UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

XVII SIMPOSIO

"VULNERABILIDAD SISMICA ESTRUCTURAL Y EFECTOS DE SITIO"

EFECTOS DE SITIO EN EL ALTO MAYO-SISMOS 1990 Y 1991

Jorge E. Alva Hurtado
Luis Chang Chang

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES

INDICE

INTRODUCCION

REFERENCIAS

GEOLOGIA Y SISMOTECTONICA

SISMOLOGIA

INTENSIDADES REGIONALES Y LOCALES

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

EFECTOS SISMICOS EN EL TERRENO

MICROZONIFICACION SISMICA DE MOYOBAMBA

CONCLUSIONES

INTRODUCCION

- **Dos sismos moderados ocurrieron el 29 de Mayo de 1990 y el 4 de Abril de 1991 en el Valle del Alto Mayo, en el nororiente del Perú**

- **A pesar de tener magnitudes moderadas, el daño fue severo debido al tipo de construcción existente y a las condiciones del terreno en las áreas pobladas**

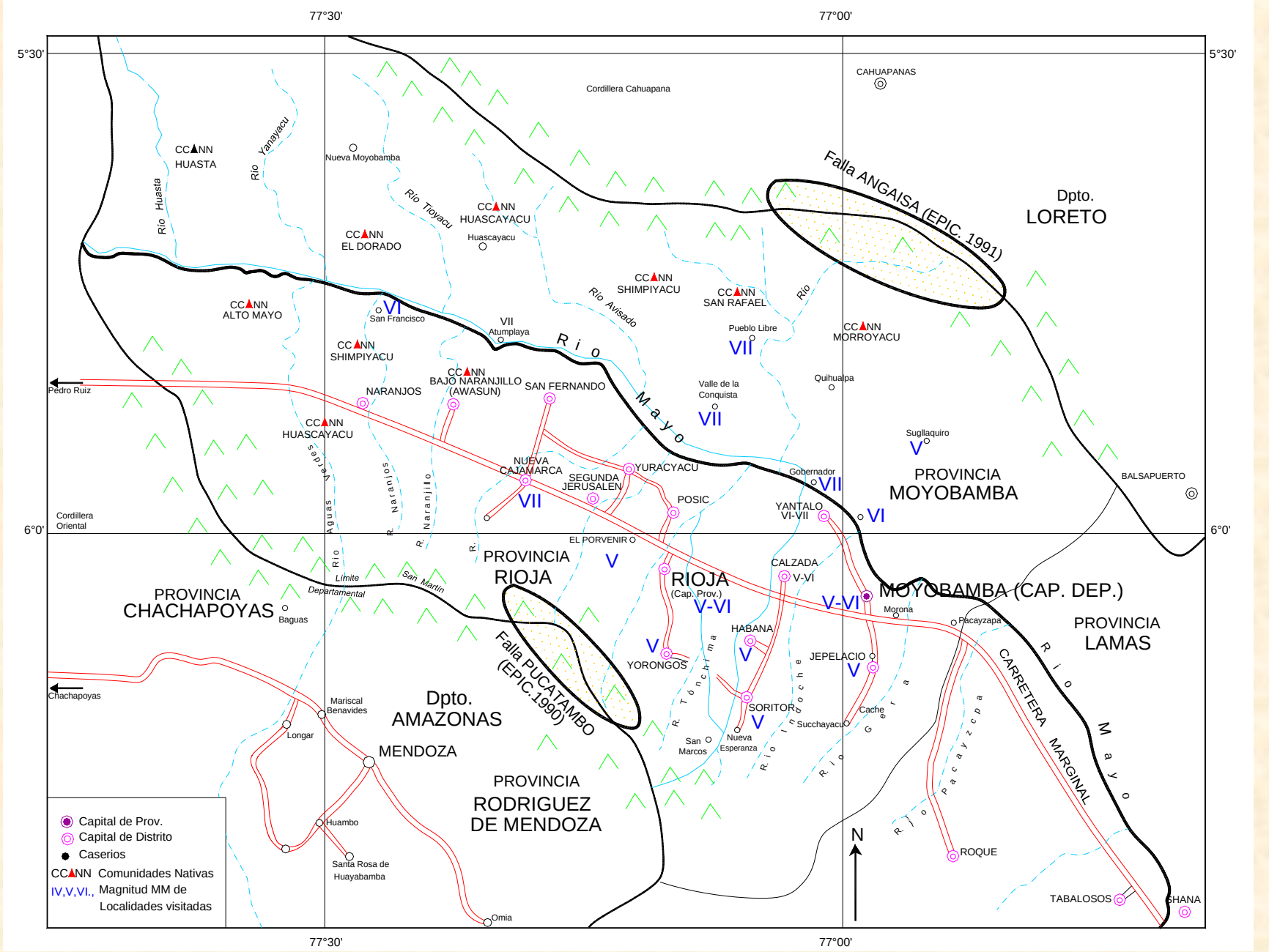
- **En las montañas cercanas se encuentran rocas sedimentarias del Jurásico al Cretáceo y en el Valle del Alto Mayo se han depositado materiales cuaternarios. Estos materiales consisten en suelos aluviales, coluviales, fluviales y residuales**

