

REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALURGICO

INFORME TECNICO  
GEOLOGIA AMBIENTAL

INSPECCION DE LOS EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE Y MOVIMIENTOS  
EN MASA CAUSADOS POR EL SISMO DEL 25 DE SETIEMBRE DE 2005  
EN LAS LOCALIDADES DE RIOJA, MOYOBAMBA, LAMAS Y TARAPOTO

(DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN)

POR  
MANUEL S. VILCHEZ MATA

 **INGEMMET**

LIMA - PERÚ  
NOVIEMBRE 2005



REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALURGICO

INFORME TECNICO  
GEOLOGIA AMBIENTAL

INSPECCION DE LOS EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE Y MOVIMIENTOS  
EN MASA CAUSADOS POR EL SISMO DEL 25 DE SETIEMBRE DE 2005  
EN LAS LOCALIDADES DE RIOJA, MOYOBAMBA, LAMAS Y TARAPOTO

(DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN)

POR  
MANUEL S. VILCHEZ MATA

 **INGEMMET**

LIMA - PERÚ  
NOVIEMBRE 2005



## CONTENIDO

### RESUMEN

#### 1.0 INTRODUCCIÓN

#### 2.0 ANTECEDENTES

#### 3.0 DOMINIO TERRITORIAL EVALUADO

#### 4.0 MARCO GEOGRÁFICO

##### 4.1 GEOMORFOLOGÍA

4.1.1 Montañas Longitudinales

4.1.2 Depresión del Alto Mayo

4.1.3 Ladera de Montaña

4.1.4 Colinas Alargadas

4.1.5 Colinas Disectadas

4.1.6 Lomadas

4.1.7 Llanura Aluvial

4.1.8 Valles

4.1.9 Monte Isla

##### 4.2 CLIMA E HIDROGRAFÍA

##### 4.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

#### 5.0 MARCO GEOLÓGICO

#### 6.0 METODOLOGÍA

#### 7.0 EFECTOS AMBIENTALES

##### 7.1 DAÑOS EN VIVIENDAS

##### 7.2 EFECTOS EN EL TERRENO

7.2.1 Moyobamba – Sector Shango y Azungue

7.2.2 Tarapoto – Sector Dos de Mayo

7.2.3 Aguas Claras – Cambio en Vertientes

##### 7.3 MOVIMIENTOS EN MASA DETONADOS POR EL SISMO

7.3.1 Derrumbes carretera Puerto López – Sauce

7.3.2 Tarapoto – Canal Shilcayo

7.3.3 Tarapoto – Canal Cumbaza

##### 7.4 ESCALA DE INTENSIDAD MACROSISMICA INQUA

##### 7.5 INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA

7.5.1 Sector Tumino Barranco – AA.HH Keyko Sofía

7.5.2 Sector Hotel Puerto Mirador

7.5.3 Sector Tahuishco

7.5.4 Carretera Moyobamba – Tarapoto

#### 8.0 CONCLUSIONES

#### 9.0 BIBLIOGRAFÍA

#### 10.0 ANEXOS

- Escala de Intensidad Macrosísmica INQUA

- Fichas de campo de Intensidad Macrosísmica INQUA

# INSPECCIÓN DE EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE Y MOVIMIENTOS EN MASA CAUSADOS POR EL SISMO DEL 25 DE SETIEMBRE DEL 2005 EN LAS LOCALIDADES DE RIOJA, MOYOBAMBA, LAMAS Y TARAPOTO

## RESUMEN

El presente trabajo es una contribución al conocimiento de los efectos causados en el Ambiente, por el sismo ocurrido en la región nororiental del Perú el 25 de Setiembre de 2005, a horas 8:55 p.m, de magnitud 7.0 ML, con epicentro localizado a 90 Km al NE de la localidad de Moyobamba, profundidad de 115 Km e intensidad de VI (MM) en la zona epicentral.

En zona se cuenta con varios trabajos realizados por diversas instituciones, como son el Instituto Geofísico del Perú (IGP), CISMID, etc., los cuales enfocan sus estudios a la evaluación de daños en viviendas después de ocurrido un sismo, estudio de suelos y evaluación de intensidades MM; el INGEMMET realiza este trabajo con el fin de poder evaluar los efectos causados por el sismo en el Medio Ambiente y a su vez poder utilizar esto efectos para obtener un medida de la intensidad del sismo.

Se realizaron trabajos de inspección en el distrito de Lamas, que fue el más afectado con el sismo, en las zonas Shango y Azungue en el distrito de Moyobamba y el centro poblado de Dos de Mayo del distrito de Sauce, en donde a raíz de este último sismo se formaron grietas, asentamientos en el terreno y fenómenos de licuación de suelos, así como también se encontró en la carretera de acceso al distrito de Sauce y el canal Cumbaza movimientos en masa que tuvieron como detonante el sismo.

Se utilizó la Escala de Intensidad Macrosísmica INQUA (Internacional Unión for Quaternary Research), de donde se obtuvo una intensidad sísmica que varia de grado V a VII para las siete localidades inspeccionadas, manifestándose de esta manera que los efectos causados por un sismo en el Medio Ambiente, pueden ser utilizado para obtener medidas de intensidad sísmica.

También se reconocieron movimientos en masa ocurridos en la zona de Moyobamba y la carretera Moyabamba - Tarapoto, que no han tenido como detonante el sismo del 25 de Setiembre del 2005, se inventariaron unas 30 ocurrencias.



## 1. INTRODUCCIÓN

La actividad sísmica en el Perú es debida principalmente al proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana, presente de norte a sur, en su borde oeste, con una velocidad relativa del orden de 8-10 cm/año (DeMets et al, 1980; Norabuena et al, 1999). Como resultado de estas velocidades de convergencia entre placas, se producen sismos de diferentes magnitudes y profundidades.

A raíz del sismo ocurrido el domingo 25 de Setiembre del 2005, cerca de la localidad de Moyabamba, INGEMMET vio por conveniente realizar trabajos de inspección en la zona afectada, para obtener información de los efectos causados en el Ambiente y la magnitud de los movimientos en masa detonados por el sismo.

El área de estudio, se localizo dentro de los límites de las provincias de Rioja, Moyabamba, Lamas y Tarapoto, ubicados en el departamento de San Martín, localizado en la sector centro-septentrional del Perú y colinda con el flanco oriental de la cordillera oriental, emplazado sobre territorios de selva alta y bosque tropical amazónico.

La ciudad de Moyabamba se ubica a unos 1369 Km. de la ciudad de Lima, y Tarapoto a 1487 km. Se accede a la zona de estudio vía terrestre por medio de la carretera Panamericana Norte pasando la ciudad de Chiclayo, se sigue por la antigua carretera Olmos - Piura, de donde se desvía hacia la derecha antes de llegar a Olmos, accediéndose así a Moyabamba y Tarapoto, el viaje dura de 23 a 25 horas, también se puede llegar a la zona de estudio por vía aérea en un viaje que dura 1 hora hasta la localidad de Tarapoto (Gráfico N° 1).

El presente informe contiene los datos y resultados obtenidos durante los trabajos de inspección geológica efectuados en las localidades de Moyabamba, Lamas, Tarapoto y Rioja.

## 2. ANTECEDENTES

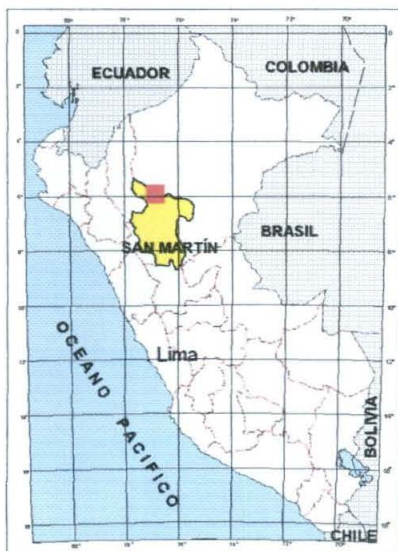
El día domingo 25 de Setiembre de 2005, según datos del IGP, a las 8 horas con 55 minutos, hora peruana, se produjo un nuevo sismo de magnitud 7.0 ML (7.5 Mw) que afecto el borde nororiental de la región norte del Perú, y produjo daños de consideración en las zonas cercanas al epicentro, que se localizo a 90 Km al Nor-este de la ciudad de Moyabamba y a una profundidad de 115 Km.

De acuerdo a la profundidad de su foco (115 Km), el sismo del 25 de Setiembre habría tenido su origen en la deformación interna de la placa de Nazca como producto de las fuerzas que la movilizan en dirección NE y que tira de ella hacia el interior del manto, esta interpretación es coherente con el tipo de mecanismo focal obtenido para su fuente: falla normal con planos orientados en dirección NO-SE, estando el eje de tensión orientado en dirección NE, similar a la dirección de movimiento de la placa de Nazca por debajo del continente (Tavera, H., 2005).

Se registraron hasta 11 replicas después de 25 horas de producido el sismo, con magnitudes del orden de 4.0 – 4.4 ML, no descartándose la ocurrencia de más replicas de pequeña magnitud, que no son registradas ni percibidas por la profundidad a la que se generan.

La zona del Alto Mayo en su historia sísmica de los últimos 400 años ha sufrido sismos en varias oportunidades, entre ellos resaltan los sismos del 6 de agosto de 1945, del 19 de Junio de 1968, los del 4 y 29 de Mayo de 1990 y del 28 de Abril de 1991.





**LEYENDA**

- ZONA DE ESTUDIO
- CAPITAL DE DEPARTAMENTO
- CAPITAL DE PROVINCIA
- CENTRO POBLADO
- LIMITE DEPARTAMENTAL
- RIO - QUEBRADA
- CARRETERA ASFALTADA
- CARRETERA AFIRMADA

INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO



DIRECCION DE GEOLOGÍA AMBIENTAL

MAPA DE UBICACIÓN



El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) designo al Geólogo Ing. Manuel Vilchez, de la dirección de Geología Ambiental, para que efectúe una evaluación de los efectos en el Ambiente y los movimientos en masa que tuvieron como detonante el sismo del 25 de Setiembre. El presente informe contiene la información que se pudo obtener, así como los resultados de los trabajos de campo realizados en la zona afectada y los datos que se ha podido tomar, para obtener el grado de intensidad macrosísmica del INQUA.

### **3. DOMINIO TERRITORIAL EVALUADO**

Los trabajos de inspección de los efectos en el Medio Ambiente y de los movimientos en masa detonados por el sismo, se realizaron de 27 de Octubre al 01 de Noviembre del 2005, en las localidades donde se reportaron daños, como son Moyabamba, Lamas, Tarapoto y Rioja (Nueva Cajamarca).

Con la finalidad de tener una idea clara de la magnitud de los efectos causados en el Medio Ambiente, se realizaron las coordinaciones con los representantes de defensa Civil en la región , entre ellos se tiene al Ing. Walter Lozada - Director de la Dirección Regional de Defensa Civil San Martín, Ing. Luís Gonzáles – INDECI Moyabamba, Antonio Polo Aquino – Secretario Técnico de Defensa Civil de Nueva Cajamarca y el Sr. Severo Vásquez Alarcón – Secretario Técnico de Defensa Civil de Naranjos, quienes nos brindaron información de las zonas afectadas por el sismo.

Tomando la información obtenida de parte de estas autoridades los trabajos fueron dirigidos a inspeccionar canales de riego, vías de acceso, drenajes de río, así como también se hace mención de los daños causados en viviendas.



## 4. MARCO GEOGRÁFICO

### 4.1. GEOMORFOLOGÍA

El departamento de San Martín tiene una superficie de 51,253.31 Km<sup>2</sup>, de topografía muy variada, en la parte occidental está constituida por una zona montañosa de pendientes fuertes; en la parte central predominan los valles amplios conformado por terrazas escalonadas; una zona de bajas elevaciones, ubicada al sureste, de relieve accidentado donde sus cumbres no pasan los 3000 m de altura y en el sector oriental se encuentra la selva baja.

La zona de estudio se ubica según la morfoestructura regional, en la parte media de la Faja Subandina, con geformas modeladas sobre estructuras definidas durante el Neógeno y dentro de la cuenca hidrográfica del Huallaga central.

Las unidades geomorfológicas diferenciadas en el área de estudio según los boletines de la Serie A, N° 56, 94, 115 y 122 de la Carta Geológica Nacional de INGEMMET, son las siguientes:

**4.1.1 Montañas Longitudinales:** Estas vienen a constituir las mayores elevaciones, conformadas por franjas continuas de cerros alineados de orientación noroeste – sureste, cimas hasta de 2200 msnm, aunque normalmente se encuentran entre 600 a 1700 msnm. presentan un relieve irregular por la alternancia de rocas de diferente resistencia.

Estas unidades corresponden a estructuras anticlinales, anticlinales fallados en su flanco oriental y en ambos flancos, estas montañas dan lugar a la formación de valles encañonados como el del río Abiseo, el Paso del Tigre, y los pongos y rápidos de río Mayo, también en los flancos de estas montañas se ubican cataratas y caídas de agua como son las del Gera, Huincoyacu, la Huarpia, etc.

**4.1.2 Depresión del Alto Mayo:** Zona de baja altitud, de topografía subhorizontal, cubierta de depósitos cuaternarios fluviales y abundante vegetación, limitada por las cadenas longitudinales; cortado por el río Mayo en su tramo superior, el cual adopta un curso meandriforme al discurrir de noroeste a sueste por esta depresión. Sus altitudes oscilan entre los 1300 y 1450 msnm.

Esta depresión tiene un origen estructural, vinculado a la actuación de fallas longitudinales y transversales que originaron la elevación de las áreas adyacentes, al parecer corresponde a un sinclinatorio fallado, formado en el Neógeno Terminal.

**4.1.3 Ladera Montañosa:** Esta zona se caracteriza por presentar pendientes altas que conforman la parte baja de las altas montañas, marcan el paso transicional a las lomadas, su inclinación es hacia el valle longitudinal, en ella se desarrollan valle intramontañosos transversales de corto recorrido y flancos empinados, con perfiles en forma de "V".

**4.1.4 Colinas Alargadas:** Esta zona presenta altitudes entre los 400 y 800 msnm. por lo que se les considera transicionales, tienen un relieve accidentado con presencia de crestas agudas y simétricas originadas por la alternancia de areniscas y capas pelíticas menos resistentes; de inclinación moderada a fuerte que corresponde a pliegues resultantes de la deformación del Plioceno. Se puede observar en esta zona valles transversales y longitudinales cortos con perfiles variados, así como algunas colinas o cerros aislados.



**4.1.5 Colinas Disectadas:** Conformado por colinas disectadas irregularmente hacia los extremos norte y sur, mostrando una orientación noroeste – sureste en las elevaciones que se localizan hacia la parte central sur inmediata al río Chipurana.

**4.1.6 Lomadas:** Conformadas por elevaciones cortas, con superficies de formas suaves y onduladas de poca pendiente, se ubican en las partes bajas de los valles y están separadas por riachuelos cortos de curso sinuoso y cubierto de abundante vegetación.

**4.1.7 Llanura Aluvial:** Esta geoforma se encuentra principalmente en los valles de los ríos Huallaga, Sisa, Saposoa, Biabo, caracterizado por la sucesión de terrazas bajas incluyendo el lecho actual, periódicamente afectadas por inundaciones relacionadas a épocas de lluvia mientras que enfocas de estiaje constituyen islas fluviales, bancos de arena, agujiales, etc. Conformado por depósitos de gravas gruesas y finas, arenas y limos.

**4.1.8 Valles:** Estas geoformas son desarrollados por cursos de ríos que forman parte de la cuenca hidrográfica del río Huallaga. Son depresiones en el terreno de variada longitud y amplitud, según el estado de evolución en que se encuentra el río, donde las características de fondo y ladera esta controlado por la litología y estructura geológica.

Dentro de la unidad de valle, se destaca el valle del río Mayo, que se encuentra dentro de la zona de estudiada.

El río Mayo atraviesa la hoja de Moyabamba con rumbo general S 45° E, presenta inflexiones hacia el este y noreste, tiene rasgo de madurez y senectud, caracterizado por la presencia de depósitos aluviales y un curso sinuoso del río.

Sin embargo a partir de la desembocadura del Gera, el río adopta un trazo casi recto con flancos moderados y un lecho aluvial estrecho hasta La Libertad, ampliando su perfil hacia el sur, en donde el río toma un rumbo N 60° E cortando la cadena montañosa longitudinal, encontrándose encajonado en paredes rocosas hasta la localidad de Churusapa, desde allí hasta Maceda en el límite del cuadrángulo tiene un fondo de valle de 500 m de ancho, flanqueado por pendientes moderadas (Fig. 1).



*Fig. 1: Vista del valle del río Mayo donde se puede observar la geomorfología de la zona.*

**4.1.9 Monte Isla:** Se tienen dentro de esta geoforma el conocido Morro de Clazada (Fig. 2), de una altura aproximada de 1100 msnm., resalta por su forma y elevación dentro de llanura que lo rodea, constituido por areniscas cuarzosas del Grupo Oriente,



al pie presenta algunas lomadas de suave pendiente, resultantes de la erosión de la Formación Sarayaquillo que se encuentra en su base y de las acumulaciones del talud.



**Fig. 2:** Monte de Calzada, geoforma que resalta en la llanura de la localidad de Calzada.

## 4.2 CLIMA E HIDROGRAFÍA

Las temperaturas en el departamento de San Martín aumentan según descienden en altitud, en Moyobamba, ubicada a 860 msnm., la temperatura promedio anual es de 22,6° C; Tarapoto se encuentra a una altitud de 353 msnm. por su altura y las montañas que rodea la ciudad, tiene un clima más fresco que las otras ciudades principales de la amazonía peruana.

La temperatura promedio anual es de 26° C, un promedio diario es 29° C con una variación de 18° C hasta 34° C. Las temporadas secas son de Junio hasta Octubre y Diciembre hasta Febrero.

El eje hidrográfico del departamento de San Martín está formado por el curso medio del río Huallaga. La zona estudiada se encuentra dentro de los límites de las cuencas del río Huallaga y Mayo.

El río Huallaga se constituye en el drenaje principal de la zona, afluente del río Marañón, que pertenece al grupo de los grandes ríos del sistema hidrográfico del río Amazonas, su curso medio abarca casi toda la extensión del departamento de San Martín entre los 600 y 200 msnm.

El ancho del cauce del río Huallaga en la hoja de Juanjui va desde los 200 a 350 m, las crecidas se dan en los meses de Noviembre a Marzo, el estiaje de Abril a Octubre, con mínimas de Julio a Agosto. El curso medio del río Huallaga es navegable, los puertos más importantes son Bellavista, Juanjuí, Campanilla.

El río Mayo es el afluente mas importante del río Huallaga, su drenaje en general es de forma rectangular subparalelo, dentro del cuadrángulo de Moyobamba sigue una dirección noroeste – sureste, pasa por la ciudad de Moyobamba, continuando su recorrido hasta Tabalosos, y el caserío de Shanao, hasta unirse al río Huallaga en la hoja de Utcucarca. En su recorrido recibe el aporte de varios ríos y quebradas, dentro de los cuales destacan el río Gera y el río Cachiyacu.



### **4.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS**

Dentro de la zona estudiada se encuentran asentadas ciudades importantes como Moyabamba, Lamas, Rioja y Tarapoto.

La provincia de Moyobamba tiene una población proyectada para el 2002 de 106,033 habitantes, Lamas con 84,830 habitantes, Rioja de 92,222 habitantes y San Martín de 161,736 habitantes.

Las actividades agrícolas en la zona se encuentran desarrolladas, se realiza el cultivo de la palma aceitera, el arroz, el café, el frejol, el maíz, el algodón, el tabaco, frutos tropicales como el coco y el plátano, además se tienen un relativo desarrollo en el sector ganadero que se dedica a la crianza de vacunos y porcinos.

La producción forestal de madera todavía es importante a pesar que ha venido descendiendo en los últimos años, se realiza la extracción de madera del tipo tornillo y caoba.

La minería está supeditada a la extracción de materiales de construcción, como calizas usadas en la elaboración de cemento, arcillas, yeso y puzolana (PEISA-La República, Atlas departamental del Perú, 2003).

### **5. MARCO GEOLÓGICO**

En el área de estudio afloran rocas de origen sedimentario, emplazadas desde el Triásico hasta el Holoceno, constituidas por areniscas, lutitas, lodolitas, limonitas, limoarcillitas y calizas, en el cuadro N° 1 se presenta un resumen de las Formaciones Geológicas que afloran en la zona.

Estructuralmente los pliegues y fallas longitudinales se alternan con un rumbo comprendido entre N 20° O a N 45° O, también existen fallas transversales a la estructura general cuyo rumbo predominante es N 50° E a N 80° E, coincidiendo con una inflexión de estructuras y la presencia de algunos domos salinos.

