesos volcanogénicos y erupciones volcánicas potenciales en la Zona Volcánica indicada.

PELIGROS GEOLÓGICOS-ACTIVOS

1. DESCRIPCION

El peligro geológico se le define como la ocurrencia de un fenómeno geológico amenazante.

El peligro geológico probabilístico es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno geológico potencialmente dañino dentro de un período de tiempo determinado y en un sitio o área dada. Implica, una descripción determinística o probabilística de la severidad dinámica del fenómeno geológico en un sitio o área especificada en un período definido.

El adelanto científico-tecnológico no ha progresado lo suficiente para identificar, tipificar y describir probabilísticamente los niveles de peligrosidad de los fenómenos geológicos-activos con la calidad y cantidad de información existente, de tal modo, que permitan tomar medidas preventivas y/o mitigar el impacto de los fenómenos geológicos de gran peligrosidad a niveles aceptables.

2 VIGILANCIA

Se considera, en la categoría de fenómenos geológicos activos, particularmente los movimientos-de-masas-terrágenas en pendientes o taludes, fallamiento y/o plegamiento activos o potencialmente activos, y otros.

La vigilancia de los movimientos-de-masas-terrágenas de gran volumen en pendientes se realiza mediante imágenes satelitales y control de la estabilidad de los elementos masivos mediante el posicionamiento satelital global (GPS) de alta precisión. A la fecha, se hace observaciones de GPS de recuperación temporal y recurrente de hitos estratégicamente seleccionados, a fin de calcular el vector de desplazamiento de dichas masas con respecto a puntos estables en terreno firme, normalmente emplazados en rocas intrusivas, alejadas de las masas desestabilizadas.

La vigilancia de fallamiento activo se hace mediante la instalación y operación temporal de redes sísmicas temporales. La actividad, normalmente, es muy superficial y requiere de redes sísmicas densas. Es una operación costosa, pero necesaria.

Además de la vigilancia instrumental, el IGP, asesorado por científicos del ahora IRD de Francia, ha ejecutado, por muchos años, programas de investigación de fallas activas y/o potencialmente activas: Investigaciones neotectónicas. Los resultados se han plasmado en mapas neotectónicos.

3. EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD

Los movimientos-de-masas-terrágenas en pendientes son disparados por una gran variedad de fenómenos, entre ellos, fenómenos gravitacionales, fenómenos hidrogravitacionales, sismos violentos, erupciones volcánicas, efectos erosionales, acciones antrópicas, o cualquier combinación de estos factores.

Debido a la falta de catálogos de fenómenos geológicos, no es posible una evaluación probabilística del grado de peligrosidad de los diferentes tipos de fenómenos geológicos activos en una determinada área y un tiempo dado, tal como se hace en la evaluación del peligro sísmico. Sin embargo, existe una cantidad abundante de información como para cartografiar los grados de susceptibilidad a la desestabilización de los movimientos-de-masas-terrágenas en pendientes o taludes. Se define susceptibilidad como la facilidad con que pueden ocurrir movimientos probables de masas-terrágenas en pendientes o taludes en un área y tiempos determinados.

3.1 Metodología para evaluar la susceptibilidad al movimientos-de-masas-terrágenas en pendientes.

En el IGP, se ha desarrollado una metodología para evaluar la peligrosidad de los movimientos-de-masas-terrágenas en pendientes ponderando un conjunto de factores de las principales variables físicas que intervienen en la desestabilización de masas-terrágenas en pendientes. Los principales factores son: Los fenómenos hidrometeorológicos e hidrogeológicos, el inventario de eventos geológicos