- **El río Mayo atraviesa la región, habiendo depositado materiales granulares sueltos y cohesivos blandos**

- **Durante los sismos ocurridos se ha reportado los siguientes efectos en el terreno: licuación de suelos, inestabilidad y erosión de suelos en los taludes, asentamientos diferenciales, amplificación de suelos y deslizamientos**

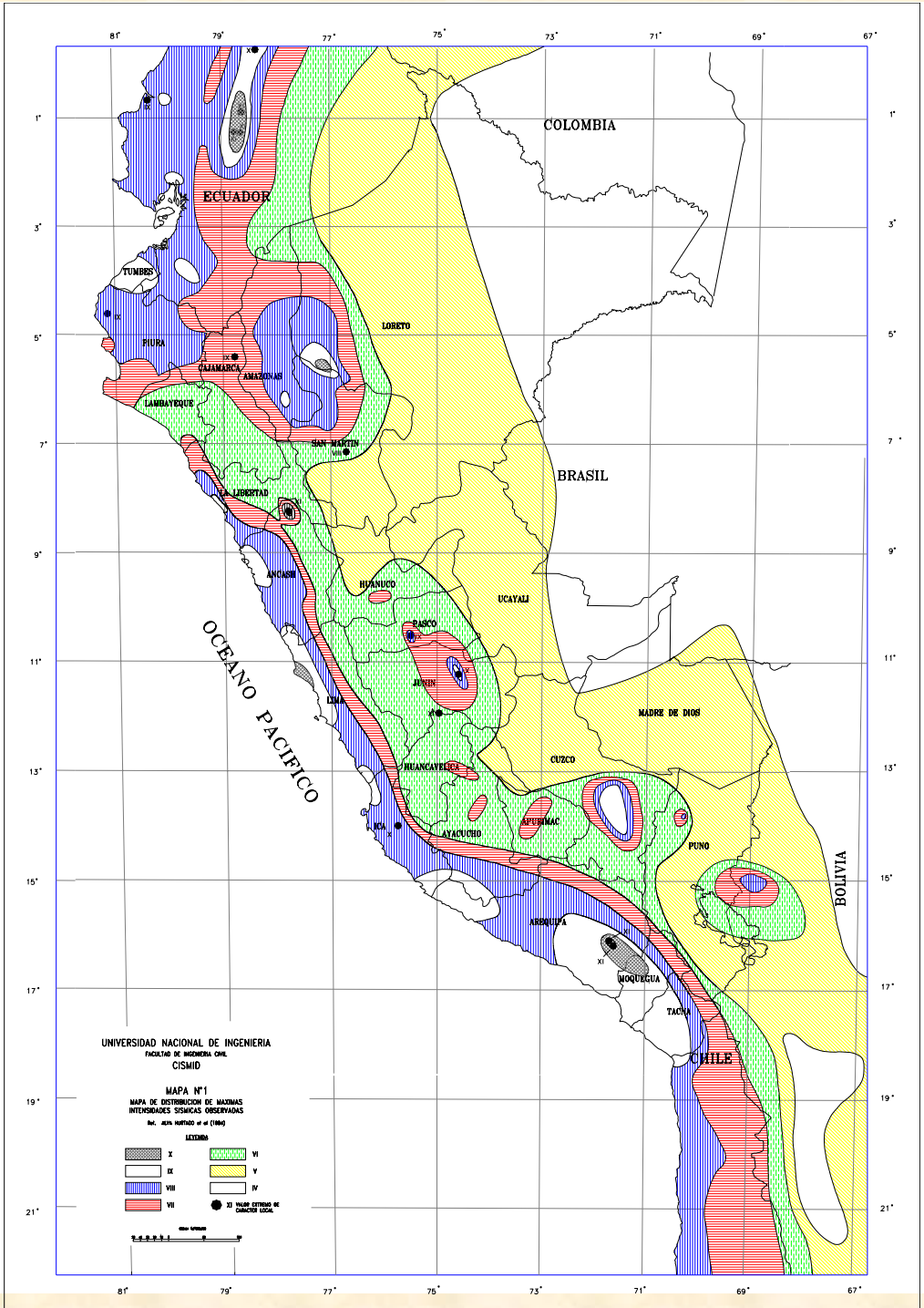
- **Se describen los efectos en el terreno ocasionados por los sismos y un resumen de las características geotécnicas de las principales ciudades estudiadas**