Se distinguen dentro de los sistemas de fallas a la falla Campana, ubicado en el flanco oeste de las montañas Ayu Mayo, es una falla inversa de rumbo N 30° O, de 40 m de largo, para luego cambiar a un rumbo N 30° E en una distancia de 10 Km., la falla Bellavista-Agua Blanca-Soritor, de dirección N 20° O, 80 km de longitud, falla Aguano Muyuna de rumbo promedio de N 50° O, buzamiento moderado al SO y una longitud mayor de 100 Km; la falla Shapaja – Sauce se ubica al SE de Tarapoto, se le interpreta como una falla inversa de alto ángulo, rumbo N 40° O y 25 Km de longitud.

### **6. METODOLOGÍA**

La metodología seguida para la elaboración de este informe consta de 3 etapas, primero, se buscó los mapas e información bibliográfica (informes técnicos, cuadrángulos geológicos, etc.), con los cuales se tiene información básica de la zona, en segundo lugar se realizaron los trabajos de campo por espacio de 6 días en todas las zonas donde se efectuó en el ambiente ocasionados por el sismo, se llenaron las fichas de inventario de peligros geológicos y la ficha de INQUA para determinar la escala de intensidad macrosísmica, y en tercer lugar se realizó trabajos de gabinete para elaborar el informe final con la información bibliográfica y la información levantada en el campo.



**Cuadro N° 1: Unidades litológicas que afloran en el área estudiada. (Boletines N° 56, 94, 115 y 122 de la Serie A, Carta Geológica Nacional, INGEMMET)**

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA		DESCRIPCIÓN	
CENOZOICO	Neógeno	Holoceno	Depósitos fluviales		Gravas con matriz arenosa y arenas grises a pardo grisáceas y limos.	
			Depósitos aluviales		Arenas y limos gris a gris marrones, gravas.	
		Pleistoceno	Fm. Ucayali		Arenas limosas y conglomerados polimícticos, semiconsolidados lenticulares.	
		Plioceno	Fm. Ipururo		Areniscas líticas y subarcólicas, gris clarae a marrones de grano grueso a medio, interestratificada con lodolitas abigarradas a rojizas. Niveles de conglomerados y brechas.	
		Mioceno	Fm. Chambira		Lodolitas, abigarradas, predominantemente rojizas, interestratificadas con limolitas en estratos gruesos y niveles de areniscas rojas de grano fino. En la parte media lodolitas rojizas a gris verdosas y cremas con estratificaciones de areniscas limoarcillíticas a líticas, rojizas a púrpuras. se han encontrado niveles de yeso y anhidrita.	
	Paleógeno	Oligoceno	Fm. Pozo		Lodolitas abigarradas, interestratificadas con lutitas gris claras a marrones con niveles de carbón, areniscas tobaceas, limoarcillitas y calizas grises.	
		Paleoceno	Fm Yahuarango		Lodolitas, areniscas y limolitas, rojizas a púrpuras, con algunos niveles grises de grano grueso, subarcosicas, líticas y grauwas, niveles de yeso dentro de las areniscas.	
		Paleoceno				
	MESOZOICA	Cretáceo		Fm. Cashiyacu, Hushpayacu		Areniscas cuarzosas blancas macizas de grano fino, lodolitas, rojo púrpura y gris crema.
Fm. Vivian				Areniscas cuarzosas blancas, con lutitas y limolitas carbonosas a grises.		
Fm Chonta				Lutitas y lodolitas gris claras a oscuras, en la parte media superior limoarcillitas, margas y calizas gris claras a oscuras con algunos niveles gris verdosos		
Inferior			Grupo Oriente	Fm. Agua Caliente		Areniscas cuarzosas blancas grano grueso a fino, estratificación sesgada y ondulada, algunas estratificaciones de lutita gris oscura carbonosa, y niveles de limolitas amarillentas a púrpuras.
				Fm. Esperanza		Limoarcillitas gris verdosas y gris oscuras fisibles con interestratificaciones de caliza gris oscura fosilífera. Lutitas Carbonosas y areniscas glauconíticas.
				Fm. Cushabatay		Areniscas cuarzosas blancas de grano grueso a fino en estratos gruesos, estratificación sesgada y paralela, intercalada con lutitas y limolitas, y algunos estratos delgados de carbón. Se presentan niveles de areniscas conglomerádicas blanco amarillentas.
Jurásico		Superior	Fm. Sarayaquillo		Intercalación de lodolitas, limolitas y areniscas de grano fino, de color rojo. Niveles delgados de lutita hacia la base y areniscas hacia e tope. Conglomerados.	
		Inferior	Gpo. Pucará	Fm. Condorsinga		Calizas grises en capas delgadas ligeramente masivas beige a gris
				Fm. Aramachay		Calizas, limolitas grises con fosfato, intercalaciones de chert.
Medio		Fm. Chambará		Calizas compactas y masivas con intercalación de calizas nodulares.		
Triásico						



## 7. EFECTOS AMBIENTALES

Un movimiento sísmico puede producir daños y destrucción en el ambiente, manifestado por la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes y represamientos de ríos, los cuales por un posterior desembalse pueden generar flujos violentos.

Los efectos principales ocasionados al Ambiente en la zona afectada por el sismo del 25 de Setiembre del 2005, los podemos dividir en daños causado a viviendas, los efectos en el terreno y los movimientos en masa detonados por el sismo.

### 7.1 DAÑOS EN VIVIENDAS

Los efectos más severos causados por el sismo del 25 de Setiembre se observaron en la distrito de Lamas, por encontrarse mas cerca del epicentro debe de haber experimentado aceleraciones mayores, que originaron los daños en las viviendas, las cuales presentan una alta vulnerabilidad sísmica debido a sus características estructurales (Fig. 3).



*Fig 3: Estado en que quedaron las viviendas en la localidad de Lamas después del sismo del 25 de Setiembre del 2005.*

Según datos de Aguilar, Z. (Informe preliminar - El terremoto de Moyobamba del 25 de setiembre del 2005 elaborado por CISMID), se evaluaron unas 900 viviendas, en los barrios de Suchiche, La Palza y Calvario, los daños en viviendas no han tenido una distribución uniforme, lo que indica que deben existir efectos de sitio debido a las condiciones locales como son la topografía, tipo de roca y suelos, que condicionan la respuesta estructural de las viviendas.

Para la evaluación de los daños en las viviendas, el CISMID uso como parámetros la antigüedad, el uso, el tipo de edificación, el número de pisos, los tipos de daños estructurales (según la Escala de Intensidad Sísmica MSK), el porcentaje de daños observados, y la condición de vivienda habitada o deshabitada.

Los materiales utilizados en la construcción de las viviendas afectadas son de quincha, adobe, tapial y material Noble (ladrillos cementados con concreto), el 81% de las construcciones que evaluaron son de tapial, 19% de albañilería confinada, sin confinar y de bloques de concreto.

El nivel de los daños fue calificado de la manera siguiente: ligeros manifestado con fisuras y caída de pequeños trozos del revestimiento; moderados con fisuras en muros, caída de trozos grandes de revestimiento, caída de tejas, grietas y derrumbes parciales de en chimeneas; daños graves manifestado como grietas en muros y caída de chimeneas; destrucción presenta brechas en muros resistentes, derrumbes



parciales, pérdida de enlace entre las partes de la construcción, destrucción de tabiques y muros de cerramiento; y finalmente colapso de toda la construcción, (Aguilar, 2005)

Actualmente el distrito de Lamas se encuentra en etapa de limpieza y remoción de los escombros dejados por las viviendas colapsadas, también se les está adjudicando a los damnificados unos módulos de vivienda de madera con estructuras metálicas (Fig. 4).



**Fig. 4:** Vista de los módulos de vivienda entregados a los damnificados.

Así mismo se tiene conocimiento que en la localidad de Moyabamba específicamente en el barrio Yuyucucho, calle dos de Mayo, a consecuencia del sismo se produjo el colapso de unas 34 viviendas, las cuales muchas de ellas ya se encontraban dañadas por los efectos sufridos en los sismos de los años 1990 y 1991, estas viviendas, también han sido desocupadas y en muchos de los casos demolidas para evitar que las sus habitantes vuelvan a hacer uso de ellas, al encontrarse en estado crítico y por colapsar (Fig. 5).



**Fig. 5:** Vista de una vivienda destruida por el sismo en la localidad de Moyabamba.

El Cuadro N° 2 presenta a continuación un resumen de los daños causados por el sismo del 25 de Setiembre del 2005, tomado del Comité Regional de Defensa Civil – Secretaría Técnica de la Región San Martín.



**Cuadro N° 2: Reporte de daños ocasionados por el sismo del 25 de Setiembre del 2005.**

INFORMACION GENERAL		DAÑOS A LA VIDA Y LA SALUD		DAÑOS MATERIALES							
		DAMNIFICADAS		VIVIENDAS		CENTROS EDUCATIVOS		INFRAESTRUCTURA DE SALUD		LOCALES PÚBLICOS	
REGIÓN	PROVINCIA	familias	Personas	Destruídas y/o Inhabitables	Afectadas	Destruídas y/o Inhabitables	Afectadas	Destruídas y/o Inhabitables	Afectadas	Destruídas y/o Inhabitables	Afectadas
SAN MARTÍN	RIOJA	144	720	144	427	4	11	0	5	1	5
	MOYOBAMBA	59	295	59	102	0	1	0	0	0	1
	EL DORADO	35	175	35	99	1	0	0	3	0	0
	LAMAS	564	2820	564	115	9	7	3	4	0	5
	SAN MARTIN	47	235	47	7	6	5	1	5	0	0
	PICOTA	26	130	26	0	4	0	1	3	0	0
	BELLAVISTA	4	20	4	4	0	0	0	2	1	0
	HUALLAGA	12	60	12	0	3	2	0	2	0	0
	MARISCAL CACERES	1	5	1	4	2	0	1	1	0	0
	TOCACHE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL REGION SAN MARTIN</b>		<b>892</b>	<b>4460</b>	<b>892</b>	<b>758</b>	<b>29</b>	<b>26</b>	<b>6</b>	<b>25</b>	<b>2</b>	<b>11</b>

(Fuente: Comité Regional de Defensa Civil San Martín - Secretaría Técnica)

## 7.2 EFECTOS EN EL TERRENO

Los principales efectos observados en el terreno en la zona afectada por el sismo son: licuación de suelos, agrietamientos y asentamientos del terreno.

Los materiales que presentan el fenómeno de licuación son los suelos granulares (gravas y arenas bien graduadas, arenas finas y arenas limosas), que tengan una distribución de partículas uniforme y con cierta cantidad o contenido de materiales finos como limos o arcillas, estos se localizan en suelos arenosos a orillas de ríos, playas, donde el suelo esta saturado.

Entre las condiciones necesarias que se deben reunir para que los suelos granulares experimenten el fenómeno de licuación se encuentran: las distribuciones granulométricas de sus partículas, la baja densidad de los materiales, su ubicación bajo el nivel freático (suelos saturados) y principalmente, estar sometidas a la acción de fuerzas dinámicas como las que generan los sismos.

Una característica muy importante que indica la ocurrencia de licuación de suelos es la expulsión de una mezcla agua-suelo a través de pequeños volcancitos o grietas que se forman en la superficie del terreno. El fenómeno de licuación de suelos tiene un potencial destructivo muy alto, causando daños severos en obras de ingeniería, infraestructura y viviendas.



## 7.2.1 MOYOBAMBA – SECTOR SHANGO Y AZUNGUE

La ciudad de Moyabamba se ubica en una altiplanicie, los daños por licuación de suelos se presenta en las zonas mas bajas de la ciudad, específicamente en los alrededores de la ciudad de Moyabamba, durante los terremotos de 1945 (Silgado, 1978), 1968 (Martínez, 1968), 1990 y 1991 (Lara, 1992), se tiene información de la ocurrencia de licuación de suelos en los sectores de Tahuishco, Azungue y Shango, debido a las características geotécnicas de los suelos que subyacen dichos lugares y la acción sísmica, en donde se produjo desplazamientos laterales, asentamientos, grandes grietas, erupciones de arena, etc.

La ciudad de Moyobamba se asienta sobre depósitos residuales del Neógeno, compuestos por sedimentos arcillosos de poco espesor en la superficie, suprayaciendo a potentes estratos de arena. Las partes bajas que rodean la ciudad, en las cuales se ubican los sectores de Tahuishco, Azungue y Shango, están compuestas de depósitos de arenas, areno-limosos y areno-arcillosos en estado suelto, con valores de resistencia a la penetración menores de 10 superficialmente, intercalados con pequeños lentes de material fino y turba, con alto nivel freático, condiciones las cuales las hacen potencialmente licuables, (Parra, D. et al, 1992).

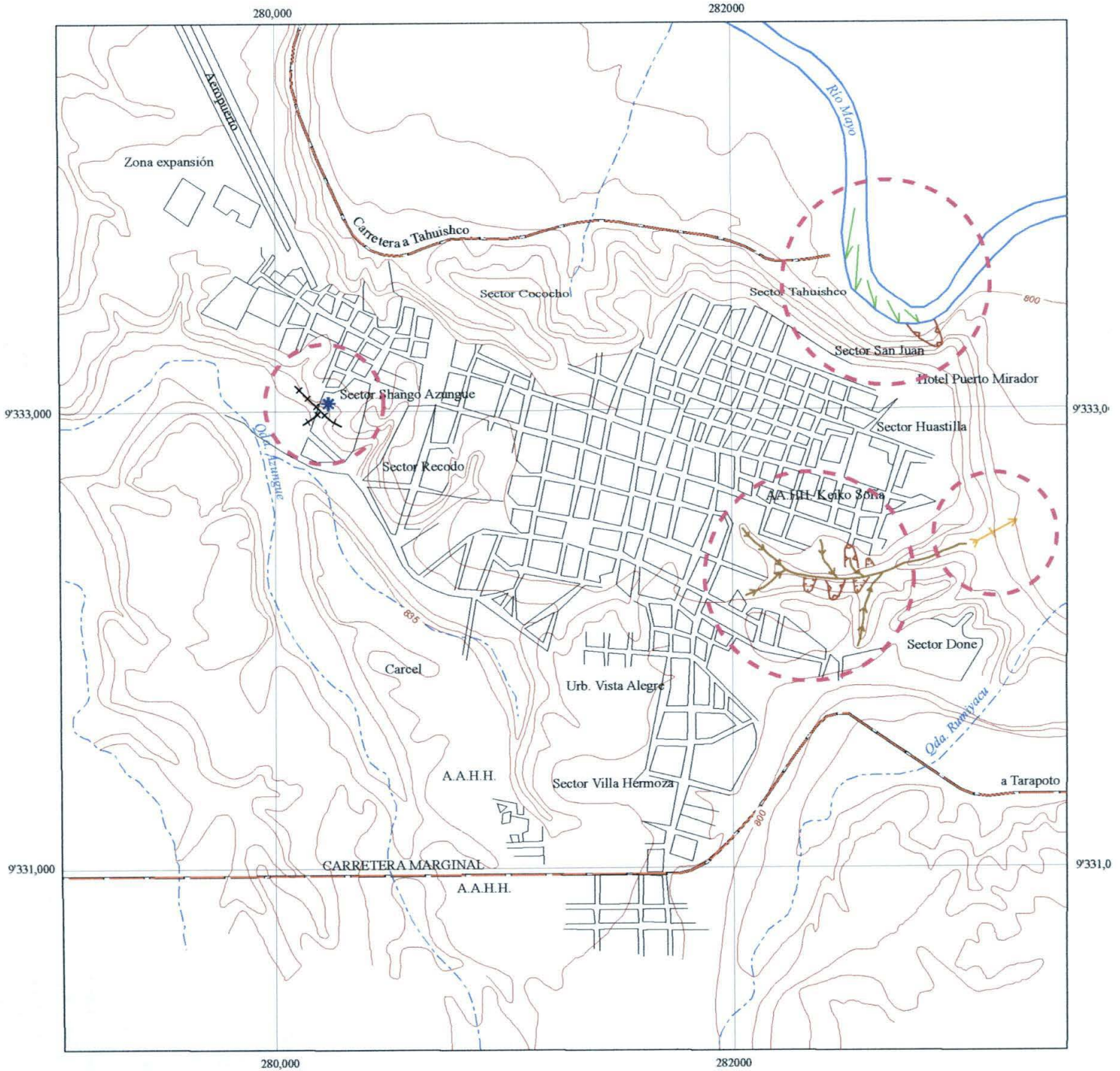
Esta vez, con el sismo del 25 de Setiembre, se volvieron a presentar los fenómenos de licuación de suelos en los sectores de Azungue y Shango (280199 E, 9333092 N, 855 m.s.n.m.), los cuales no causaron tanto daño como los producidos en los años 1990 y 1991, este se manifestó con la formación de agrietamientos en el terreno de más de 200 m de longitud, separaciones de alrededor de 0.08 a 0.20 m, saltos en el terreno del orden de los 0,05 a 0,10 m y un rumbo general de N 310° (Gráfico N° 2), las cuales cruzan por la parte media de las viviendas (Fig. 6, 7, 8, 9 y 10).



**Fig. 6:** Formación de agrietamientos en el terreno que cruza por el medio de las viviendas en el sector de Shango.

**Fig 7:** Detalle de los agrietamientos producidos en el suelo, donde se puede apreciar el tamaño de las aberturas.





**SÍMBOLOS**

- |  |                      |  |                    |
|--|----------------------|--|--------------------|
|  | Derrumbe             |  | Río                |
|  | Deslizamiento activo |  | Quebrada           |
|  | Erosion de ladera    |  | Curvas de nivel    |
|  | Erosion fluvial      |  | Carretera          |
|  | Flujo                |  | Manzanas           |
|  | Grietas              |  | Zona inspeccionada |
|  | Volcán de arena      |  |                    |



SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO



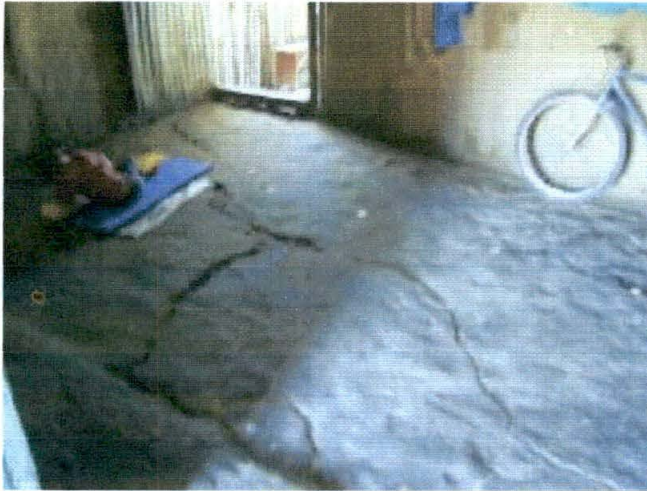
Mapa de Peligros Geológicos y Zonas Afectadas por el Sismo  
en la localidad de Moyobamba

Escala 1:25 000

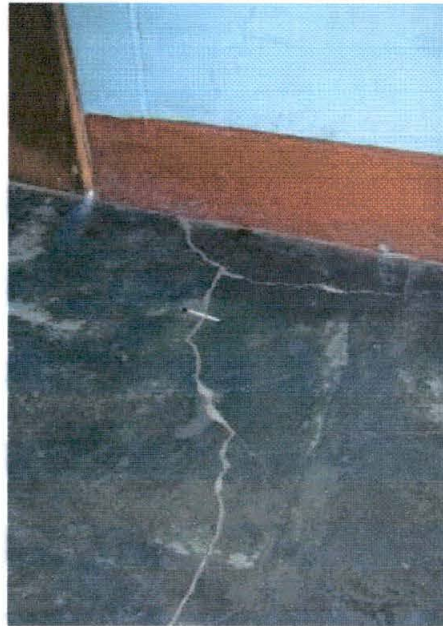


Gráfico N° 2





**Fig. 8 y 9:** Agrietamientos dentro de las viviendas que afectaron el terreno y pisos de concreto.



**Fig. 10:** Otra vista de detalle de las aberturas de los agrietamientos que se produjeron en las calles del sector de Shango.

También se produjeron expulsiones de agua mezclada con arena de color amarillento con olor a azufre y la formación de pequeños volcanes de arena, de 1,0 m de diámetro aproximadamente producto de la licuación de suelos (Fig. 11).



**Fig. 11:** Formación de volcanes de arena en el sector de Shango y Azungue (foto CISMID, 2005).



## 7.2.2 TARAPOTO – SECTOR DOS DE MAYO

El sector Dos de Mayo (366033 E, 9258146 N, 610 msnm.), se ubica al lado este de la Laguna Sauce (Laguna Azul), en el distrito de Sauce, provincia de Tarapoto, departamento de San Martín (Gráfico N° 3), se funda sobre depósitos aluviales del cuaternario conformado por arenas y limos, muy saturados; en el substrato se encuentra rocas de edad Cretáceo inferior de la Formación Chonta, constituido por lutitas y lodolitas gris claras a oscuras, en la parte media superior limoarcillitas, margas y calizas gris claras a oscuras con algunos niveles gris verdosos y por debajo de esta la Formación Agua Caliente, constituida por areniscas cuarzosas blancas grano grueso a fino, estratificación sesgada y ondulada, algunas estratificaciones de lutita gris oscura carbonosa, y niveles de limolitas amarillentas a púrpuras.

En este sector se pudo observar que el sismo causó agrietamientos en el terreno, con longitudes de hasta 300 m, aberturas del orden de 0.20 a 0.40 m, paralelas a la orilla de la laguna Sauce y la quebrada Pucayacu (Fig 12 y 13).



*Fig. 12: Grietas formadas en el terreno que llegan a tener aberturas de 20 cm.*



*Fig. 13: Detalle de los agrietamientos de la vista anterior.*

Se encontró evidencias de la formación de volcanes de arena de 1 m de diámetro en promedio, producto de la licuación de suelos, los cuales ya han sido prácticamente borrados del terreno por efectos de las fuertes precipitaciones en la zona, estos volcanes de arena han dejado un remanente de arena, muy saturada de color rojizo.

Se tiene conocimiento por relatos de habitantes del área afectada, que en esta zona también se produjo expulsiones de agua y arena cerca de las viviendas que llegaron a superar los 4 m de altura, así como también una vivienda construida de madera sufrió asentamientos en uno de sus extremos (Fig. 14 y 15).





**Fig. 14:** Zona donde se formaron los volcanes de arena de 1 m de diámetro.



**Fig. 15:** Vivienda inclinada por efectos del sismo, zona donde se produjo la expulsión de agua que alcanzó hasta 4 m de altura.

Otro fenómeno observado en este sector es el asentamiento de terrenos, como el ocurrido en la margen izquierda de la quebrada Pucayacu en su desembocadura con la laguna Sauce, donde existía una playa de arena usada por los turistas que visitan la zona para bañarse, esta playa después del sismo sufrió un asentamiento no muy profundo del orden de los 0,10 m, ya que es posible ver la zona arenosa hundida de color rojiza cuando uno se acerca a la orilla de la laguna (Fig. 16).

El movimiento sísmico también originó la ruptura de un muelle de madera en tres bloques, el cual actualmente viene siendo reparado, causó además fuerte oleaje en la laguna Sauce (Fig. 17).



**Fig. 16:** Se señala con rojo la zona de playa en la laguna Sauce, hundida por efectos del sismo del 25 de Setiembre del 2005.

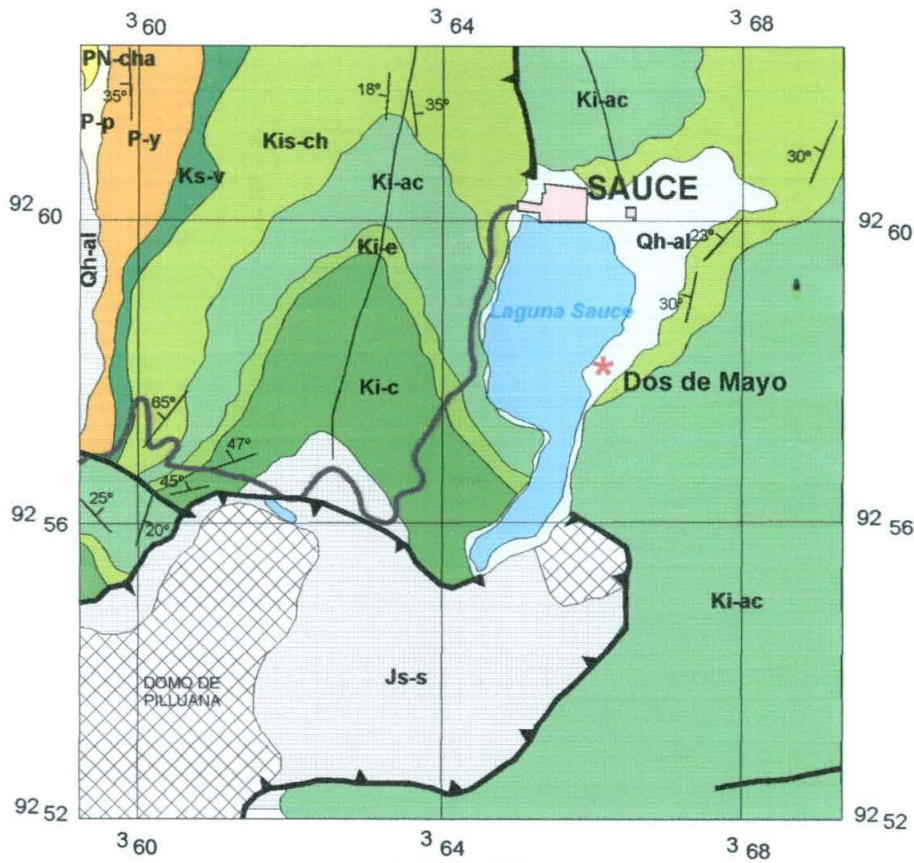


**Fig. 17:** Muelle de la laguna Sauce el cual fue roto en tres bloques durante el sismo del 25 de Setiembre del 2005.

### 7.2.3 AGUAS CLARAS - CAMBIO EN VERTIENTES

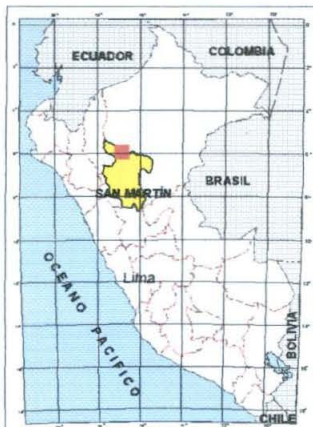
El sector de Aguas Claras (214782 E, 9366844 N, 917 msnm.), se encuentra ubicado en el distrito de Pardo Miguel-Naranjos, provincia de Rioja, departamento de San Martín, el poblado se funda sobre depósitos cuaternarios aluviales conformado por arenas, limos y gravas, que cubren rocas calcáreas con procesos cársticos del grupo Pucará (Jurásico Inferior).





**Leyenda**

	Zona de Estudio		Qh-al	Depositos Aluviales
	Poblado		PN-cha	Fm. Chambira
	Carretera Afirmada		P-p	Fm. Pozo
	Laguna		P-y	Fm. Yahuarango
	Domo Salino		Ks-v	Fm. Vivian
	Falla Inversa de Alto Angulo		Kis-ch	Fm. Chonta
	Fala Normal		Ki-ac	Fm. Agua Caliente
	Eje de Anticlinal		Ki-e	Fm. Esperanza
	Rumbo y Buzamiento de Estratos		Ki-c	Fm. Cushabatay
	Zona con volcanes de arena y agrietamientos		Js-s	Fm. Sarayaquillo



ESCALA 1:100,000

INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

**INGEMMET**

DIRECCION DE GEOLOGÍA AMBIENTAL

PLANO DE UBICACIÓN DEL  
DISTRITO DE SAUCE



Después del sismo del 5 de Setiembre del 2005, se reporto en la localidad de Aguas Claras, la desaparición del caudal de la quebrada Aguas Claras, tributario del río Mayo por su margen derecha (Fig. 18), después de unas 2 horas de producido el sismo. Causando alarma en los pobladores de la zona, ya que pensaban que estas aguas podían aflorar por otros sectores y afectaría sus viviendas.



**Fig. 18:** Vista aguas arriba de la quebrada aguas claras en donde se produjo la perdida de caudal de la quebrada.

De la inspección realizada en la zona, se observo que la quebrada Aguas Claras discurre netamente por terrenos conformados por rocas calcáreas, los aportes de agua que recibe son de origen pluvial, que cae en las partes altas de su microcuenca, son concentrados por escorrentía superficial y discurren hacia la quebrada principal, combinado con caudales provenientes desde afloramientos de agua subterránea que brota por margen derecha de la quebrada en dos puntos, estos dos tipos de aguas presentan diferente coloración lo cual se aprecia en la zona donde se produce el contacto entre ambas, ubicado a unos 500 m del poblado de Aguas Claras (Fig. 19, 20 y 21).



**Fig. 19:** Zona donde se encuentran las aguas de escorrentía superficial y de afloramiento subterráneo en la quebrada Aguas claras.



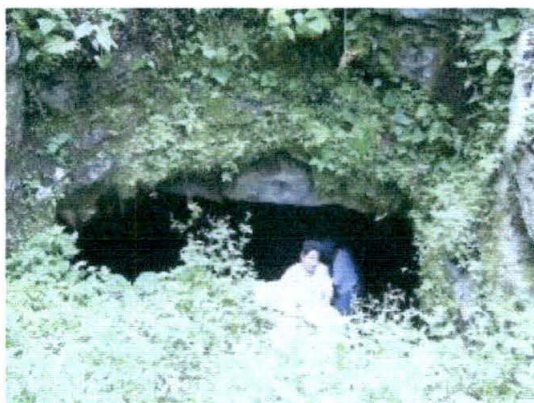
**Fig. 20 y 21:** Vista de las dos zonas donde se producen afloramientos de agua subterráneas, en la quebrada Aguas Claras.



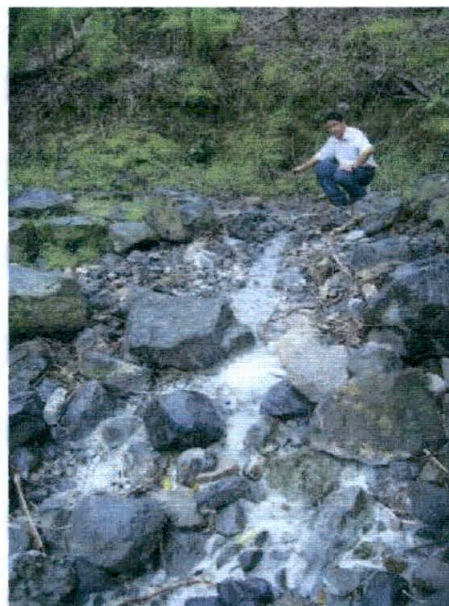
Estas aguas subterráneas que afloran en la quebrada Aguas Claras, aprovechan fracturas y las cavidades cársticas que se han formado en las calizas, una parte de las aguas pluviales precipitadas en la partes altas de las colinas, se infiltra y aprovecha la disposición de las capas del sinclinal conformado por las formaciones que componen el Grupo Pucara, las cuales buzcan hacia el NE, rumbo general de la quebrada, y al estar el poblado de Aguas Claras en la parte baja se producen cerca de allí los afloramientos de agua subterránea.

A una distancia de 1 Km de los afloramientos de agua subterránea y a una mayor altitud, se puede evidenciar la carsticidad de la zona, ya que es posible apreciar una caverna de regulares dimensiones llamada la caverna de las Amazonas (214365 E, 9365960 N, 911 msnm.), en cuyo interior se aprecian formaciones de origen cárstico como la estalactitas, estalagmitas y columnas (Fig. 22).

También se pudo observar que a unos 3 m de distancia del río Mayo en la margen derecha, existe un afloramiento de aguas sulfurosas de color blanquecino que cubre las rocas con un residuo de color blanco y además despide un olor muy penetrante a huevos podridos, esto ocurre naturalmente en el petróleo crudo, gas natural, gases volcánicos y manantiales de aguas termales, siendo este último su posible origen (Fig. 23).



**Fig. 22:** Formaciones cársticas en las caliza del Grupo Pucara, caverna de Las Amazonas.



**Fig. 23:** Afloramientos de aguas sulfurosas, cerca del cauce del río Mayo.

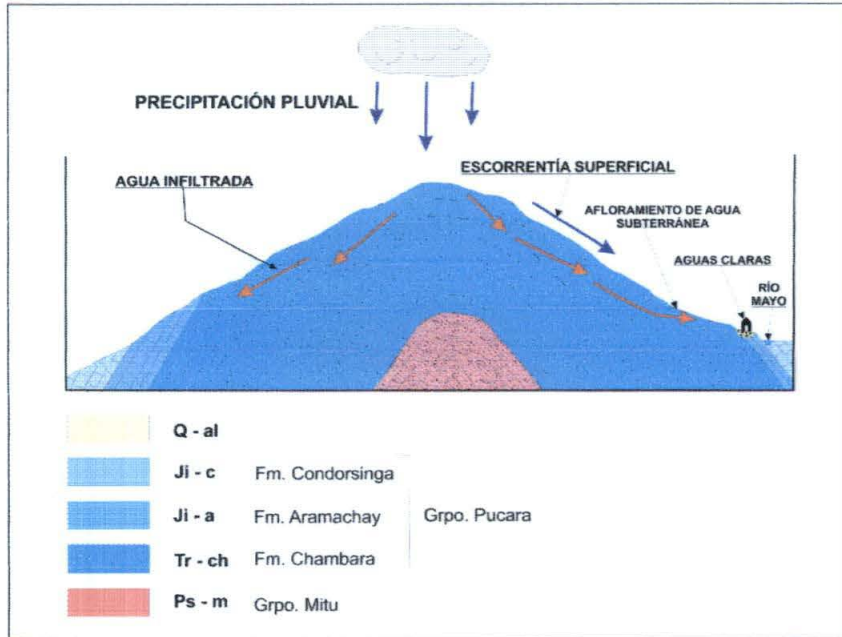
De lo observado en la zona no se descarta tampoco la existencia de otras zonas donde se produzcan estos afloramientos de agua subterránea, ya que al estar cubierto por una vegetación muy densa hace difícil su observación.

La desaparición del flujo de agua de la quebrada Aguas Claras puede ser interpretada como producto de derrumbes ocurridos dentro de la cámara cárstica luego de ocurrido el sismo del 25 de Setiembre, que ocasionan obstrucción de los flujos o los desvían hacia otros sectores, pero que no son muy duraderos ya que después de un tiempo el agua subterránea vuelve a fluir hacia la quebrada luego de limpiar sus conductos, como sucede actualmente.

Se debe de tener en cuenta que quizás estas pérdidas de flujo de agua no estén relacionados a derrumbes en las cámaras cársticas detonados solo por sismos, sino que pueden ocurrir por los propios procesos cárstificación, ya que esta sería la tercera vez que el flujo de agua subterránea desaparecen, según versiones de los pobladores



de la zona, y las dos veces anteriores no estaban asociadas a la ocurrencia de sismos; además la desaparición de las aguas de la quebrada no sería total ya que los aportes que recibe no son solo de aguas subterráneas, sino también de escorrentía superficial.



**Grafico N° 4:** Esquema de circulación hidrológica, en la quebrada Aguas Claras.

### 7.3 MOVIMIENTOS EN MASA DETONADOS POR EL SISMO

Los movimientos en masa que tuvieron como detonante el sismo no fueron muchos, ya que solo se pudo encontrar durante los trabajos de campo tres zonas donde se produjeron derrumbes en taludes de corte, que afectaron canales de riego y carreteras. A continuación se hace una descripción de estas zonas.

#### 7.3.1 DERRUMBES CARRETERA PUERTO LÓPEZ – SAUCE

Carretera hacia el distrito de Sauce (360385 E, 9256778 N, 524 msnm. y 360691 E, 9256702, 536 msnm.). En estos dos sectores se produjeron derrumbes que afectaron la carretera que da acceso hacia el distrito de Sauce, los cuales ya fueron limpiados, pero que causaron la interrupción del tránsito de vehículos por unas horas (Fig. 24).



**Fig. 24:** Vista panorámica de la carretera de acceso al distrito de Sauce donde se puede apreciar las dos zonas afectadas por derrumbes.



El primer sector afectado se ubica en el Km 7+920 de la carretera Puerto López-Sauce, las dimensiones del derrumbe fueron de 60 m de longitud x 20 m de alto, comprometió el talud rocoso fracturado conformado por areniscas cuarzosas de grano grueso a fino y niveles de limolitas, el tipo de rotura fue planar y mixta, de forma irregular y continua, hay la presencia de bloques aislados, se formaron canchales al pie del talud superior de carretera, los bloques caídos tienen tamaños caídos de 0,50 m, movilizó aproximadamente unos 120 m<sup>3</sup> de material, los cuales afectaron unos 60 m de carretera por tramos. Los derrumbes también se sucedieron en el talud inferior de carretera. (Fig. 25).



**Fig. 25:** Zona de derrumbe en el Km 7+900 de la carretera de acceso al distrito de Sauce.

El segundo sector afectado se encuentra en el Km 8+400 de la carretera Puerto López – Sauce, las dimensiones del derrumbe fueron de 40 m de longitud x 30 m de altura, comprometió el talud rocoso fracturado conformado por areniscas cuarzosas de grano grueso, tipo de rotura planar y por vuelco, formación de canchales al pie del talud superior de carretera, bloques de tamaños de 1 m, movilizó unos 300 m<sup>3</sup> de material, el cual interrumpió un tramo de 40 m de carretera. Los derrumbes también se produjeron en el talud inferior de carretera (Fig. 26).



**Fig. 26:** Zona de derrumbe en el Km 8+400 de la carretera de acceso al distrito de Sauce.

### 7.3.2 TARAPOTO - CANAL SHILCAYO

Canal Shilcayo (350195 E, 9281314 N, 296 msnm). Tramo de 250 m aproximadamente del canal cubierto, de sección trapezoidal de 1 m de ancho y 120 m de alto, el cual recorre por debajo de una escuela y campo deportivo, después del



sismo del 25 de setiembre se produjo un derrumbe dentro de la sección cubierta del canal de riego, que fue causa de aniegos, al no poder discurrir el agua normalmente por el canal (Fig. 27).

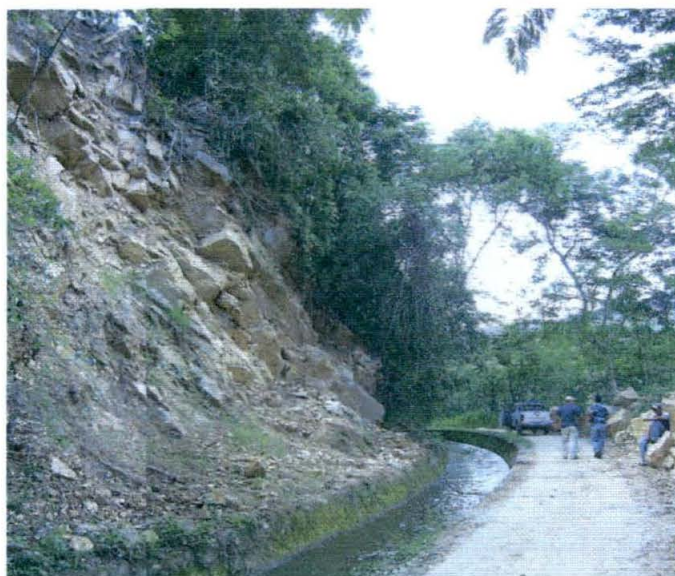


*Fig. 27: Canal Shilcayo, afectado por derrumbes en su tramo su cubierto.*

### 7.3.3 TARAPOTO – CANAL CUMBAZA

Canal Cumbaza (347973 E, 9284856 N, 296 msnm. al 347155 E, 9285750 N, 317 msnm). En un tramo de 1100 m de canal de sección trapezoidal, se produjeron derrumbes y agrietamientos en el revestimiento de concreto del canal.

En el sector (347973 E, 9284856 N, 296 msnm.) se produjo un derrumbe desde el talud superior del corte realizado en la ladera para realizar el trazo del canal y la carretera, las dimensiones del derrumbe son de 15 m de alto x 14 m de longitud, en areniscas cuarzosas, los bloques caídos con tamaños del orden de los 3 m de longitud, rompieron el revestimiento de concreto del lado izquierdo del canal, así como el material caído al canal bloqueo el flujo de agua, el material caído se estima en unos 50 m<sup>3</sup> (Fig. 28 y 29).



*Fig. 28: Tramo del canal Cumbaza afectado por un derrumbe detonado por el sismo del 25 de Setiembre del 2005.*

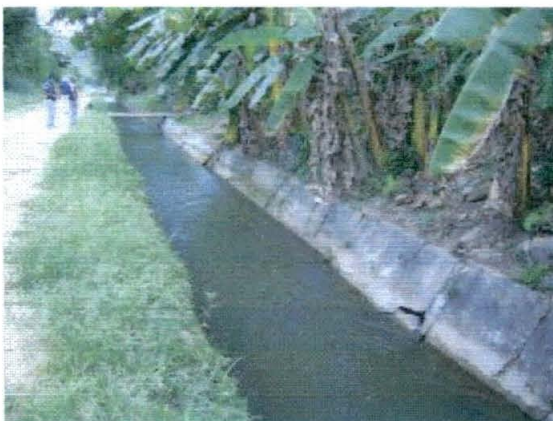




**Fig. 29:** *Tamaño de los bloques caídos hacia el canal Cumbaza, llegan a tener 3 m de longitud.*

En el sector (347620 E, 9285312 N, 304 msnm.) se observa el revestimiento de concreto del canal reventado, formación de agrietas causadas por el empuje lateral de la roca de tipo areniscas (Fig. 30).

Sector (347263 E, 9285722 N, 317 msnm.), también es posible ver los efectos del empuje lateral de la roca sobre el canal, se han formado grietas y desplazamientos en el revestimiento de concreto del canal (Fig. 31).