- **Se presenta la Microzonificación Sísmica de Moyobamba, la cual toma en consideración los efectos en el terreno ocasionados por los sismos presentados**



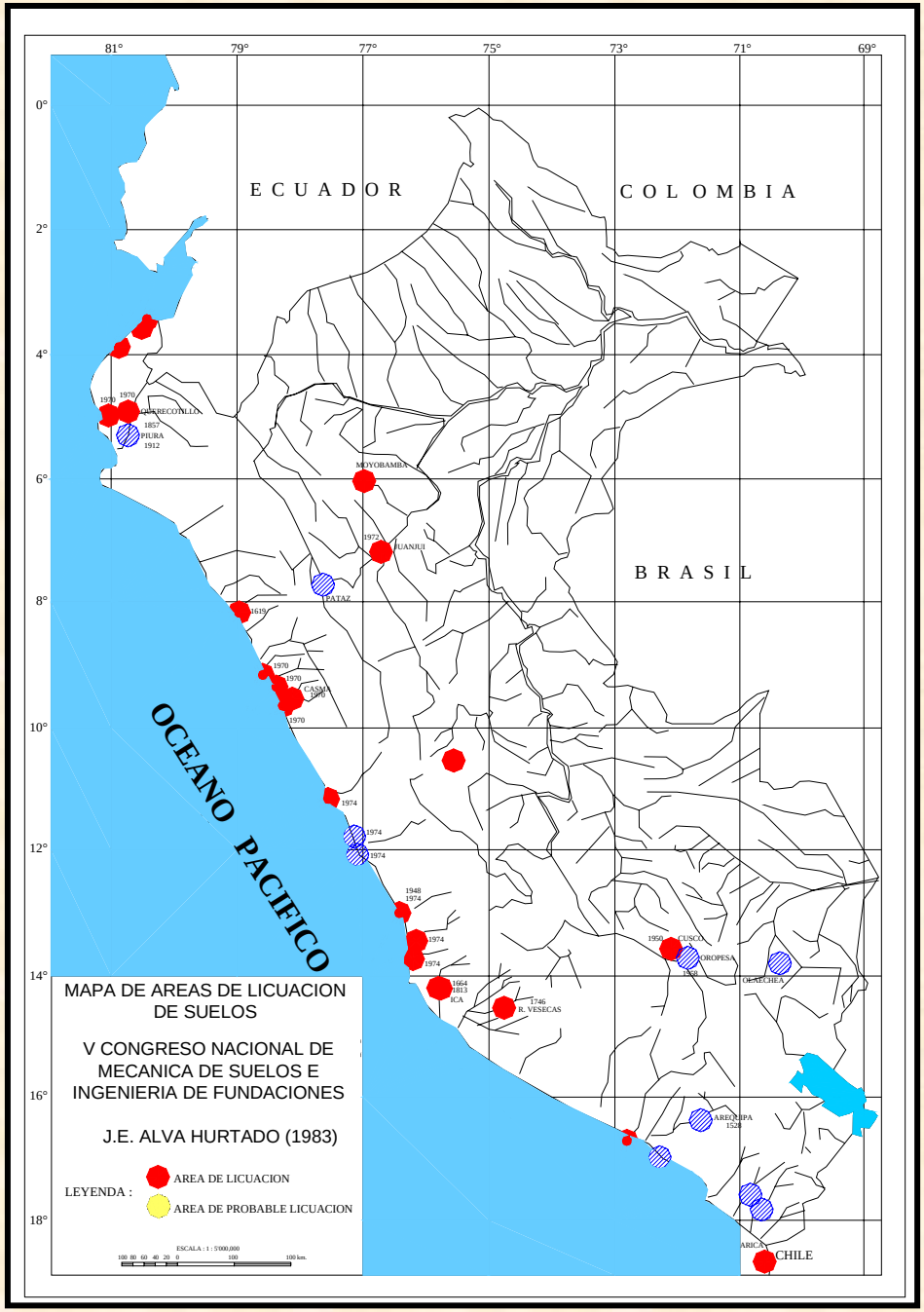
ZONA DE ESTUDIO

(Lara y Alva Hurtado , 1992)



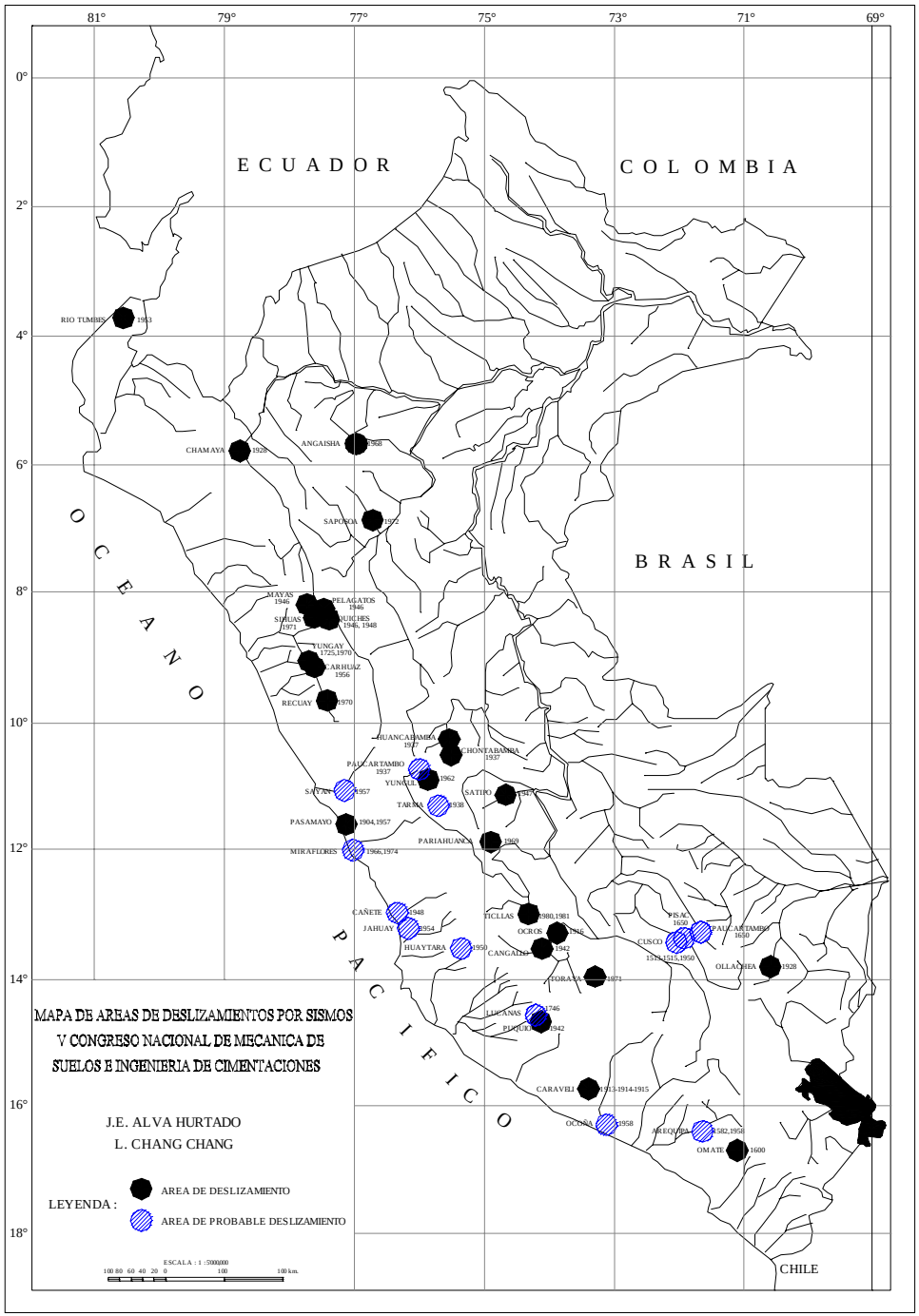
MAPA DE DISTRIBUCION DE MAXIMAS INTENSIDADES SISMICAS OBSERVADAS EN EL PERU

(Alva Hurtado et al, 1984)



MAPA DE LICUACION DE SUELOS EN EL PERU

(Alva Hurtado, 1983)



MAPA DE AREAS DE DESLIZAMIENTOS POR SISMOS EN EL PERU

(Alva Hurtado y Chang, 1987)

REFERENCIAS

- **Alva Hurtado J.E. (1983)**, “Breve Historia del Fenómeno de Licuación de Suelos en el Perú”, IV Congreso Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, Lima.

- **Alva Hurtado J.E., Meneses Loja J. y Guzmán León V. (1984)**, “Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú”, V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna.

- **Alva Hurtado J.E. y Chang Chang Luis (1987)**, “ Mapa de Areas de Deslizamientos por Sismos en el Perú”, V Congreso Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, Lima.

- **Alva Hurtado J.E., Meneses Loja J., Chang L., Lara Montani J. L. y Nishimura T. (1992)**, “Efectos en el Terreno Ocasionados por los Sismos del Alto Mayo”, IX Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Ica.