**Fig. 30:** *Tramo de canal Cumbaza con agrietamientos en el revestimiento de concreto*



**Fig. 31:** *Otro tramo del canal Cumbaza con agrietamientos y empuje lateral en el revestimiento de concreto.*

Sector desarenador del canal Cumbaza (347155 E, 9285750 N, 317,5 msnm.), se han producido grietas en el revestimiento de concreto del canal, de 0,05 m de abertura, así como empuje lateral a los lados del canal (Fig. 32).





*Fig. 32: Desarenador del canal Cumbaza con agrietamientos en su estructura de concreto.*

#### **7.4 ESCALA DE INTENSIDAD MACROSISMICA INQUA**

Dentro de los trabajos de campo también se contemplo realizar el llenado de la ficha de escala de intensidad macrosismica INQUA (Internacional Unión for Quaternary Research), la cual se encuentra actualmente en proceso de revisión y definición, la versión final de la escala será introducida al INQUA en Julio del 2007.

Esta escala de intensidad macrosismica INQUA, utiliza como parámetros de medición de la intensidad, los efectos producidos por un movimiento sísmico en el Medio Ambiente, tiene definidos 12 grados de intensidad, los cuales a su vez agrupan un número de características para cada uno, para ver el detalle de cada uno de los grados de intensidad ver el anexo 1.

Se realizo el respectivo llenado de la ficha en las localidades de Moyabamba, Tarapoto, Lamas, Sauce, Soritor, Nueva Cajamarca y Naranjos, de los cuales nos da como resultado una intensidad para el sismo del 25 de Setiembre del 2005, según los efectos causados sobre el Ambiente en estas localidades, una variación de grado V a VII, (ver anexo 2).

A su vez también se realizó una comparación de la intensidad macrosismica INQUA obtenida de nuestras observaciones, que como ya se dijo se vale de los efectos causados por los sismo en el Ambiente para obtener el grado de intensidad, vs la intensidad MM (Modificada de Mercalli) obtenida por el IGP (Instituto Geofísico del Perú), en donde esta intensidad es una medida de la fuerza de la sacudida en un lugar y se evalúa en base a observaciones de los efectos sobre personas, edificios y el terreno, esta escala también consta de 12 grados (Cuadro N° 3).

De esta comparación se tiene como conclusión, que para las dos escalas de medida de intensidad de sismos, los valores del grado de intensidad para el sismo del 25 de Setiembre del 2005 son casi iguales para las localidades inspeccionadas (Gráfico N° 5).

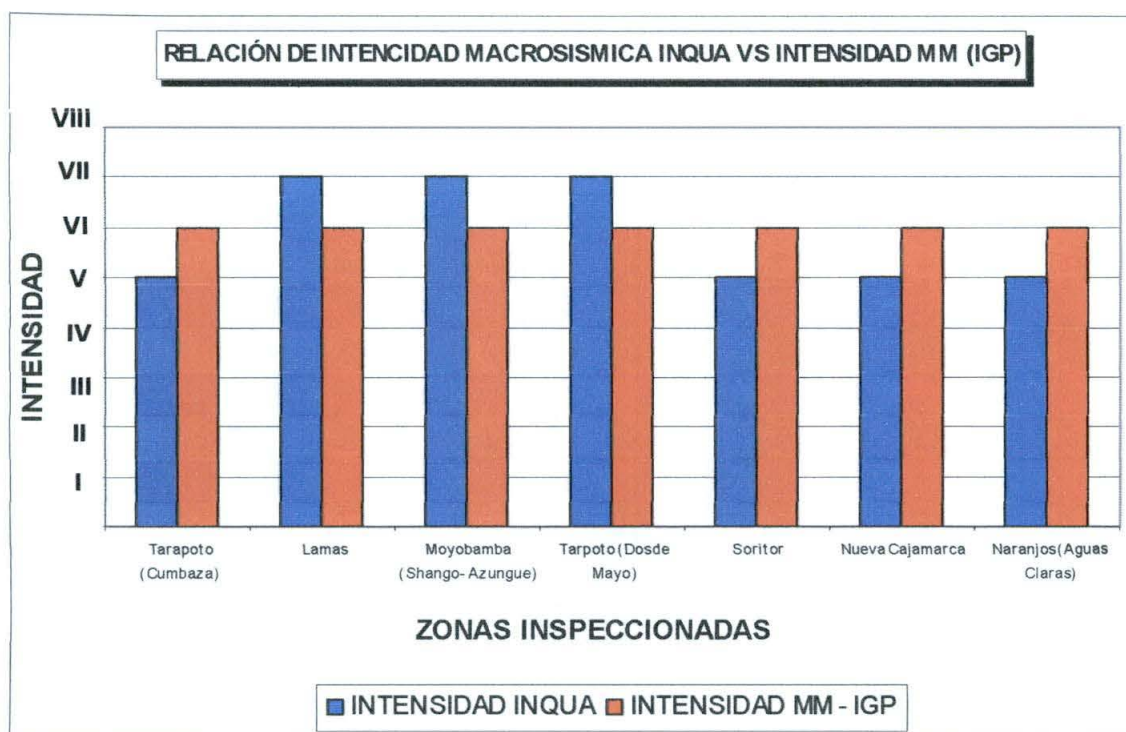


Se puede decir además, que los efectos causados por un sismo sobre el Ambiente pueden ser utilizados para obtener el grado de intensidad de un movimiento sísmico.

El grafico N° 6 presenta el mapa de la zona inspeccionada con sus respectivas intensidades INQUA obtenidas.

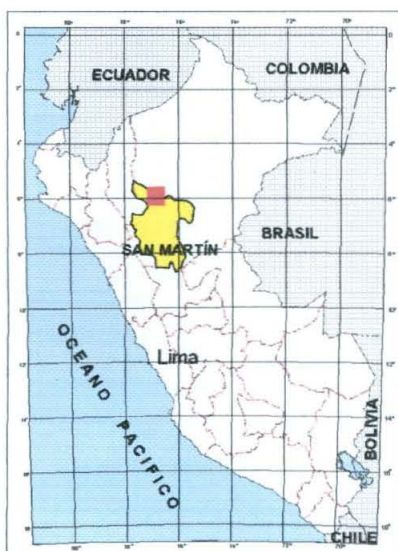
**CUADRO N° 3: INTENSIDAD MACROSISMICA INQUA VS INTENSIDAD MM OBTENIDA POR EL IGP (INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ), PARA EL SISMO DE LAMAS DEL 25 DE SETIEMBRE DEL 2005**

Nº	ZONA	LATITUD	LONGITUD	INTENSIDAD INQUA	INTENSIDAD MM - IGP
1	Tarapoto (Cumbaza)	9284856	347973	V	V - VI
2	Lamas	9290106	332289	VII	VI
3	Moyobamba (Shango-Azungue)	9333092	28019	VII	V - VI
4	Tarpoto (Dos de Mayo)	9258146	366033	VII	V - VI
5	Soritor	9321000	267000	V	V - VI
6	Nueva Cajamarca	9342800	245500	V	V - VI
7	Naranjos (Aguas Claras)	9367500	215200	V	V - VI



**Gráfico N° 5: Intensidad Macrosismica INQUA vs Intensidad MM.**





**LEYENDA**

- ZONA DE ESTUDIO
- ⚡ CAPITAL DE DEPARTAMENTO
- CAPITAL DE PROVINCIA
- CENTRO POBLADO
- - - LIMITE DEPARTAMENTAL
- ~ RIO - QUEBRADA
- CARRETERA ASFALTADA
- CARRETERA AFIRMADA
- V - VI INTENSIDAD INQUA

INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

**INGEMMET**

DIRECCION DE GEOLOGIA AMBIENTAL

MAPA DE INTENSIDADES INQUA  
DE LAS LOCALIDADES VISITADAS



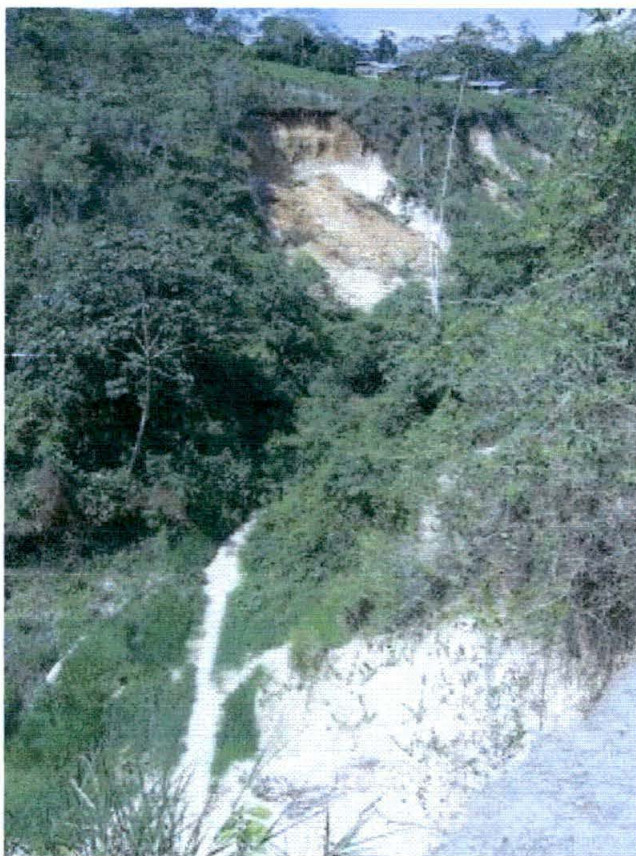
## 7.5 INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA

Conforme se realizaron los trabajos de evaluación de los daños y los movimientos en masa detonados por el sismo, también se realizó el inventario de los movimientos en masa ocurridos en la localidad de Moyabamba y en el tramo de carretera Moyabamba – Tarapoto, de los cuales se describen a continuación los más saltantes.

### 7.5.1 Sector Tumino Barranco - AA.HH Keyko Sofía

El AA.HH Keyko Sofía (282479 E, 9332404 N, 878 msnm), se ubica en la provincia y distrito de Moyabamba, departamento de San Martín.

Las viviendas en esta zona se encuentran asentadas muy cerca de la margen izquierda de una quebrada, a escasos 5 m del borde. La quebrada es el resultado del socavamiento del substrato rocoso, conformado por areniscas blancas, de grano grueso a medio, interestratificadas con lodolitas, actualmente se producen derrumbes y deslizamientos en ambas márgenes de la quebrada, las cuales aportan materiales finos, que son posteriormente acarreados a manera de flujos (Fig. 33).



*Fig. 33: Quebrada en el sector Tumino – Barranco, donde se ubica a la margen derecha el AA.HH Keyko Sofía.*

La quebrada tiene un avance retrogresivo por medio de derrumbes y deslizamientos, los cuales son acelerados por el vertimiento de aguas de desagüe de viviendas y por el drenaje de aguas pluviales, las cuales socavan y forman cárcavas, con derrumbes hacia su cara libre, hasta la fecha una vivienda construida de quincha ha sido afectada, ya que el terreno en el cual se ubicaba se perdió por los derrumbes.

Los derrumbes y deslizamientos llegan a tener dimensiones de 30 m de alto x 40 de longitud, producen la pérdida de terrenos, cobertura vegetal y viviendas (Fig. 34).





**Fig. 34:** Detalle de un deslizamiento en la margen izquierda de la quebrada, que aporta materiales sueltos, los cuales son acarreados posteriormente como flujos.

### 7.5.2 Sector Hotel Puerto Mirador

El hotel Puerto Mirador (282870 E, 9333214 N, 868 msnm.) se encuentra ubicado en la provincia y distrito de Moyobamba, departamento de San Martín, en la margen derecha del río Mayo sobre la planicie elevada donde encuentra asentada la ciudad de Moyabamba, el substrato rocoso esta conformado por areniscas, interestratificada con lodolitas abigarradas a rojizas.

En este sector se viene produciendo un deslizamiento de escarpa única, de dimensiones 90 m de ancho, desnivel entre escarpa y pie de unos 40 m, salto principal de 6 m, produce asentamientos en el terreno que comprometen la seguridad física de la zona recreativa del hotel, las instalaciones principales del hotel están ubicadas a unos 70 m de la corona del deslizamiento (Fig. 35).



**Fig. 35:** Vista hacia el SE desde la margen derecha del río Mayo donde se puede observar el deslizamiento que afecta el la infraestructura del Hotel Puerto Mirador.



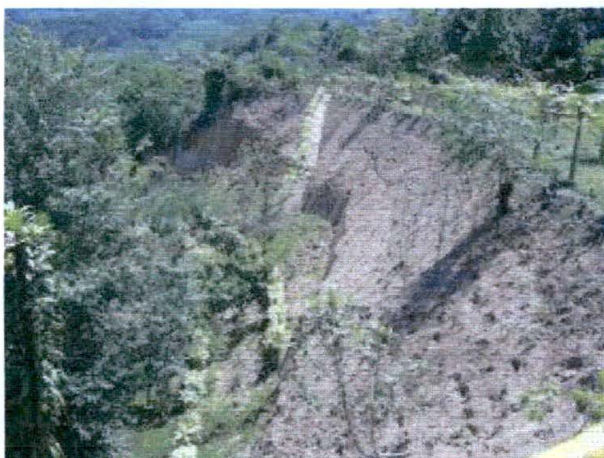
Se observan agrietamientos longitudinales a unos 6 m por encima de la corona, de 20 m de longitud, 0,40 m de profundidad y 0,40 m de separación (Fig. 36).

Los factores condicionantes del origen del deslizamiento son la alternancia de rocas de diferente competencia, el suelo arenoso de la zona, la pendiente del acantilado de unos 45°, las precipitaciones pluviales que caen en la zona y sobre todo la falta o el mal drenaje que se tenía en la zona, ya que todas las aguas de precipitación, se concentraban y drenaban hacia esta zona, así mismo también se considera que la erosión fluvial sufrida en este punto ha ayudado a desestabilizar la margen derecha, por pérdidas de terrenos en la base del deslizamiento por socavamiento lateral.

Actualmente se han realizado algunas obras para estabilizar el deslizamiento como son, la colocación de una cuneta de coronación de sección triangular revestida con roca, ubicada a unos 50 m de la corona y también trabajos de reforestación en el cuerpo y la corona del deslizamiento (Fig. 37).



*Fig. 36: Agrietamiento en la parte superior de la corona del deslizamiento.*



*Fig. 37: Trabajos de estabilización en la escarpa del deslizamiento*

### **7.5.3 Sector Tahuishco**

El sector Puerto Tahuishco (282645 E, 9333742 N, 810 msnm.), se encuentra ubicado en la provincia y distrito de Moyobamba, departamento de San Martín, a la margen derecha del río Mayo.

En este sector a lo largo de aproximadamente 1 Km de rivera en la margen derecha del río Mayo, se viene dando un proceso de erosión fluvial, que afectan depósitos



arenosos a arenolimosos, así mismo la zona también podría ser afectada por inundaciones por elevaciones en el nivel del río Mayo (Fig. 38, 39 y 40).

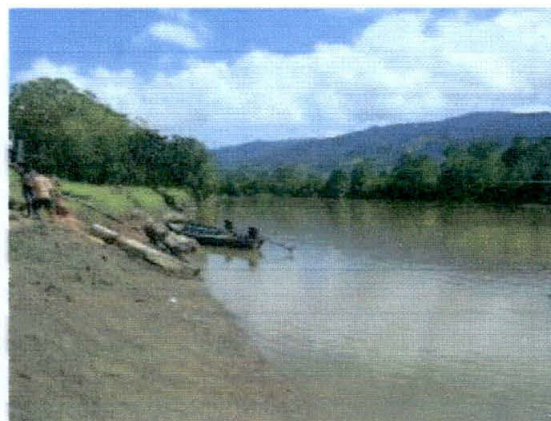


**Fig. 38:** Vista panorámica hacia el NW del sector de Tahuishco afectado por erosión fluvial.

Las viviendas actualmente se encuentran muy cerca de río a unos 14 m de distancia de la orilla, lo que las hace muy vulnerables a las inundaciones.



**Fig. 39:** Vista hacia el SE de la zona afectada por erosión.



**Fig. 40:** Vista hacia el NW de la zona afectada por erosión fluvial.

#### 7.5.4 Carretera Moyobamba – Tarapoto

El tramo de carretera Moyabamba – Tarapoto tiene 110 Km de longitud, dentro de los cuales se ha podido encontrar la ocurrencia 30 zonas que presentan movimientos en masa de regulares proporciones, de tipo deslizamientos (5 ocurrencias), derrumbes (16 ocurrencias), movimientos complejos (1 ocurrencia), flujos de tierra (6 ocurrencias) y 2 zonas con erosión de laderas, también se logro identificar 3 zonas con procesos de erosión fluvial. A continuación se hace una breve descripción de los movimientos en masa que se consideran los más importantes.



a) **Carretera Moyobamba – Tarapoto Km 519** (297323 E, 9316902 N, 786 msnm.), en este sector se viene produciendo un flujo de tierra lento, que afecta depósitos antrópicos, conformado por los rellenos realizado en una quebrada para construir la plataforma de carretera.

La quebrada tiene desfogue hacia el río Mayo por medio de una alcantarilla. Actualmente se evidencia en el relleno agrietamientos y fuertes asentamiento en la plataforma de carretera, que han obligado ha realizar el parchado del asfalto (Fig. 41).



**Fig. 41:** Tramo de carretera con asentamientos en la plataforma de carretera.

b) **Carretera Moyobamba – Tarapoto Km 546** (305148 E, 9305446 N, 909 msnm.), sector de San Juan de Pacaysapa, se produce una intensa erosión de laderas en surcos que afectan lodolitas y lutitas, con buzamiento a favor del talud de corte de carretera (N 228° - 25° SW), produce la pérdida de terreno y caída de material fino a la cuneta causando su obstrucción (Fig. 42).

La ocurrencia de este fenómeno tiene como factores intrínsecos, el suelo limo-arcilloso de poco espesor, la roca de tipo lodolitas y lutitas, el ángulo del talud de corte de carretera, y el fracturamiento de las rocas; como detonantes se tienen a las fuertes precipitaciones pluviales y la actividad sísmica.



**Fig. 42:** Talud superior de carretera afectado por erosión en surco.



c) **Carretera Moyobamba – Tarapoto Km 547** (312420 E, 9301286 N, 940 msnm.), sector Tangarama, se producen derrumbes desde el talud superior de carretera, de 250 m de longitud x 60 m de alto, talud de corte de carretera de 40°, compromete areniscas cuarzosas de grano grueso a fino, en estratos gruesos, intercalada con lutitas y limolitas, y algunos estratos delgados de carbón, así como niveles de areniscas conglomerádicas, se observan bloques caídos de 1, 5 a 2 m de longitud, depositados al pie del talud superior de carretera, acumulación de canchales (Fig. 43).

La ocurrencia de este fenómeno tienen como factores condicionantes, la pendiente de la ladera de 40°, el talud de corte de carretera, el fracturamiento de las rocas y el tipo de roca, así mismo tiene como detonantes las fuertes precipitaciones pluviales y la actividad sísmica.



*Fig. 43: Derrumbe en talud superior de carretera, en el sector de Tangarama.*

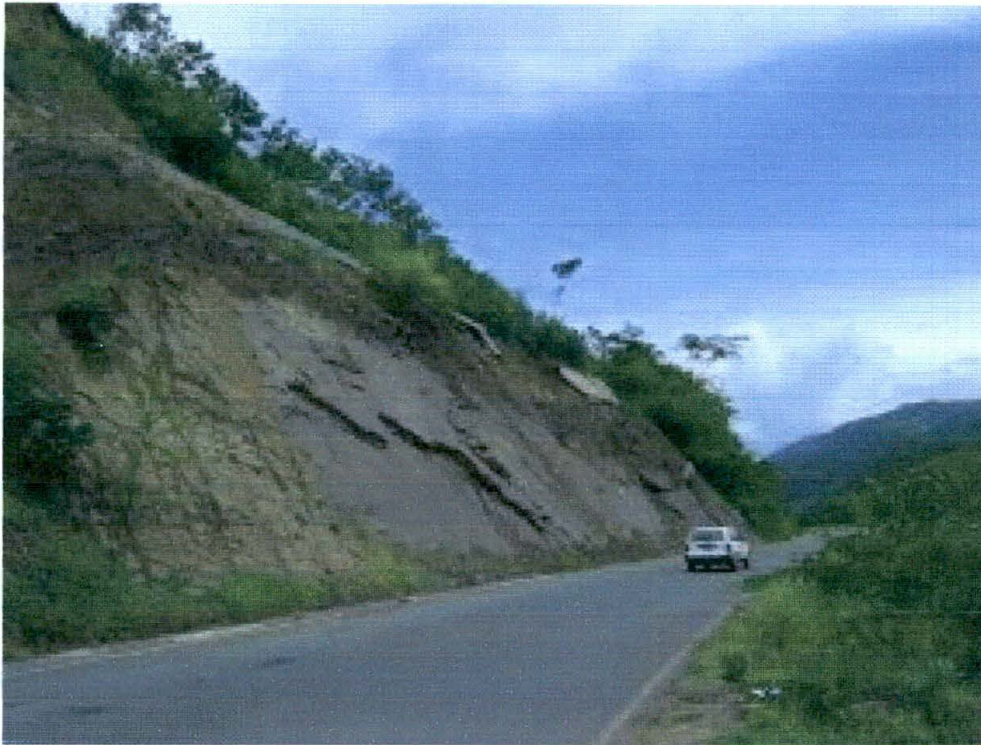
d) **Carretera Moyobamba – Tarapoto** (324998 E, 9288380 N, 308 msnm.), en este sector se viene produciendo un deslizamiento traslacional el cual aprovecha la inclinación de los estratos rocosos a favor del talud de corte de carretera, el deslizamiento compromete lodolitas, interestratificadas con limolitas en estratos gruesos, niveles de areniscas rojas de grano fino y lodolitas abigarradas, interestratificadas con lutitas.