- **Huaco P., Vazquez M., Marín G. y Montesinos V. (1990),** “Intensidades Regionales Asociadas al Sismo del 30 de Mayo de 1990 en el Departamento de San Martín, Perú”, Instituto Geofísico del Perú.
- **Huaco P., Ponce L., Marín G., Gómez J. y Fernández E. (1992)**, “Intensidades Sísmicas en Areas Urbanas y Regionales del Sismo del 5 de Abril de 1991 en el Departamento de San Martín (Perú)”, Instituto Geofísico del Perú.
- **Lara Montani J.L. y Alva Hurtado J.E. (1992)**, “Microzonificación Sísmica de la ciudad de Moyobamba”, IX Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Ica.
- **Lara Montani J.L. (1992)**, “Microzonificación Sísmica de Moyobamba, Rioja y Soritor”, Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

- **Parra D., Aguilar Z., Ayquipa C. y Alva Hurtado J.E. (1992)**, “Evaluación del Potencial de Licuación de Suelos en la Ciudad de Moyobamba”, IX Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Ica.
- **Tavera H., Buforn E., Bernal I. y Antayhua Y. (2001)**, “Análisis de los Procesos de Ruptura de los Sismos Ocurridos en 1990 y 1991 en el Valle del Alto Mayo, Moyobamba-Perú”, Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, vol 91, pp 55-68.