El deslizamiento produce el asentamiento de la plataforma de carretera en un tramo de 90 m, hay pérdida de la plataforma por asentamientos en el talud inferior y agrietamientos en el asfalto, también ha causado la pérdida del concreto lazado colocado en el talud superior para estabilizarlo, se han construido otras obras de estabilización como son: cunetas de coronación y el banquetado en el talud superior de carretera, sin embargo el deslizamiento continúa activo (Fig. 44).

La ocurrencia de este fenómeno tiene como factores condicionantes, el buzamiento de las capas de roca a favor del talud de corte, su fracturamiento, la alternancia de rocas



de diferente competencia, el talud de corte de carretera y la presencia de agua subterránea; como detonante se tiene la precipitación pluvial y la actividad sísmica.



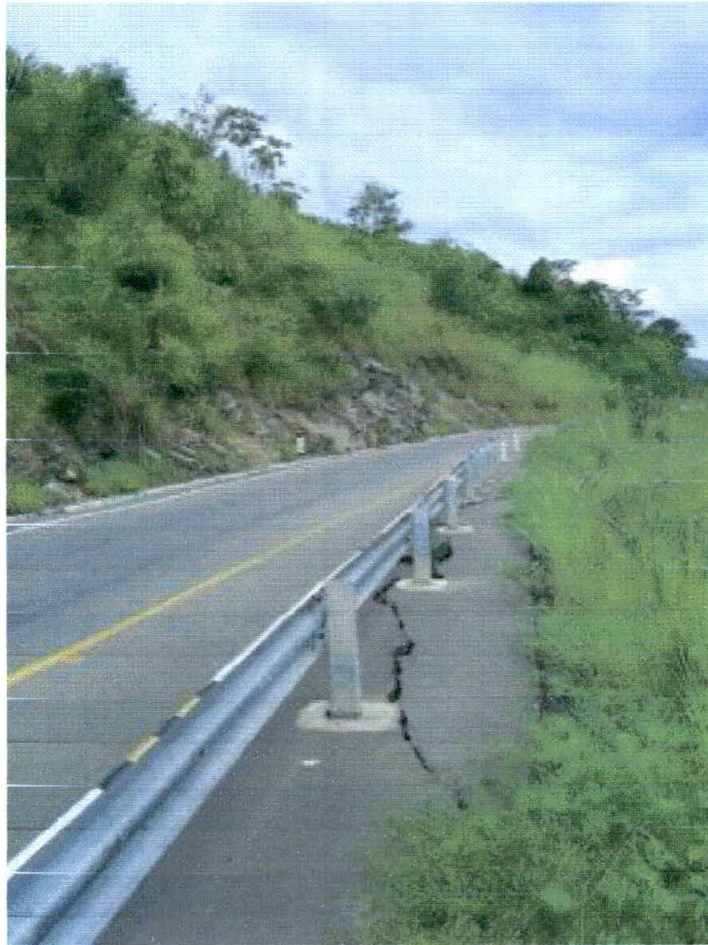
**Fig. 44:** tramo de la carretera Moyobamba – Tarapoto afectado por un deslizamiento traslacional.

**e) Carretera Moyobamba – Tarapoto Km 579** (327162 E, 9287164 N, 198 msnm.), en este sector se viene produciendo un deslizamiento traslacional, que ha producido la pérdida del carril derecho de la carretera en sentido Moyabamba – Tarapoto, en un tramo de 110 m por deslizamientos producidos en el talud inferior de carretera, constituyéndose este sector en un tramo de alto peligro donde constantemente ocurren choques de vehículos, así como también se puede producir la pérdida total de la plataforma de carretera.

El deslizamiento compromete rocas formadas por una secuencia de areniscas de grano grueso, interestratificadas con lodolitas; con buzamientos de N119° - 35° al SW a favor del talud de corte de carretera. El deslizamiento continúa activo por lo que necesita que se realicen trabajos de estabilización (Fig. 45).

La ocurrencia de este fenómeno tiene como factores condicionantes, el buzamiento de la capas de roca a favor del talud de corte de carretera, la alternancia de rocas de diferente competencia y la presencia de agua subterránea, como detonantes se tienen las fuertes precipitaciones pluviales caídas en la zona y la actividad sísmica.





**Fig. 45:** Deslizamiento traslacional que ha producido la pérdida de un carril en la carretera Moyobamba – Tarapoto.



## 8. CONCLUSIONES

- Los efectos causados en el Ambiente por el sismo del 25 de Setiembre del 2005, no fueron de gran intensidad, esto se manifestaron como derrumbes en taludes de corte de carretera y canales, agrietamientos en el terreno, formación de volcanes de arena y expulsiones de mezclas de arena y agua.
- La localidad de Lamas fue la más afectada por el sismo, este causo la destrucción de 564 viviendas y afecto otras 115, actualmente en la zona se lleva a cabo labores de limpieza de escombros, los damnificados están siendo reubicados en módulos de vivienda construidos de madera con estructuras metálicas.
- En la localidad de Moyobamba fueron destruidas con el sismo unas 34 viviendas y 57 fueron afectadas, pero cabe resaltar que muchas de estas viviendas ya habían sido afectadas por los sismos de los años 1990 y 1991, las cuales a pesar de eso todavía seguían habitadas.
- En el sector de Sango y Azungue como consecuencia del sismo se formaron volcanes de arena y agrietamientos en el terreno pero esta vez no con la intensidad mostrada en los terremotos de los años 1990 y 1991, las grietas tienen aberturas entre 8 y 20 cm, saltos del orden de 5 a 10 cm, aproximadamente 200 m de longitud y cruzan por el medio de las viviendas afectando el terreno y pisos de concreto.
- En el sector de Dos de Mayo, ubicado en el distrito de Sauce, provincia de Tarapoto se produjo con el sismo la formación de volcanes de arena, hundimientos de terreno en la laguna Sauce (Laguna Azul), hundimientos de una vivienda, rotura de un muelle de madera, expulsión de mezclas de arena y agua, formación de grietas paralelas a orillas de la laguna, de 300 m de longitud, con aberturas de 20 a 40 cm.
- En el sector de Aguas Claras, ubicado en el distrito de Pardo Miguel-Naranjos, de la provincia de Rioja, se produjo después del sismo el cambio en la vertiente de la quebrada Aguas Claras, en donde desapareció el flujo de agua, que el resultado de la mezcla de agua subterránea aflorada en la zona y agua de escorrentía superficial que se encausa por la quebrada, esta desaparición del flujo de agua se explica como el resultado de derrumbes ocurridos dentro de la cámara cársica, ya que el substrato rocoso en la zona esta conformado por calizas del grupo Pucara.
- Los dos derrumbes en la carretera Puerto López – Sauce, detonados por el sismo del 25 de Setiembre del 2005, movilizo entre 120 y 300 m<sup>3</sup> de material, los cuales interrumpieron el transito hacia el distrito de Sauce, estos derrumbes comprometieron rocas de tipo areniscas de la Formación Agua Caliente.
- El canal Shilcayo, ubicado en Tarapoto, fue afectado por un derrumbe en su tramo cubierto, el cual causo aniegos al imposibilitar el flujo normal de agua por el canal.
- En el canal Cumbaza, se produjo un derrumbe de unos 50 m<sup>3</sup>, que obstruyó el canal y rompieron su revestimiento de concreto, así mismo se puede observar que a lo largo de unos 1100 m de canal por sectores se han producido agrietamientos y empuje del revestimiento de concreto.



- Para el sismo del 25 de setiembre del 2005, las intensidades sísmicas obtenidas usando la escala de intensidad macrosísmica del INQUA, dio valores de V a VII, en las localidades inspeccionadas; así mismo se puede decir que los efectos causados por un sismo en el ambiente pueden ser utilizados para la medición de la intensidad sísmica.
- El AA. HH Keyko Sofía del distrito de Moyabamba, se ubica a la margen izquierda de una cárcava la cual tiene un avance retrogresivo por medio de derrumbes y deslizamientos, que han causado la pérdida de una vivienda.
- El sector de puerto Tahuishco viene siendo sometido a procesos de erosión fluvial, por acción del río Mayo, puede producir la pérdida de terrenos por derrumbes en su margen derecha.
- En la inmediaciones del hotel Puerto Mirador se viene produciendo un deslizamiento que puede comprometer la seguridad física de su zona de esparcimiento, actualmente se están realizando trabajos de estabilización por medio de reforestación en la escarpa y la colocación de una cuneta de coronación revestida.
- También se localizaron e inventariaron, durante los trabajos de inspección 30 ocurrencias de movimientos en masa puntuales, de los cuales se tienen 5 deslizamientos, 16 derrumbes, 1 movimiento complejo, 6 flujos de tierra, además de 2 zonas donde se viene produciendo erosión de laderas y 3 zonas de erosión fluvial, todos estos no relacionados con el último sismo.



## 9. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, Z. (2005) - Informe preliminar - El terremoto de Moyobamba del 25 de setiembre del 2005 elaborado por CISMID – FIC – UNI, Lima, Perú

Alva, J., Medina, E. & Huaman, C. (1991) – Estudio de peligro sísmico del Alto Mayo, Informe CISMID, FIC, UNI, Lima, Perú.

Alva, E., Giesecke A. & Ríos, R. (1990) - El Terremoto de Rioja del 29 de Mayo de 1990, Informe preparado para CERESIS, Lima, Perú.

Bommer, J. (1996) – Terremotos, urbanización y riesgo sísmico en El Salvador, artículo PRISMA, Programa Salvadoreño de investigación sobre el desarrollo y medio ambiente, El Salvador, 11 p.

Cuadra, C. & Chang, L. (1991) – El sismo de Moyobamba del 4 de Abril de 1991, CISMID, FIC, UNI, Lima, Perú.

Cuadra C., Ríos A., Gallardo J. & Vásquez J. (1991) - Evaluación de Daños Causados por el Sismo de Moyobamba del 4 de Abril de 1991”, CISMID, FIC, UNI, Lima, Perú.

Chariarse, V., Cuadra C. & Gallardo J. (1991) - Evaluación de Daños Causados por el Terremoto de Rioja del 29 de Mayo de 1990 en la Región del Alto Mayo”, CISMID, FIC, UNI, Lima, Perú.

De la Cruz, J., Lara, M. & Raymundo, T. (1998) – Geología de los cuadrángulos de Cahuapanas y Nueva Cajamarca. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol.. NAc., 115, 125p.

De Mets, C., Gordon, R., Aarhus A., & Stein, S. (1980) – Geophysical Journal International, V 101, 425-478.

INGEMMET. (1881) – Estudio de seguridad física de los poblados afectados por el sismo en el área de Ayacucho – Huancavelica, Informe Técnico, 304 p.

Fournier d’Albe, E. (1988) – An Approach to earthquake risk management. Engineering Structures.

Jaén, H., & Perales, F. (1970) – Daños causados por el sismo del 14 de Febrero de 1970 en Pano y Alrededores, Informe Técnico, Servicio de Geología y Minería – Ministerio de Energía y Minas, 10 p. 5 fotos, 1 plano.

Kuroiwa, J. y Deza, E. (1968) - Daños Causados en Moyobamba por el Sismo del 19 de Junio de 1968, FIC, UNI, Lima, Perú.

Lara, J. (1992) – Microzonificación sísmica de Moyabamba, Rioja y Soritor, Tesis de Grado, FIC, UNI, Lima, Perú.

Martínez, A. (1969) – Geología y Geotecnia de Moyabamba y alrededores después del terremoto de 1968, Laboratorio de Geología y Geomorfología Aplicada, FIC, UNI, Lima, Perú.

Martínez, A. (1969) - Apreciaciones Geológicas de Campo sobre los Efectos del Terremoto del 19 de Junio de 1968 en Moyobamba y Alrededores del Nor-Oriente



Peruano, Primer Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Antisísmica, pp. 107-116, Lima, Perú.

Martínez, J. y Macharé, J. (1991) - "El Sismo del Alto Mayo, Perú, del 5 de Abril de 1991, Reporte Técnico preparado para CERESIS-UNESCO, Lima, Perú.

Monge, F. (1990) - Efectos Geológicos del Sismo del 29 de Mayo de 1990 en el Departamento de San Martín, Perú, Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú.

Norabuena, E., Dixon, T., Stein, S., & Harrison, C. (1999) – Geophysical Research Letters, V 26, 3405 – 3508.

Parra, M. (1992) – Evaluación del potencial de licuación de suelos en la ciudad de Moyabamba, informe CISMID, FIC, UNI, Lima, Perú.

PEISA, La Republica (2003) – Atlas departamental del Perú – Amazonas, Cajamarca. Lima, Perú. 184 p.

Sánchez, A. & Herrera, I., (1998) – Geología del cuadrángulo de Moyabamba, Saposoa, y Juanjui. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 122, 260 P.

Sánchez, A. (1995) – Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leymebamba y Bolívar. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 56, 285 p., apéndice.

Sánchez, A., Chira, J. & Valencia, M. (1997) – Geología de los cuadrangulos de Tarapoto, Papa Playa, Utcucarca y Yanayacu. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac. 94, 245 p.

Silgado, E. (1978) – Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513 – 1974), Instituto de geología y Minería, N° 3, Serie C, Lima, Perú.

Tabera, H., (2005) – Sismo intermedio del 25 de setiembre 2005 (7.0 ML) – (Departamento de San Martín – Perú), Informe Instituto Geofísico del Perú, Lima Perú, 15 p.



## 10. ANEXOS



## ESCALA DE INTENSIDAD MACROSISMICA INQUA

### DEFINICIONES DE LOS GRADOS DE INTENSIDAD

#### **I, II Efectos no perceptibles en el Ambiente**

- a) Extremadamente rara ocurrencia de pequeños efectos, solamente detectadas por observaciones instrumentales, típicamente en campo lejano de fuertes terremotos.

#### **III Efectos no perceptibles en el Ambiente**

- a) Los efectos primarios son ausentes.
- b) Extremadamente rara ocurrencia de pequeñas variaciones del nivel de agua en pozos y/o proporción (tasa) de flujo de los manantiales, típicamente en campo lejano de fuertes terremotos.

#### **IV Efectos no perceptibles en el Ambiente**

- a) Los efectos primarios son ausentes.
- b) Muy pocos casos de finos agrietamientos en las localizaciones donde la litología (ej. depósitos aluviales flojos, suelos saturados) y/o morfología (pendientes o cimas de colinas) son más propensos a este fenómeno.
- c) Rara ocurrencia de pequeñas variaciones del nivel de agua en pozos y/o proporción de flujo de los manantiales.
- d) Extremadamente rara ocurrencia de pequeñas variaciones de las propiedades físicas - químicas del agua y de la turbidez del agua en los lagos, manantial y pozos, especialmente dentro de grandes sistemas de manantiales cársticos que son los más propensos a este fenómeno.
- e) Excepcionalmente, las rocas pueden caer y pequeños deslizamientos pueden ser (re)activados, a lo largo de pendientes donde el equilibrio es ya muy inestable, ej. las pendientes o cuevas escarpadas y cortadas, con suelos saturados o flojos.
- f) Extremadamente rara ocurrencia de cámaras cársticas colapsadas, que pueden dar lugar a la formación de sumideros por desplome, donde el nivel freático es somero (poco profundo) dentro de grandes sistemas de manantial cárstico.
- g) Muy raros cambios temporales del nivel del mar en el campo lejano de fuertes terremotos.
- h) Las ramas de los árboles pueden ser sacudidas.

#### **V Efectos marginales sobre el Ambiente**

- a) Los efectos primarios son ausentes.
- b) Pocos casos de finos agrietamientos en las localizaciones donde la litología (ej. depósitos aluviales flojos, suelos saturados) y/o morfología (pendientes o cimas de colinas) son más propensos a este fenómeno.
- c) Extremadamente rara ocurrencia de variaciones considerables en el nivel de agua en pozos y/o proporción de flujo en los manantiales.
- d) Rara ocurrencia de pequeñas variaciones en las propiedades físicas - químicas del agua y en la turbidez de los lagos, manantiales y pozos.
- e) Raras pequeñas caídas de rocas, raros deslizamientos rotacionales y flujos de tierras desplomadas, a lo largo de pendientes donde el equilibrio es inestable, ej. las pendientes o cuevas escarpadas con suelos saturados o flojos.



- f) Extremadamente raros casos de licuefacción (volcanes de arenas), pequeños en tamaños y en las áreas más propensas a este fenómeno (depósitos costeros y aluviales, recientes, altamente susceptibles, nivel freático somero).
- g) Extremadamente rara ocurrencia de cámaras cársticas colapsadas, los cuales pueden dar lugar a la formación de sumideros por desplome, donde el nivel freático es somero dentro de grandes sistemas de manantial cárstico.
- h) Ocurrencia de deslizamientos bajo el nivel del mar (lago) en áreas costeras.
- i) Raros cambios temporales del nivel del mar en el campo lejano de fuertes terremotos.
- j) Las ramas de los árboles pueden ser sacudidas.

## VI Efectos moderados sobre el Ambiente

- a) Los efectos primarios son ausentes.
- b) *Ocasionalmente finas, milimétricas fracturas son observadas en depósitos aluviales flojos y/o suelos saturados, a lo largo de pendientes escarpadas u orillas de ríos que pueden ser de 1 a 2 cm de anchos. Pocas fracturas son desarrolladas en carreteras pavimentadas (asfaltos / empedrados).*
- c) Rara ocurrencia de considerables variaciones en el nivel de agua en pozos y/o proporción de flujo de los manantiales.
- d) Rara ocurrencia de variaciones en las propiedades físicas - químicas del agua y en la turbidez de los lagos, manantial y pozos.
- e) Caída de rocas y deslizamientos de aprox.  $10^3 \text{ m}^3$  pueden ocurrir, especialmente donde el equilibrio es inestable, ej. pendientes escarpadas o cortadas, con suelos saturados / flojos o rocas fracturadas / meteorizadas. El área afectada es usualmente menor a  $1 \text{ Km}^2$ .
- f) *Raros casos de licuefacción (volcanes de arenas), pequeños en tamaños y en las áreas más propensas a este fenómeno (depósitos costeros y aluviales, recientes, altamente susceptibles, nivel freático somero).*
- g) Extremadamente rara ocurrencia de cámaras cársticas colapsadas, los cuales pueden dar lugar a la formación de sumideros por desplome.
- h) Ocurrencia de deslizamientos bajo el nivel del mar en áreas costeras.
- i) Ocasionalmente significantes olas pueden ser generadas en aguas tranquilas (inmóviles).
- j) *En áreas boscosas, los árboles son sacudidos; muy pocas ramas inestables pueden romperse y caer, también dependiendo de especie y del estado de resistencia.*

## VII Apreciables efectos sobre el Ambiente

- a) Efectos primarios muy raramente observados. Fallamiento superficial limitada, con longitud de decenas de metros y centimétricos desplazamientos laterales (offset), su ocurrencia puede estar asociado con terremotos volcano - tectónicos.
- b) *Fracturas hasta 5 - 10 centímetros de ancho son observados comúnmente en depósitos aluviales flojos y/o suelos saturados; raramente en arena seca, arena-arcilla, y suelos arcillosos, fracturas hasta 1 centímetro de ancho. Grietas centimétricas comunes en caminos pavimentados (asfalto o empedrados).*
- c) Rara ocurrencia de considerables variaciones en el nivel de agua en pozos y/o proporción de flujo de los manantiales. Muy raramente, pequeños manantiales secos pueden temporalmente secarse o ser activados.
- d) Ocurrencia bastante común de variaciones en las propiedades físicas-químicas del agua y en la turbidez de los lagos, manantiales y pozos.





INQUA



Earthquake  
Environmental  
Effects

EEE  
Scale

- e) Deslizamientos dispersados ocurren en áreas propensas; donde el equilibrio es inestable (pendientes escarpadas de suelos flojos / saturados; caídas de rocas en los desfiladeros escarpados, acantilados costeros), su tamaño es a veces considerable ( $10^3 - 10^5 \text{ m}^3$ ); en arena seca, arena-arcilla y suelos arcillosos, los volúmenes son normalmente hasta  $100 \text{ m}^3$ . Rupturas, derrumbes y caídas (rocas) pueden afectar las orillas de los ríos, los terraplenes y las excavaciones artificiales (ej. cortes de caminos, canteras) en el sedimento flojo o rocas fracturadas/meteorizado. El área afectada es generalmente menor de  $10 \text{ km}^2$ .
- f) *Raros casos de licuefacción, con volcanes de arenas hasta 50 cm de diámetro, en las áreas más propensas a este fenómeno (depósitos costeros y aluviales, recientes, altamente susceptibles, nivel freático somero).*
- g) Posibles colapsos de las cámaras cársticas con formación de sumideros por desplome, incluso donde el nivel freático es profundo.
- h) Ocurrencia de considerables deslizamientos bajo el nivel del mar en áreas costeras.
- i) Olas pueden desarrollarse en aguas tranquilas o de corrientes.
- j) En áreas boscosas, los árboles son sacudidos; varias ramas inestables pueden romperse y caer, dependiendo también de la especie y del estado de resistencia.

### VIII Efectos considerables sobre el Ambiente

- a) *Efectos primarios raramente observados. Rupturas del suelo (Fallamiento superficial) puede desarrollarse hasta varios cientos de metros de largo, con desplazamientos laterales (offset) menor de 5 cm, particularmente para terremotos de hipocentros poco profundos, tales como eventos volcánico-tectónicos. Subsistencia tectónica o levantamiento de la superficie del terreno con máximos valores en el orden de unos pocos centímetros.*
- b) *Fracturas hasta 25 - 50 centímetros de ancho son comúnmente observados en depósitos aluviales flojos y/o suelos saturados; en raros casos fracturas hasta 1 centímetro de ancho puede ser observada en rocas competentes. Grietas decimétricas comunes en caminos pavimentados (asfalto o empedrados), así como pequeñas ondulaciones por la presión.*
- c) *Los manantiales pueden cambiar, generalmente temporalmente, su proporción de flujo y/o elevación del afloramiento. Algunos pequeños manantiales pueden incluso secarse. Variaciones en el nivel del agua son observadas en los pozos.*
- d) *Temperatura del agua a menudo cambia en manantiales y/o pozos. El agua en los lagos y en los ríos frecuentemente llega a ser fangosa, así como en los manantiales.*
- e) Pequeño a moderado ( $10^3 - 10^5 \text{ m}^3$ ) extensos deslizamientos en áreas propensas; raramente pueden también ocurrir en pendientes pocos inclinados; donde el equilibrio es inestable (pendientes escarpadas de suelos flojos / saturados; caídas de rocas en los desfiladeros escarpados, acantilados costeros) su tamaño es a veces grande ( $10^5 - 10^6 \text{ m}^3$ ). Deslizamientos pueden ocasionalmente embalsar valles estrechos, causando lagos temporales o aún permanentes. Rupturas, derrumbes y caídas (rocas) afectan las orillas de los ríos, los terraplenes y las excavaciones artificiales (ej. cortes de caminos, canteras) en sedimento flojo o rocas fracturadas/meteorizadas. El área afectada es generalmente menor de  $100 \text{ km}^2$ .
- f) *Licuefacciones pueden ser frecuentes en el área epicentral, dependiendo de las condiciones locales; volcanes de arenas hasta aprox. 1 m de diámetro; visibles fuentes acuíferas en aguas tranquilas; localizaciones de extensiones laterales y asentamientos (subsistencia hasta aprox. 30 cm), con agrietamientos paralelos a las áreas frontales de cuerpos de agua (orillas de ríos, lagos, canales, lagos, canales, bordes costeros).*
- g) Las cámaras cársticas pueden colapsar, formando sumideros por desplome
- h) Ocurrencia frecuente de deslizamientos bajo el nivel del mar en áreas costeras.
- i) Considerables olas pueden desarrollarse en aguas tranquilas o de corrientes.





INQUA



Earthquake  
Environmental  
Effects

EEE  
Scale

- j) *Los árboles se sacuden vigorosamente; algunas ramas o raramente troncos de los árboles en equilibrio muy inestable pueden romperse y caer.*
- k) *En áreas secas, nubes de polvo pueden levantarse desde la tierra en el área epicentral.*

## **IX Efectos naturales dejan trazas considerables y permanentes en el Ambiente**

- a) *Efectos primarios comúnmente observados. Ruptura del suelo (Fallamiento superficial) desarrollada, hasta unos pocos kilómetros de largo, con desplazamientos laterales (offset) menor de 10 – 20 cm. Subsistencia tectónica o levantamiento de la superficie del terreno con máximos valores en el orden de unos pocos decímetros puede ocurrir.*
- b) *Fracturas hasta 50 – 100 cm de ancho son comúnmente observados en depósitos aluviales flojos y/o suelos saturados; en rocas competentes pueden alcanzar hasta 10 cm de ancho. Considerables grietas son comunes en caminos pavimentados (asfalto o empedrados), así como pequeñas ondulaciones por la presión.*
- c) *Los manantiales pueden cambiar su proporción de flujo y/o elevación del afloramiento en una considerable extensión. Algunos pequeños manantiales pueden regularmente secarse. Variaciones en el nivel del agua son observados en los pozos.*
- d) *Temperatura del agua a menudo cambia en manantiales y/o pozos. El agua en los lagos y en los ríos frecuentemente llega lodosa o fangosa.*
- e) *Deslizamientos extensos en áreas propensas, también en pendientes pocas inclinadas o apacibles; donde el equilibrio es inestable (pendientes escarpadas de suelos flojos/saturados; la roca cae en los desfiladeros escarpados, acantilados costeros) su tamaño es frecuentemente grande ( $10^5 m^3$ ), a veces muy grande ( $10^6 m^3$ ). Deslizamientos pueden embalsar valles estrechos, causando lagos temporales o aún permanentes. Las orillas de los ríos, terraplenes y las excavaciones artificiales (ej. cortes de caminos, canteras) frecuentemente colapsan. El área afectada es generalmente menor de 1.000 km<sup>2</sup>.*
- f) *Licuefacciones y emersiones son frecuentes; volcanes de arenas hasta aprox. 3 m de diámetro; visibles fuentes acuíferas en aguas tranquilas; localizaciones de extensiones laterales y asentamientos (subsistencia de más de 30 cm), con agrietamiento paralelo a las áreas frontales de cuerpos de agua (orillas de ríos, lagos, canales, bordes costeros).*
- g) *Las cámaras cársticas de notable tamaño pueden colapsar, formando sumideros por desplome*
- h) *Grandes deslizamientos son frecuentes bajo el nivel del mar en áreas costeras.*
- i) *Grandes olas desarrolladas en aguas tranquilas o de corrientes. Pequeños tsunamis pueden alcanzar las áreas costeras con olas de mareas hasta 50 - 100 cm altura.*
- j) *Los árboles se sacuden vigorosamente; frecuentemente algunas ramas o incluso troncos de los árboles en equilibrio inestable se rompen y caen.*
- k) *En áreas secas, las nubes de polvo pueden levantarse desde la tierra.*
- l) *En el área epicentral, las piedras pequeñas saltan dejando impresiones típicas en suelos blandos (no consolidados).*

## **X Los efectos Ambientales llegan a ser dominantes**

- a) *Las rupturas primarias llegan a ser primordiales. Las rupturas de tierra (Fallamiento superficial) pueden extenderse por varias decenas de kilómetros de largo, con desplazamiento lateral alcanzado entre los 50 – 100 cm y más (hasta aprox. 1 - 2 m en caso de fallas inversas y 3 – 4 para fallas normales). Las fosas tectónicas y las depresiones alargadas se desarrollan; para los terremotos con hipocentros muy superficiales, tales como eventos volcánico-tectónicos; las longitudes de las rupturas pueden ser mucho más bajas. La subsistencia o el levantamiento tectónico de la superficie del terreno con máximos valores en el orden de pocos metros puede ocurrir.*



- b) *Grandes deslizamientos y caídas de rocas ( $> 10^5 - 10^6 \text{ m}^3$ ) son frecuentes, prácticamente indiferentes al estado del equilibrio de las pendientes, causando lagos de barreras temporales o permanentes. Las orillas de los ríos, los terraplenes y las excavaciones artificiales típicamente colapsan. Terraplenes y represas de tierra pueden incluso incurrir en serios daños. El área afectada es generalmente hasta  $5.000 \text{ km}^2$ .*
- c) Muchos manantiales cambian perceptiblemente su proporción de flujo y/o elevación del afloramiento. Algunos pueden secarse o desaparecer, generalmente temporalmente. Variaciones en el nivel del agua son observadas en los pozos.
- d) La temperatura del agua a menudo cambia en manantiales y/o pozos. El agua en los lagos y los ríos llegan a ser con frecuencia fangosos.
- e) *Aberturas de grietas en el terreno hasta más de 1 m de ancho son frecuentes, principalmente en depósitos aluviales flojos y/o suelos saturados; en las rocas competentes la abertura alcanza varios decímetros. Anchas grietas desarrolladas en caminos pavimentados (asfalto o empedrados), así como ondulaciones por la presión.*
- f) *Licuefacción, con emersiones de agua y compactación del suelo, puede cambiar el aspecto de zonas extensas (planicies); volcanes de arenas incluso de 6 m de diámetro o más; la subsidencia vertical es igual o  $> 1\text{m}$ ; grandes y largas grietas debido a extensiones laterales son comunes.*
- g) las cámaras cársticas pueden colapsar, formando grandes sumideros por desplome.
- h) Grandes deslizamientos son frecuentes bajo el nivel del mar en áreas costeras.
- i) *Grandes olas desarrolladas en agua tranquilas y de corrientes, y se estrellan violentamente contra las orillas. Las aguas de corrientes (ríos y canales) e inmóviles (lagos) puede desbordarse de sus cauces. Los tsunamis alcanzan las áreas costeras, con olas de marea hasta unos pocos metros de alto.*
- j) Los árboles se sacuden vigorosamente; ramas o incluso troncos de los árboles muy frecuentemente se rompe y caen, si el equilibrio es ya inestable.
- k) En áreas secas las nubes de polvo pueden levantarse desde la tierra.
- l) *Piedras, incluso si están bien ancladas al suelo, pueden saltar de la tierra, dejando impresiones típicas en suelos blandos (no consolidados).*

## **XI Los efectos Ambientales llegan a ser esenciales para evaluaciones de Intensidad**

- a) *Fallamiento superficial primario puede extenderse por varias decenas de kilómetros hasta 100 km o más, acompañadas con desplazamientos laterales que alcanzan varios metros. Las fosas tectónicas, las depresiones alargadas y presiones en crestas de colinas se desarrollan. Líneas de drenajes pueden ser seriamente desplazadas. La subsidencia o levantamiento tectónico de la superficie del terreno con valores máximos en el orden de numerosos metros puede ocurrir.*
- b) *Grandes deslizamientos y caída de rocas ( $> 10^5 - 10^6 \text{ m}^3$ ) son frecuentes, prácticamente indiferentes al estado del equilibrio de las cuestas o pendientes, causando muchos lagos de barreras temporales o permanentes. Las orillas de los ríos, los terraplenes artificiales, y los lados de excavaciones típicamente colapsan. Terraplenes y represas de tierra incurrir en daño serio. Considerables deslizamientos pueden ocurrir a 200 - 300 kilómetros de distancia desde el epicentro. Los efectos ambientales primarios y secundarios se pueden observar sobre el territorio tan grande como  $10.000 \text{ km}^2$ .*
- c) Muchos manantiales considerablemente cambian su proporción de flujo y/o elevación del afloramiento. Frecuentemente, juntos pueden secarse o desaparecer. Variaciones en el nivel de agua son observados en los pozos.
- d) La temperatura del agua cambia a menudo en manantiales y/o pozos. El agua en los lagos y los ríos frecuentemente llega a ser fangosa.



- e) *Aberturas de grietas en el terreno hasta varios metros de anchos son muy frecuentes, principalmente en depósitos aluviales flojos y/o suelos saturados. En rocas competentes pueden alcanzar hasta 1 m. Muy anchas desarrollada en caminos pavimentados (asfalto o empedrados) caminos pavimentados, así como grandes ondulaciones por la presión.*
- f) *La licuefacción cambia el aspecto de las zonas extensas de tierras bajas (planicies), determinando la subsidencia vertical que excede posiblemente varios metros, numerosos grandes volcanes de arenas, y severos rasgos de extensiones laterales en la superficie.*
- g) *Muy grandes cámaras cársticas colapsadas, formando sumideros por desplome.*
- h) *Grandes deslizamientos son frecuentes bajo el nivel del mar en áreas costeras.*
- i) *Grandes olas desarrolladas en aguas inmóviles y de corrientes, se estrellan violentamente en las orillas. Aguas de corrientes (ríos, canales) e inmóviles (lagos) puede desbordarse de sus cauces. Alcance de Tsunamis en las áreas costeras con olas de mareas hasta muchos metros de altura.*
- j) *Los árboles se sacuden fuertemente; muchas ramas de los árboles se rompen y varios árboles enteros son desarraigados y caen.*
- k) *En áreas secas las nubes de polvo pueden levantarse desde la tierra.*
- l) *Piedras y pequeños cantos rodados, incluso si están bien ancladas al suelo pueden saltar de la tierra, dejando impresiones típicas en suelos blandos (no consolidados)*

## **XII Los efectos Ambientales son ahora la única herramienta disponible para evaluar la intensidad**

- a) *Fallamiento superficial primario puede extenderse por varios cientos de kilómetros hasta 1000 km, acompañadas con desplazamientos laterales que alcanzan varias decenas de metros. Las fosas tectónicas y las depresiones alargadas y presiones en crestas de colinas se desarrollan. Líneas de drenajes pueden ser seriamente desplazadas. Cambios en el paisaje y en la geomorfología inducidos por efectos primarios pueden lograr grados y tamaños extraordinarios (ejemplos típicos son los levantamientos y subsidencias de líneas costeras de varios metros, la aparición o desaparición a la vista de considerables elementos paisajísticos, los ríos cambian de cursos, formaciones de cascadas, formación o desaparición de lagos).*
- b) *Grandes deslizamientos y caídas de rocas ( $> 10^5 - 10^6 \text{ m}^3$ ) son frecuentes, prácticamente indiferentes al estado del equilibrio de las cuestas o pendientes, causando muchos lagos de barreras temporales o permanentes. Las orillas de los ríos, los terraplenes artificiales, y los lados de excavaciones típicamente colapsan. Los terraplenes y las represas de tierra incurren en daño serio. Considerables deslizamientos pueden ocurrir a más de 200 - 300 kilómetros de distancia desde el epicentro. Los efectos ambientales primarios y secundarios se pueden observar sobre el territorio tan grande como  $50.000 \text{ km}^2$ .*
- c) *Muchos manantiales cambian considerablemente su proporción de flujo y/o elevación del afloramiento. Frecuentemente, juntos pueden secarse o desaparecer. Variaciones en el nivel de agua son observados en los pozos.*
- d) *La temperatura del agua cambia a menudo en manantiales y/o pozos. El agua en los lagos y los ríos llega a ser con frecuencia fangosa.*
- e) *Aberturas de grietas en el terreno son muy frecuentes, hasta un metro o más de ancho en la roca de fondo (roca madre), hasta más de 10 m de ancho en depósitos aluviales flojos y/o suelos saturados. Éstos pueden extenderse hasta varios kilómetros de largo.*
- f) *La licuefacción ocurre sobre áreas grandes y cambia la morfología de zonas planas extensas, determinando la subsidencia vertical que excede varios metros, grandes volcanes de arena son presentes en grandes extensiones, y severos rasgos de extensiones laterales en la superficie..*
- g) *Muy grandes cámaras cársticas colapsadas, formando sumideros por desplome.*





INQUA



Earthquake  
Environmental  
Effects

EEE  
Scale

- h) Muy grandes deslizamientos son frecuentes bajo el nivel del mar en áreas costeras.
  - i) *Grandes olas desarrolladas en aguas inmóviles y de corrientes, y se estrellan violentamente en las orillas. Aguas de corrientes (ríos, canales) e inmóviles (lagos) puede desbordarse de sus cauces; cursos de aguas cambian la dirección de flujo. Tsunamis alcanzan las áreas costeras con olas de mareas de hasta decenas de metros de altura.*
  - j) *Los árboles se sacuden fuertemente; muchas ramas del árbol se rompen y muchos árboles enteros son desraizados y caen.*
  - k) En áreas secas las nubes de polvo pueden levantarse desde la tierra.
  - l) *Incluso los cantos rodados grandes pueden saltar de la tierra y dejar impresiones típicas en suelos blandos.*
-



**Terremoto**  
 Región: SAN MARTÍN Hora UTC 8:55 pm Intensidad Epicentral MM EMS MSK JMA  
 Magnitud MI Ms Mb Mw 7.0 Profundidad Focal 115 km Instituto que proporciona la fuente IGP  
 Latitud 05, 80 S Longitud 76, 20 E Sistema de referencia cartográfica Cartográfico

**Punto de Observación**  
 N° 02 Fecha/Hora 29-10-05 3:pm Observador M. Vichez Localidad Tarapoto - Cumbaza  
 Lat. 9284856 Long. 347973 Km del epicentro 80 Intensidad Local MM EMS PGA Lugar Foto S N  
**Localización Geomorfológica:** a) talud de montaña b) valle intermontano c) talud de colina d) abanico aluvial e) terraza aluvial  
 f) delta g) llanura aluvial h) pantano, estero i) acantilado de mar/río j) margen de río/lago k) costa marina/lacustre  
 l) llanura árida-semiárida m) desierto n) otros:  
**Breve descripción:** Substrato de rocas sedimentarias de tipo areniscas.  
**Efectos principales en el terreno:** a) daños colapsos de edificios solo multiples edificios; b) puente c) viaducto  
 d) Túnel e) ferrocarril f) autopista g) asfaltada no asfaltada

**Efectos Ambientales**  
**Geológicos** Origen: tectónica sacudimiento del terreno neo-formacionales reactivaciones  
 a) fallamiento superficial b) fracturas abiertas en el substrato rocoso c) fracturas en el terreno d) movimiento del talud  
 e) sumidero por desplome (sinkhole) f) asentamiento del terreno g) licuefacción h) extensión lateral i) cambios en el manantial,  
 vertientes, pozos de agua l) emisión de gas m) movimiento de masas sobre superficies no inclinadas  
**Otros ondeamiento del terreno**  
**No geológicos a) ruido** b) emisión de luz c) efecto sobre vegetación: hierba quemada árboles rotos ramas rotas  
 caída de frutas.....  
**Breve descripción.** Basculamiento en troncos y ramas de árboles  
**Litología afectada**  
Rocas a) intrusivas b) metamórficas c) volcánicas lava roca piroclástica d) sedimentaria: lutitas arcillolita areniscas  
 conglomerados calcáreos sal de roca  
**Estructura** compacta semi coherente pseudo-coherente esquistosa masiva estratificada  
**Sedimento incoherente a) suelo** b) arcilla c) limo d) arena e) grava f) coluvial de talud g) terreno de relleno  
 Notas

**Frecuencia de efectos observados**  
 a) solo b) Múltiples Número sobre una superficie de Km2 Ateriores terremotos: a) Ya observados/  
 activados b) Nunca observados durante anteriores eventos sísmicos  
**Máxima dimensión:** longitud m ancho m área m2 volumen m3  
**Dimensión promedio:** Longitud m ancho m área m2 volumen m3

**Diseño**



**Fallamiento superficial**      rumbo      inclinación

**Tipo de movimiento:** a) Normal b) Inversa c) Oblicua d) Desplazamiento de rumbo dextral e) Desplazamiento de rumbo sinistral

longitud total      km      nº de segmentos      a) Alineamientos      b) en-echelon dextral      c) en-echelon sinistral

**Desplazamiento máx. (lateral):** vertical      cm      horizontal      cm      **Desplazamiento medio:** vertical      cm      horizontal      cm

**Elementos dislocados**      **Escarpe:** a) sola b) multiple      **Otros fenómenos:** a) flexión del terreno

b) rotura por racción      c) hundimiento por gravedad a lo largo de la falla.