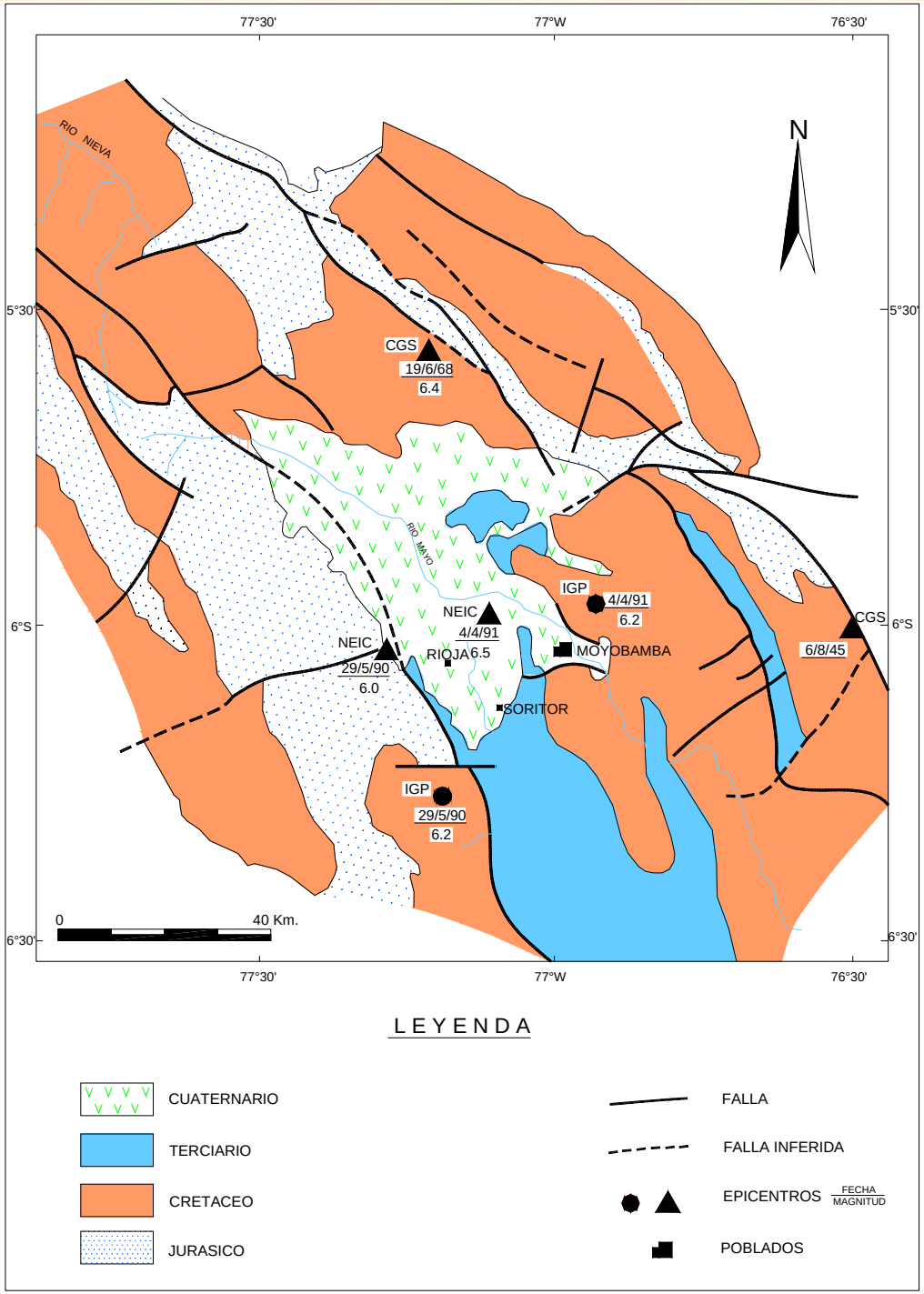
GEOLOGIA Y SISMOTECTONICA

El Alto Mayo pertenece a la Zona Subandina del norte del Perú.