Nota

**Rotura del terreno**

**Tipo:** fractura      rumbo      inclinación      desplazamiento      cm      sentido del desplazamiento

Longitud máxima      m - número de fracturas      sobre una distancia de      m - máxima abertura      cm

**Forma:** a) rectilínea b) sinuosa c) curvilínea

**Posible origen:** a) fallamiento superficial/tectónica b) deslizamiento/derrumbe c) asentamiento del terreno d) despegue

Nota

**Movimiento del talud**

**Rápido:** a) caída de roca/detrito b) rodamiento de roca/detrito c) deslizamiento de roca/detrito d) avalancha e) deslizamiento de fango f) colada (flujo) de detritos g) colada de tierra h) colada de fango

**Lento:** i) lento deslizamiento j) colada lenta de tierra k) colada lenta de fango

**Otros:** l) extensión lateral m) DGPV (deformación de gravedad profunda del talud) n) \_\_\_\_\_

Máxima dimensión de bloques 3 m<sup>3</sup> sobre una distancia de 14 m - volumen total 50 m<sup>3</sup>

**Humedad:** a) muy húmedo b) moderada húmedo c) ausencia de humedad      **Edad:** a) muy viejo b) reciente c) nuevo

**Actividad:** a) primera activación b) ya activa parcialmente totalmente c) estadio retraso para la manifestación del movimiento

respecto al evento sísmico      hora

Nota

**Asentamiento del terreno - colapso**

**Tipo:** a) licuefacción b) compactación c) expansión lateral d) subsidencia e) levantamiento f) colapso g) otro

diámetro máximo      m - Número de efectos      sobre una distancia de      m - Máxima subsidencia/levantamiento      cm

**Forma:** a) redonda b) elíptica c) elongada d) cuadrada      cónica positiva/negativa

**Humedad:** a) alta b) moderada c) ausencia de humedad

**Profundidad:** del terreno freático      m      Expulsión de agua      Expulsión de arena (volcán de arena)

**Velocidad:** a) extremadamente lenta b) muy lenta c) lenta d) moderadamente lenta e) rápida

**Tiempo:** retraso / anticipación respecto al evento sísmico      hora

Nota

**Anomalia hidrológica**

**Efectos:** a) rebazamiento b) secamiento de manantial c) aparición de manantial d) ola, onda e) fuente de agua f) variación del nivel freático: g) tasa, proporción de descarga h) temperatura i) química j) turbidez del manantial río lago pozo fuente acueducto. **Otros**

Variación de la temperatura      C° - variación de la descarga      l/s

Variación de la composición química      - Variación: Permanente/temporánea de duración      hora

**Tsunami:** máxima altura de ola      m      longitud      m      Longitud de costa afectada      km

**Velocidad:** a) extremadamente lenta b) muy lenta c) lenta d) moderadamente rápida e) rápida

**Tiempo:** a) retraso b) anticipación respecto a la manifestación del evento sísmico      hora

Nota

Intensidad atribuida      IV      V      VI      VII      VIII      IX      X      XI      XII

Basas principalmente en la Escala INQUA u otras escalas de intensidad \_\_\_\_\_

**Terremoto**  
 Región: **SAN MARTÍN** Hora UTC **8:55 pm** Intensidad Epicentral **MM** EMS MSK JMA  
 Magnitud **MI** Ms Mb Mw **7.0** Profundidad Focal **115 km** Instituto que proporciona la fuente **IGP**  
 Latitud **05.80 S** Longitud **76.20 E** Sistema de referencia cartográfica **Cartográfico**

**Punto de Observación**  
 N° **01** Fecha/Hora **27-10-05 8:00 am.** Observador **M. Vilchez** Localidad **Shango-Azungue (Moyobamba)**  
 Lat. **9333092** Long. **280199** Km del epicentro **90** Intensidad Local **MM** EMS PGA Lugar Foto S N  
**Localización Geomorfológica:** a) talud de montaña b) valle intermontano c) talud de colina d) abanico aluvial e) terraza aluvial  
 f) delta g) llanura aluvial h) pantano, estero i) acantilado de mar/río j) margen de río/lago k) costa marina/lacustre  
 l) llanura árida-semiárida m) desierto n) otros: **planicie elevada**  
**Breve descripción:** **terrenos altos, conformados por rocas sedimentarias de tipo areniscas.**  
**Efectos principales en el terreno:** a) daños colapsos de edificios solo multiples edificios; b) puente c) viaducto  
 d) Túnel e) ferrocarril f) autopista g) asfaltada no asfaltada

**Efectos Ambientales**  
**Geológicos** Origen: **tectónica sacudimiento del terreno** neo-formacionales reactivaciones  
 a) fallamiento superficial **b) fracturas abiertas en el substrato rocoso c) fracturas en el terreno** d) movimiento del talud  
 e) sumidero por desplome (sinkhole) **f) asentamiento del terreno g) licuefacción** h) extensión lateral i) cambios en el manantial,  
 vertientes, pozos de agua **l) emisión de gas** m) movimiento de masas sobre superficies no inclinadas  
 Otros **emanación de gases con olor a azufre**  
**No geológicos a) ruido** b) emisión de luz **c) efecto sobre vegetación:** hierba quemada árboles rotos ramas rotas  
 caída de frutas.....  
**Breve descripción.** **Basculamiento de ramas y troncos de árboles.**  
**Litología afectada**  
**Rocas** a) intrusivas b) metamórficas c) volcánicas lava roca piroclástica **d) sedimentaria:** lutitas **arcillolita areniscas**  
 conglomerados calcáreos sal de roca  
**Estructura** compacta semi coherente pseudo-coherente esquistosa masiva **estratificada**  
**Sedimento incoherente** a) suelo b) arcilla **c) limo d) arena** e) grava f) coluvial de talud g) terreno de relleno  
 Notas **Suelo arenoso, abundante cobertura vegetal en la zona**

**Frecuencia de efectos observados**  
 a) solo b) Múltiples Número **2** sobre una superficie de **1** Km2 Ateriores terremotos: **a) Ya observados/**  
 activados b) Nunca observados durante anteriores eventos sísmicos  
**Máxima dimensión:** longitud m ancho m área m2 volumen m3  
**Dimensión promedio:** Longitud m ancho m área m2 volumen m3

**Diseño**





Earthquake  
Environmental  
Effects **EEE**  
Scale

## Hoja 2: detalles

**Fallamiento superficial** rumbo inclinación  
**Tipo de movimiento:** a) Normal b) Inversa c) Oblicua d) Desplazamiento de rumbo dextral e) Desplazamiento de rumbo sinistral  
 longitud total km nº de segmentos a) Alineamientos b) en-echelon dextral c) en-echelon sinistral  
**Desplazamiento máx. (lateral):** vertical cm horizontal cm **Desplazamiento medio:** vertical cm horizontal cm  
**Elementos dislocados** **Escarpe:** a) sola b) múltiple **Otros fenómenos:** a) flexión del terreno  
 b) rotura por ración c) hundimiento por gravedad a lo largo de la falla.

Nota

### Rotura del terreno

**Tipo:** fractura rumbo N 312° inclinación desplazamiento 5-10 cm sentido del desplazamiento  
 Longitud máxima 200 m - número de fracturas 4 sobre una distancia de 50 m - máxima abertura 8 cm  
**Forma:** a) rectilínea b) sinuosa c) curvilínea  
**Posible origen:** a) fallamiento superficial/tectónica b) deslizamiento/derrumbe c) asentamiento del terreno d) despegue

Nota

### Movimiento del talud

**Rápido:** a) caída de roca/detrito b) rodamiento de roca/detrito c) deslizamiento de roca/detrito d) avalancha e) deslizamiento de fango f) colada (flujo) de detritos g) colada de tierra h) colada de fango  
**Lento:** i) lento deslizamiento j) colada lenta de tierra k) colada lenta de fango

**Otros:** l) extensión lateral m) DGPV (deformación de gravedad profunda del talud) n) -----

Máxima dimensión de bloques m<sup>3</sup> sobre una distancia de m - volumen total m<sup>3</sup>

**Humedad:** a) muy húmedo b) moderada húmedo c) ausencia de humedad **Edad:** a) muy viejo b) reciente c) nuevo

**Actividad:** a) primera activación b) ya activa parcialmente totalmente c) estadio retraso para la manifestación del movimiento respecto al evento sísmico hora

Nota

### Asentamiento del terreno - colapso

**Tipo:** a) licuefacción b) compactación c) expansión lateral d) subsidencia e) levantamiento f) colapso g) otro

diámetro máximo m - Número de efectos sobre una distancia de m - Máxima subsidencia/levantamiento cm

**Forma:** a) redonda b) elíptica c) elongada d) cuadrada e) cónica positiva/negativa

**Humedad:** a) alta b) moderada c) ausencia de humedad

**Profundidad:** del terreno freático m Expulsión de agua Expulsión de arena (volcán de arena)

**Velocidad:** a) extremadamente lenta b) muy lenta c) lenta d) moderadamente lenta e) rápida

**Tiempo:** retraso / anticipación respecto al evento sísmico hora

Nota

### Anomalía hidrológica

**Efectos:** a) rebazamiento b) secamiento de manantial c) aparición de manantial d) ola, onda e) fuente de agua f) variación del nivel freático: g) tasa, proporción de descarga h) temperatura i) química j) turbidez del manantial río lago pozo fuente acueducto. **Otros**

Variación de la temperatura C° - variación de la descarga l/s

Variación de la composición química - Variación: Permanente/temporánea de duración hora

**Tsunami:** máxima altura de ola m longitud m Longitud de costa afectada km

**Velocidad:** a) extremadamente lenta b) muy lenta c) lenta d) moderadamente rápida e) rápida

**Tiempo:** a) retraso b) anticipación respecto a la manifestación del evento sísmico hora

Nota

Intensidad atribuida IV V VI VII VIII IX X XI XII

Basas principalmente en la Escala INQUA u otras escalas de intensidad -----

**Terremoto**  
 Región: **SAN MARTÍN** Hora UTC **8:55 pm** Intensidad Epicentral **MM** EMS MSK JMA  
 Magnitud **MI** Ms Mb Mw **7.0** Profundidad Focal **115 km** Instituto que proporciona la fuente **IGP**  
 Latitud **05.80 S** Longitud **76.20 E** Sistema de referencia cartográfica **Cartográfico**

**Punto de Observación**  
 N° **04** Fecha/Hora **29-10-05 10 am** Observador **M. Vilchez** Localidad **Dos de Mayo - Sauce**  
 Lat. **9258146** Long. **366033** Km del epicentro **100** Intensidad Local **MM** EMS PGA Lugar Foto S N  
**Localización Geomorfológica:** a) talud de montaña b) valle intermontano c) talud de colina d) abanico aluvial e) terraza aluvial  
 f) delta g) llanura aluvial h) pantano, estero i) acantilado de mar/río j) margen de río/lago k) costa marina/lacustre  
 l) llanura árida-semiárida m) desierto n) otros:  
**Breve descripción** **Mérgenes de la laguna Sauce (Laguna Azul), conformado por suelos arenosos color rojiso**  
**Efectos principales en el terreno:** a) daños colapsos de edificios solo multiples edificios; b) puente c) viaducto  
 d) Túnel e) ferrocarril f) autopista g) asfaltada no asfaltada  
**rotura de muelle de madera en tres partes, vivienda inclinada**

**Efectos Ambientales**  
**Geológicos** Origen: **tectónica sacudimiento del terreno** neo-formacionales reactivaciones  
 a) fallamiento superficial **b) fracturas abiertas en el substrato rocoso c) fracturas en el terreno** d) movimiento del talud  
 e) sumidero por desplome (sinkhole) **f) asentamiento del terreno g) licuefacción** h) extensión lateral i) cambios en el manantial,  
 vertientes, pozos de agua l) emisión de gas m) movimiento de masas sobre superficies no inclinadas  
 Otros **formación de volcanes de arena de 1 m de diámetro, formación de ondas en la laguna**  
**No geológicos a) ruido b) emisión de luz c) efecto sobre vegetación:** hierba quemada árboles rotos ramas rotas  
 caída de frutas.....  
**Breve descripción.** **Basculamiento de ramas y troncos de árboles**  
**Litología afectada**  
**Rocas** a) intrusivas b) metamórficas c) volcánicas lava roca piroclástica **d) sedimentaria**: lutitas arcillolita **areniscas**  
 conglomerados calcáreos sal de roca  
**Estructura** compacta semi coherente pseudo-coherente esquistosa masiva **estratificada**  
**Sedimento incoherente a) suelo** b) arcilla c) limo **d) arena** e) grava f) coluvial de talud g) terreno de relleno  
**Notas** suelo sobresaturado, nivel freático muy superficial

**Frecuencia de efectos observados**  
 a) **solo** b) Múltiples Número sobre una superficie de Km2 Ateriores terremotos: a) Ya observados/  
 activados **b) Nunca observados durante anteriores eventos sísmicos**  
**Máxima dimensión:** longitud m ancho m área m2 volumen m3  
**Dimensión promedio:** Longitud m ancho m área m2 volumen m3

**Diseño**





**Fallamiento superficial**

**rumbo** **inclinación**  
**Tipo de movimiento:** a) Normal b) Inversa c) Oblicua d) Desplazamiento de rumbo dextral e) Desplazamiento de rumbo sinistral  
 Longitud total km nº de segmentos a) Alineamientos b) en-echelon dextral c) en-echelon sinistral  
**Desplazamiento máx. (lateral):** vertical cm horizontal cm **Desplazamiento medio:** vertical cm horizontal cm  
**Elementos dislocados** **Escarpe:** a) sola b) multiple **Otros fenómenos:** a) flexión del terreno  
 b) rotura por racción c) hundimiento por gravedad a lo largo de la falla.

Nota

**Rotura del terreno**

**Tipo:** fractura rumbo N 30° inclinación desplazamiento cm sentido del desplazamiento  
 Longitud máxima 200 m - número de fracturas 3 sobre una distancia de 250 m - máxima abertura 20 - 40 cm  
**Forma:** a) rectilínea b) sinuosa c) curvilínea  
**Posible origen:** a) fallamiento superficial/tectónica b) deslizamiento/derrumbe c) asentamiento del terreno d) despegue

Nota

**Movimiento del talud**

**Rápido:** a) caída de roca/detrito b) rodamiento de roca/detrito c) deslizamiento de roca/detrito d) avalancha e) deslizamiento de fango f) colada (flujo) de detritos g) colada de tierra h) colada de fango  
**Lento:** i) lento deslizamiento j) colada lenta de tierra k) colada lenta de fango  
**Otros:** l) extensión lateral m) DGPV (deformación de gravedad profunda del talud) n) -----  
 Máxima dimensión de bloques 1 m3 sobre una distancia de 60 m - volumen total 300 m3  
**Humedad:** a) muy húmedo b) moderada húmedo c) ausencia de humedad **Edad:** a) muy viejo b) reciente c) nuevo  
**Actividad:** a) primera activación b) ya activa parcialmente totalmente c) estadio retraso para la manifestación del movimiento respecto al evento sísmico hora

Nota

**Asentamiento del terreno - colapso**

**Tipo:** a) licuefacción b) compactación c) expansión lateral d) subsistencia e) levantamiento f) colapso g) otro  
 diámetro máximo m - Número de efectos sobre una distancia de m - Máxima subsistencia/levantamiento cm  
**Forma:** a) redonda b) elíptica c) elongada d) cuadrada e) cónica positiva/negativa  
**Humedad:** a) alta b) moderada c) ausencia de humedad  
**Profundidad:** del terreno freático m Expulsión de agua Expulsión de arena (volcán de arena)  
**Velocidad:** a) extremadamente lenta b) muy lenta c) lenta d) moderadamente lenta e) rápida  
**Tiempo retraso / anticipación** respecto al evento sísmico hora

Nota

**Anomalía hidrológica**

**Efectos:** a) rebazamiento b) secamiento de manantial c) aparición de manantial d) ola, onda e) fuente de agua f) variación del nivel freático: g) tasa, proporción de descarga h) temperatura i) química j) turbidez del manantial río lago pozo fuente acueducto. **Otros**  
 Variación de la temperatura C° - variación de la descarga l/s  
 Variación de la composición química - Variación: Permanente/temporánea de duración hora  
**Tsunami:** máxima altura de ola m longitud m Longitud de costa afectada km  
**Velocidad:** a) extremadamente lenta b) muy lenta c) lenta d) moderadamente rápida e) rápida  
**Tiempo:** a) retraso b) anticipación respecto a la manifestación del evento sísmico hora

Nota

Intensidad atribuida IV V VI VII VIII IX X XI XII

Basas principalmente en la Escala INQUA u otras escalas de intensidad -----

**Terremoto**  
 Región: SAN MARTÍN Hora UTC 8:55 pm Intensidad Epicentral MM EMS MSK JMA  
 Magnitud MI Ms Mb Mw 7.0 Profundidad Focal 115 km Instituto que proporciona la fuente IGP  
 Latitud 05.80 S Longitud 76.20 E Sistema de referencia cartográfica Cartográfico

**Punto de Observación**  
 N° 05 Fecha/Hora 30-10-05 / 9 am Observador M. Vilchez Localidad Soritor  
 Lat. 9321000 Long. 267000 Km del epicentro 103 Intensidad Local MM EMS PGA Lugar Foto S N  
**Localización Geomorfológica:** a) talud de montaña b) valle intermontano c) talud de colina d) abanico aluvial e) terraza aluvial  
 f) delta g) llanura aluvial h) pantano, estero i) acantilado de mar/río j) margen de río/lago k) costa marina/lacustre  
 l) llanura árida-semiárida m) desierto n) otros: Llanura  
**Breve descripción:** terreno plano poco inclinado  
**Efectos principales en el terreno:** a) daños colapsos de edificios solo multiples edificios; b) puente c) viaducto  
 d) Túnel e) ferrocarril f) autopista g) asfaltada no asfaltada

**Efectos Ambientales**  
**Geológicos** Origen: tectónica sacudimiento del terreno neo-formacionales reactivaciones  
 a) fallamiento superficial b) fracturas abiertas en el substrato rocoso c) fracturas en el terreno d) movimiento del talud  
 e) sumidero por desplome (sinkhole) f) asentamiento del terreno g) licuefacción h) extensión lateral i) cambios en el manantial,  
 vertientes, pozos de agua l) emisión de gas m) movimiento de masas sobre superficies no inclinadas  
 Otros  
**No geológicos** a) ruido b) emisión de luz c) efecto sobre vegetación: hierba quemada árboles rotos ramas rotas  
 caída de frutas.....  
**Breve descripción.** Basculamiento de ramas y troncos de árboles.  
**Litología afectada**  
**Rocas** a) intrusivas b) metamórficas c) volcánicas lava roca piroclástica d) sedimentaria: lutitas arcillolita areniscas  
 conglomerados calcáreos sal de roca  
**Estructura** compacta semi coherente pseudo-coherente esquistosa masiva estratificada  
**Sedimento incoherente** a) suelo b) arcilla c) limo d) arena e) grava f) coluvial de talud g) terreno de relleno  
 Notas

**Frecuencia de efectos observados**  
 a) solo b) Múltiples Número sobre una superficie de Km2 Ateriores terremotos: a) Ya observados/  
 activados b) Nunca observados durante anteriores eventos sísmicos  
**Máxima dimensión:** longitud m ancho m área m2 volumen m3  
**Dimensión promedio:** Longitud m ancho m área m2 volumen m3

**Diseño**





**Fallamiento superficial** rumbo inclinación  
**Tipo de movimiento:** a) Normal b) Inversa c) Oblicua d) Desplazamiento de rumbo dextral e) Desplazamiento de rumbo sinistral  
 longitud total km nº de segmentos a) Alineamientos b) en-echelon dextral c) en-echelon sinistral  
**Desplazamiento máx. (lateral):** vertical cm horizontal cm **Desplazamiento medio:** vertical cm horizontal cm  
**Elementos dislocados** **Escarpe:** a) sola b) múltiple **Otros fenómenos:** a) flexión del terreno  
 b) rotura por ración c) hundimiento por gravedad a lo largo de la falla.  
 Nota

**Rotura del terreno**  
**Tipo:** fractura rumbo inclinación desplazamiento cm sentido del desplazamiento  
 Longitud máxima m - número de fracturas sobre una distancia de m - máxima abertura cm  
**Forma:** a) rectilínea b) sinuosa c) curvilínea  
**Posible origen:** a) fallamiento superficial/tectónica b) deslizamiento/derrumbe c) asentamiento del terreno d) despegue  
 Nota

**Movimiento del talud**  
**Rápido:** a) caída de roca/detrito b) rodamiento de roca/detrito c) deslizamiento de roca/detrito d) avalancha e) deslizamiento de fango f) colada (flujo) de detritos g) colada de tierra h) colada de fango  
**Lento:** i) lento deslizamiento j) colada lenta de tierra k) colada lenta de fango  
**Otros:** l) extensión lateral m) DGPV (deformación de gravedad profunda del talud) n)-----  
 Máxima dimensión de bloques m<sup>3</sup> sobre una distancia de m - volumen total m<sup>3</sup>  
**Humedad:** a) muy húmedo b) moderada húmedo c) ausencia de humedad **Edad** a) muy viejo b) reciente c) nuevo  
**Actividad:** a) primera activación b) ya activa parcialmente totalmente c) estadio retraso para la manifestación del movimiento respecto al evento sísmico hora  
 Nota

**Asentamiento del terreno - colapso**  
**Tipo:** a) licuefacción b) compactación c) expansión lateral d) subsidencia e) levantamiento f) colapso g) otro  
 diámetro máximo m - Número de efectos sobre una distancia de m - Máxima subsidencia/levantamiento cm  
**Forma:** a) redonda b) elíptica c) elongada d) cuadrada e) cónica positiva/negativa  
**Humedad:** a) alta b) moderada c) ausencia de humedad  
**Profundidad:** del terreno freático m Expulsión de agua Expulsión de arena (volcán de arena)  
**Velocidad:** a) extremadamente lenta b) muy lenta c) lenta d) moderadamente lenta e) rápida  
**Tiempo:** retraso / anticipación respecto al evento sísmico hora  
 Nota

**Anomalía hidrológica**  
**Efectos:** a) rebazamiento b) secamiento de manantial c) aparición de manantial d) ola, onda e) fuente de agua f) variación del nivel freático: g) tasa, proporción de descarga h) temperatura i) química j) turbidez del manantial río lago pozo fuente acueducto. **Otros**  
 Variación de la temperatura C° - variación de la descarga l/s  
 Variación de la composición química - Variación: Permanente/temporánea de duración hora  
**Tsunami:** máxima altura de ola m longitud m Longitud de costa afectada km  
**Velocidad:** a) extremadamente lenta b) muy lenta c) lenta d) moderadamente rápida e) rápida  
**Tiempo:** a) retraso b) anticipación respecto a la manifestación del evento sísmico hora  
 Nota

Intensidad atribuida IV V VI VII VIII IX X XI XII

Basas principalmente en la Escala INQUA u otras escalas de intensidad -----

**Terremoto**

Región: SAN MARTÍN Hora UTC 8:55 pm Intensidad Epicentral MM EMS MSK JMA  
 Magnitud MI Ms Mb Mw 7.0 Profundidad Focal 115 km Instituto que proporciona la fuente IGP  
 Latitud 05, 80 S Longitud 76, 20 E Sistema de referencia cartográfica Cartográfico

**Punto de Observación**

Nº 06 Fecha/Hora 31-10-05 / 10 am Observador M. Vilchez Localidad Nueva Cajamarca  
 Lat. 9342800 Long. 245500 Km del epicentro 110 Intensidad Local MM EMS PGA Lugar Foto S N

**Localización Geomorfológica:** a) talud de montaña b) valle intermontano c) talud de colina d) abanico aluvial e) terraza aluvial

f) delta g) llanura aluvial h) pantano, estero i) acantilado de mar/río j) margen de río/lago k) costa marina/lacustre

l) llanura árida-semiárida m) desierto n) otros:

**Breve descripción:** terreno plano algo ondulado

**Efectos principales en el terreno:** a) daños colapsos de edificios solo multiples edificios; b) puente c) viaducto

d) Túnel e) ferrocarril f) autopista g) asfaltada no asfaltada

**Efectos Ambientales**

**Geológicos** Origen: tectónica sacudimiento del terreno neo-formacionales reactivaciones

a) fallamiento superficial b) fracturas abiertas en el substrato rocoso c) fracturas en el terreno d) movimiento del talud

e) sumidero por desplome (sinkhole) f) asentamiento del terreno g) licuefacción h) extensión lateral i) cambios en el manantial,

vertientes, pozos de agua l) emisión de gas m) movimiento de masas sobre superficies no inclinadas

Otros

**No geológicos** a) ruido b) emisión de luz c) efecto sobre vegetación: hierba quemada árboles rotos ramas rotas

caída de frutas.....

**Breve descripción.** Basculamiento de ramas y troncos de árboles

**Litología afectada**

**Rocas** a) intrusivas b) metamórficas c) volcánicas lava roca piroclástica d) sedimentaria : lutitas arcillolita areniscas

conglomerados calcáneos sal de roca

**Estructura** compacta semi coherente pseudo-coherente esquistosa masiva estratificada

**Sedimento incoherente** a) suelo b) arcilla c) limo d) arena e) grava f) coluvial de talud g) terreno de relleno

Notas depósitos aluviales

**Frecuencia de efectos observados**

a) solo b) Múltiples Número sobre una superficie de Km2 Ateriores terremotos: a) Ya observados/

activados b) Nunca observados durante anteriores eventos sísmicos

**Máxima dimensión:** longitud m ancho m área m2 volumen m3

**Dimensión promedio:** Longitud m ancho m área m2 volumen m3

**Diseño**





Earthquake  
Environmental  
Effects  
EEE  
Scale

## Hoja 2: detalles

### Fallamiento superficial

rumbo

inclinación

**Tipo de movimiento:** a) Normal b) Inversa c) Oblicua d) Desplazamiento de rumbo dextral e) Desplazamiento de rumbo sinistral

longitud total km n° de segmentos a) Alineamientos b) en-echelon dextral c) en-echelon sinistral

**Desplazamiento máx. (lateral):** vertical cm horizontal cm **Desplazamiento medio:** vertical cm horizontal cm

**Elementos dislocados** **Escarpe:** a) sola b) multiple **Otros fenómenos:** a) flexión del terreno

b) rotura por ración c) hundimiento por gravedad a lo largo de la falla.

Nota

### Rotura del terreno

**Tipo:** fractura rumbo inclinación desplazamiento cm sentido del desplazamiento

Longitud máxima m - número de fracturas sobre una distancia de m - máxima abertura cm

**Forma:** a) rectilínea b) sinuosa c) curvilínea

**Posible origen:** a) fallamiento superficial/tectónica b) deslizamiento/derrumbe c) asentamiento del terreno d) despegue

Nota

### Movimiento del talud

**Rápido:** a) caída de roca/detrito b) rodamiento de roca/detrito c) deslizamiento de roca/detrito d) avalancha e) deslizamiento de fango f) colada (flujo) de detritos g) colada de tierra h) colada de fango

**Lento:** i) lento deslizamiento j) colada lenta de tierra k) colada lenta de fango

**Otros:** l) extensión lateral m) DGPV (deformación de gravedad profunda del talud) n)-----

Máxima dimensión de bloques m<sup>3</sup> sobre una distancia de m - volumen total m<sup>3</sup>

**Humedad:** a) muy húmedo b) moderada húmedo c) ausencia de humedad **Edad:** a) muy viejo b) reciente c) nuevo

**Actividad:** a) primera activación b) ya activa parcialmente totalmente c) estadio retraso para la manifestación del movimiento respecto al evento sísmico hora

Nota

### Asentamiento del terreno - colapso

**Tipo:** a) licuefacción b) compactación c) expansión lateral d) subsidencia e) levantamiento f) colapso g) otro

diámetro máximo m - Número de efectos sobre una distancia de m - Máxima subsidencia/levantamiento cm

**Forma:** a) redonda b) elíptica c) elongada d) cuadrada cónica positiva/negativa

**Humedad:** a) alta b) moderada c) ausencia de humedad

**Profundidad:** del terreno freático m Expulsión de agua Expulsión de arena (volcán de arena)

**Velocidad:** a) extremadamente lenta b) muy lenta c) lenta d) moderadamente lenta e) rápida

**Tiempo:** retraso / anticipación respecto al evento sísmico hora

Nota

### Anomalía hidrológica

**Efectos:** a) rebazamiento b) secamiento de manantial c) aparición de manantial d) ola, onda e) fuente de agua f) variación del nivel freático: g) tasa, proporción de descarga h) temperatura i) química j) turbidez del manantial río lago pozo fuente acueducto. **Otros**

Variación de la temperatura C° - variación de la descarga l/s

Variación de la composición química - Variación: Permanente/temporánea de duración hora

**Tsunami:** máxima altura de ola m longitud m Longitud de costa afectada km

**Velocidad:** a) extremadamente lenta b) muy lenta c) lenta d) moderadamente rápida e) rápida

**Tiempo:** a) retraso b) anticipación respecto a la manifestación del evento sísmico hora

Nota

Intensidad atribuida IV V VI VII VIII IX X XI XII

Basas principalmente en la Escala INQUA u otras escalas de intensidad -----



Earthquake  
Environmental  
Effects  
Scale

## Hoja 1: Generalidades

### Terremoto

Región: **SAN MARTÍN** Hora UTC **8:55 pm** Intensidad Epicentral **MM** EMS MSK JMA  
Magnitud **MI** Ms Mb Mw **7.0** Profundidad Focal **115 km** Instituto que proporciona la fuente **IGP**  
Latitud **05.80 S** Longitud **76.20 E** Sistema de referencia cartográfica **Cartográfico**

### Punto de Observación

Nº **07** Fecha/Hora **31-10-05 / 11 am** Observador **M. Vilchez** Localidad **Aguas Claras - Naranjos**  
Lat. **9367500** Long. **215200** Km del epicentro **110** Intensidad Local **MM** EMS PGA Lugar Foto S N

**Localización Geomorfológica:** a) talud de montaña b) valle intermontano **c) talud de colina** d) abanico aluvial **e) terraza aluvial**

f) delta **g) llanura aluvial** h) pantano, estero i) acantilado de mar/río j) margen de río/lago k) costa marina/lacustre

l) llanura árida-semiárida m) desierto n) otros:

**Breve descripción:** terrenos conformados por colinas cubiertas por vegetación muy densa.

**Efectos principales en el terreno:** a) daños colapsos de edificios solo multiples edificios; b) puente c) viaducto

d) Túnel e) ferrocarril f) autopista g) asfaltada no asfaltada

### Efectos Ambientales

**Geológicos** Origen: **tectónica sacudimiento del terreno** neo-formacionales reactivaciones

a) fallamiento superficial b) fracturas abiertas en el substrato rocoso c) fracturas en el terreno d) movimiento del talud

e) sumidero por desplome (sinkhole) f) asentamiento del terreno g) licuefacción h) extensión lateral **i) cambios en el manantial,**

**vertientes,** pozos de agua l) emisión de gas m) movimiento de masas sobre superficies no inclinadas

Otros

**No geológicos** **a) ruido** b) emisión de luz **c) efecto sobre vegetación:** hierba quemada árboles rotos ramas rotas

caída de frutas.....

**Breve descripción.** Basculamiento de ramas y troncos de árboles.

### Litología afectada

**Rocas** a) intrusivas b) metamórficas c) volcánicas lava roca piroclástica **d) sedimentaria:** lutitas arcillolita areniscas

conglomerados **calcáreos** sal de roca

**Estructura** compacta semi coherente pseudo-coherente esquistosa masiva **estratificada**

**Sedimento incoherente** a) suelo **b) arcilla** c) limo d) arena e) grava f) coluvial de talud g) terreno de relleno

Notas

### Frecuencia de efectos observados

a) solo b) Múltiples Número sobre una superficie de Km2 Ateriores terremotos: a) Ya observados/

activados b) Nunca observados durante anteriores eventos sísmicos

**Máxima dimensión:** longitud m ancho m área m2 volumen m3

**Dimensión promedio:** Longitud m ancho m área m2 volumen m3

### Diseño





INQUA



Earthquake  
Environmental  
Effects

EEE  
Scale

## Hoja 2: detalles

### Fallamiento superficial

rumbo

inclinación

**Tipo de movimiento:** a) Normal b) Inversa c) Oblicua d) Desplazamiento de rumbo dextral e) Desplazamiento de rumbo sinistral

longitud total km n° de segmentos a) Alineamientos b) en-echelon dextral c) en-echelon sinistral

**Desplazamiento máx. (lateral):** vertical cm horizontal cm **Desplazamiento medio:** vertical cm horizontal cm

**Elementos dislocados** **Escarpe:** a) sola b) múltiple **Otros fenómenos:** a) flexión del terreno

b) rotura por ración c) hundimiento por gravedad a lo largo de la falla.

Nota

### Rotura del terreno

**Tipo:** fractura rumbo inclinación desplazamiento cm sentido del desplazamiento

Longitud máxima m - número de fracturas sobre una distancia de m - máxima abertura cm

**Forma:** a) rectilínea b) sinuosa c) curvilínea

**Posible origen:** a) fallamiento superficial/tectónica b) deslizamiento/derrumbe c) asentamiento del terreno d) despegue

Nota

### Movimiento del talud

**Rápido:** a) caída de roca/detrito b) rodamiento de roca/detrito c) deslizamiento de roca/detrito d) avalancha e) deslizamiento de fango f) colada (flujo) de detritos g) colada de tierra h) colada de fango

**Lento:** i) lento deslizamiento j) colada lenta de tierra k) colada lenta de fango

**Otros:** l) extensión lateral m) DGPV (deformación de gravedad profunda del talud) n) -----

Máxima dimensión de bloques m<sup>3</sup> sobre una distancia de m - volumen total m<sup>3</sup>

**Humedad:** a) muy húmedo b) moderada húmedo c) ausencia de humedad **Edad:** a) muy viejo b) reciente c) nuevo

**Actividad:** a) primera activación b) ya activa parcialmente totalmente c) estadio retraso para la manifestación del movimiento respecto al evento sísmico hora

Nota

### Asentamiento del terreno - colapso

**Tipo:** a) licuefacción b) compactación c) expansión lateral d) subsidencia e) levantamiento f) colapso g) otro

diámetro máximo m - Número de efectos sobre una distancia de m - Máxima subsidencia/levantamiento cm

**Forma:** a) redonda b) elíptica c) elongada d) cuadrada e) cónica positiva/negativa

**Humedad:** a) alta b) moderada c) ausencia de humedad

**Profundidad:** del terreno freático m Expulsión de agua Expulsión de arena (volcán de arena)

**Velocidad:** a) extremadamente lenta b) muy lenta c) lenta d) moderadamente lenta e) rápida

**Tiempo:** retraso / anticipación respecto al evento sísmico hora

Nota

### Anomalia hidrológica

**Efectos:** a) rebazamiento **b) secamiento de manantial** c) aparición de manantial d) ola, onda e) fuente de agua f) variación del nivel freático: g) tasa, proporción de descarga h) temperatura i) química j) turbidez del manantial río lago pozo fuente acueducto. **Otros:** **desaparición e flujo de agua subterránea de manantial por unos días**

**Variación de la temperatura** C° - **variación de la descarga** l/s

**Variación de la composición química** - **Variación:** Permanente/temporánea de duración hora

**Tsunami:** máxima altura de ola m longitud m Longitud de costa afectada km

**Velocidad:** a) extremadamente lenta b) muy lenta c) lenta d) moderadamente rápida e) rápida

**Tiempo:** a) retraso b) anticipación respecto a la manifestación del evento sísmico hora

Nota

Intensidad atribuida IV V VI VII VIII IX X XI XII

Basas principalmente en la Escala INQUA u otras escalas de intensidad -----

<b>Terremoto</b>								
Región	<u>San Martín</u>	Hora UTC	<u>8:55 pm.</u>	Intensidad Epicentral	<u>MM</u>	EMS	MSK	JMA
Magnitud	<u>Ml</u>	Ms	Mb	Mw	Profundidad Focal	<u>115 km</u>	Instituto que proporciona la fuente	<u>IGP</u>
Latitud	<u>05,80 S</u>	Longitud	<u>76,20 E</u>	Sistema de referencia cartográfica		<u>Cartográfico</u>		

<b>Punto de Observación</b>													
Nº	<u>03</u>	Fecha/Hora	<u>29/10/05 3 pm</u>	Observador	<u>M. Vilchez</u>	Localidad	<u>Lamas - Tarapoto</u>						
Lat.	<u>9290106</u>	Long.	<u>332289</u>	Km del epicentro	<u>78</u>	Intensidad Local	<u>MM</u>	EMS	PGA	Lugar	Foto	S	N
<b>Localización Geomorfológica:</b> a) talud de montaña b) valle intermontano c) talud de colina d) abanico aluvial e) terraza aluvial f) delta g) llanura aluvial h) pantano, estero i) acantilado de mar/río j) margen de río/lago k) costa marina/lacustre l) llanura árida-semiárida m) desierto n) otros: <u>cima y ladera de colina de altura media</u>													
<b>Breve descripción:</b> <u>Cubierta totalmente por arbustos, substrato de areniscas, arcillitas y limolitas</u>													
<b>Efectos principales en el terreno:</b> a) <u>daños colapsos de edificios</u> solo multiples edificios; b) puente c) viaducto d) Túnel e) ferrocarril f) autopista g) asfaltada no asfaltada													
<u>Agrietamientos en paredes de tapial de 10 cm de abertura</u>													

<b>Efectos Ambientales</b>					
<b>Geológicos</b>	Origen:	<u>tectónica</u>	<u>sacudimiento del terreno</u>	neo-formacionales	reactivaciones
a) fallamiento superficial b) fracturas abiertas en el substrato rocoso c) fracturas en el terreno d) movimiento del talud e) sumidero por desplome (sinkhole) f) asentamiento del terreno g) licuefacción h) extensión lateral i) cambios en el manantial, vertientes, pozos de agua l) emisión de gas m) movimiento de masas sobre superficies no inclinadas					
Otros					
<b>No geológicos</b> a) <u>ruido</u> b) emisión de luz c) <u>efecto sobre vegetación:</u> hierba quemada árboles rotos ramas rotas caída de frutas.....					
<b>Breve descripción.</b> <u>Basculamiento de ramas y troncos de árboles</u>					
<b>Litología afectada</b>					
<b>Rocas</b> a) intrusivas b) metamórficas c) volcánicas lava roca piroclástica d) <u>sedimentaria</u> : lutitas <u>arcillolita</u> <u>areniscas</u> conglomerados calcáreos sal de roca					
<b>Estructura</b> compacta semi coherente pseudo-coherente esquistosa masiva <u>estratificada</u>					
<b>Sedimento incoherente</b> a) <u>suelo</u> b) arcilla c) limo d) arena e) grava f) coluvial de talud g) terreno de relleno					
Notas <u>Suelo areno-limoso a areno-arcilloso</u>					

<b>Frecuencia de efectos observados</b>							
a) solo	b) Múltiples	Número	sobre una superficie de	Km2	Ateriores terremotos: a) Ya observados/activados		
b) Nunca observados durante anteriores eventos sísmicos							
<b>Máxima dimensión:</b> longitud m ancho m área m2 volumen m3							
<b>Dimensión promedio:</b> Longitud m ancho m área m2 volumen m3							

<b>Diseño</b>
---------------





Earthquake  
Environmental  
Effects



## Hoja 2: detalles

**Fallamiento superficial**      rumbo      inclinación

**Tipo de movimiento:** a) Normal b) Inversa c) Oblicua d) Desplazamiento de rumbo dextral e) Desplazamiento de rumbo sinistral

longitud total      km      nº de segmentos      a) Alineamientos      b) en-echelon dextral      c) en-echelon sinistral

**Desplazamiento máx. (lateral):** vertical      cm      horizontal      cm      **Desplazamiento medio:** vertical      cm      horizontal      cm

**Elementos dislocados**      **Escarpe:** a) sola      b) múltiple      **Otros fenómenos:** a) flexión del terreno

b) rotura por ración      c) hundimiento por gravedad a lo largo de la falla.

Nota

**Rotura del terreno**

**Tipo:** fractura      rumbo      inclinación      desplazamiento      cm      sentido del desplazamiento

Longitud máxima      m - número de fracturas      sobre una distancia de      m - máxima abertura      cm

**Forma:** a) rectilínea      b) sinuosa      c) curvilínea

**Posible origen:** a) fallamiento superficial/tectónica      b) deslizamiento/derrumbe      c) asentamiento del terreno      d) despegue

Nota

**Movimiento del talud**

**Rápido:** a) caída de roca/detrito      b) rodamiento de roca/detrito      c) deslizamiento de roca/detrito      d) avalancha      e) deslizamiento de fango      f) colada (flujo) de detritos      g) colada de tierra      h) colada de fango

**Lento:** i) lento deslizamiento      j) colada lenta de tierra      k) colada lenta de fango

**Otros:** l) extensión lateral      m) DGPV (deformación de gravedad profunda del talud)      n) -----

Máxima dimensión de bloques      m<sup>3</sup>      sobre una distancia de      m - volumen total      m<sup>3</sup>

**Humedad:** a) muy húmedo      b) moderada húmedo      c) ausencia de humedad      **Edad:** a) muy viejo      b) reciente      c) nuevo

**Actividad:** a) primera activación      b) ya activa parcialmente totalmente      c) estadio retraso para la manifestación del movimiento respecto al evento sísmico      hora

Nota

**Asentamiento del terreno - colapso**

**Tipo:** a) licuefacción      b) compactación      c) expansión lateral      d) subsidencia      e) levantamiento      f) colapso      g) otro

diámetro máximo      m - Número de efectos      sobre una distancia de      m - Máxima subsidencia/levantamiento      cm

**Forma:** a) redonda      b) elíptica      c) elongada      d) cuadrada      cónica positiva/negativa

**Humedad:** a) alta      b) moderada      c) ausencia de humedad

**Profundidad:** del terreno freático      m      Expulsión de agua      Expulsión de arena (volcán de arena)

**Velocidad:** a) extremadamente lenta      b) muy lenta      c) lenta      d) moderadamente lenta      e) rápida

**Tiempo:** retraso / anticipación respecto al evento sísmico      hora

Nota

**Anomalia hidrológica**

**Efectos:** a) rebazamiento      b) secamiento de manantial      c) aparición de manantial      d) ola, onda      e) fuente de agua      f) variación del nivel freático:      g) tasa, proporción de descarga      h) temperatura      i) química      j) turbidez del manantial      río lago pozo fuente acueducto. **Otros**

**Variación de la temperatura**      C° - **variación de la descarga**      l/s

**Variación de la composición química**      - **Variación:** Permanente/temporánea de duración      hora

**Tsunami:** máxima altura de ola      m      longitud      m      Longitud de costa afectada      km

**Velocidad:** a) extremadamente lenta      b) muy lenta      c) lenta      d) moderadamente rápida      e) rápida

**Tiempo:** a) retraso      b) anticipación respecto a la manifestación del evento sísmico      hora

Nota

Intensidad atribuida IV V VI VII VIII IX X XI XII

Basas principalmente en la Escala INQUA u otras escalas de intensidad --INQUA-----