Las rocas que afloran en los alrededores del Alto Mayo son rocas marinas y continentales sedimentarias del Jurásico al Cretáceo y rocas continentales del Terciario. Estas rocas están afectadas por una tectónica de pliegues y sobrescurrimientos.

El valle tiene depósitos cuaternarios fluvio-glaciales que cubren a las rocas. Existen depósitos de turba de gran profundidad, lo que significa que la mayor parte de la cuenca es lacustre a palustre.

El tipo de fallamiento corresponde a pliegues apretados y fallas inversas de alto ángulo que forman sistemas imbricados.



MAPA GEOLOGICO Y SISMOTECTONICO REGIONAL

(Lara y Alva Hurtado, 1992)

SISMOLOGIA

El 29 de Mayo de 1990 a las 9:34 pm (hora local) ocurrió un sismo con magnitud mb = 6.0 (NEIC). Las coordenadas epicentrales fueron -6.16° Latitud Sur y -77.229° Longitud Oeste localizado al suroeste de Rioja. La profundidad focal fue de 24 Km. La intensidad máxima fue de VII MMI, el número de muertos 70, más de 800 heridos y se registraron daños a 6000 viviendas de adobe y tapial. **(Huaco et al, 1990).**

Tavera et al (2001) indican que el sismo correspondió a una falla inversa cuyo plano de falla se orienta en dirección NW-SE buzando hacia el SW con un ángulo de 26-30 grados. El sismo obedeció a un proceso complejo de ruptura con una duración de 8 segundos, liberando una energía equivalente a un M_o = 5E18 Nm. De acuerdo al IGP el valor de M_w fue de 6.2.

El IGP **(Huaco et al, 1990)** preparó mapas de intensidades sísmicas para las localidades de Moyobamba, Rioja y Soritor en el Alto Mayo.

A partir del 4 de Abril de 1991 se produjeron dos terremotos en el Alto Mayo. El primero a las 10:23 a.m. (hora local) con una magnitud de mb=6.0 y el segundo a las 11:19 p.m. (hora local) con magnitud de mb=6.5. Los epicentros se localizaron a 22 Km al oeste de Moyobamba. La profundidad focal fue de 20 Km. La intensidad máxima del segundo sismo fue de VII MMI **(Huaco et al, 1992)**. El sismo produjo la muerte de 53 personas, 252 heridos y daños severos en 8000 viviendas en el área afectada.

Tavera et al (2001) indican que los mecanismos focales de ambos terremotos corresponden a fallas inversas con plano de falla orientado en dirección NW-SW buzando de 24-30 grados. El proceso de ruptura del primer sismo es simple con una duración de 6 segundos y momento sísmico de 2E18 Nm; mientras que el segundo sismo presenta un proceso complejo de ruptura asociado a dos eventos, el primero simple de 2 segundos y el segundo complejo de 8 segundos con un momento sísmico total de 6E19 Nm.

El CISMID (Lara, 1992) preparó mapas de intensidades sísmicas locales y la microzonificación sísmica de Moyobamba, Rioja y Soritor.

INTENSIDADES REGIONALES Y LOCALES

- 26 de Noviembre de 1877. Moyobamba sufrió seria sacudida de tierra. Intensidad de VI MMI

- 28 de Setiembre de 1906. Intensidad de VII MMI en Chachapoyas. Magnitud Ms = 7.5

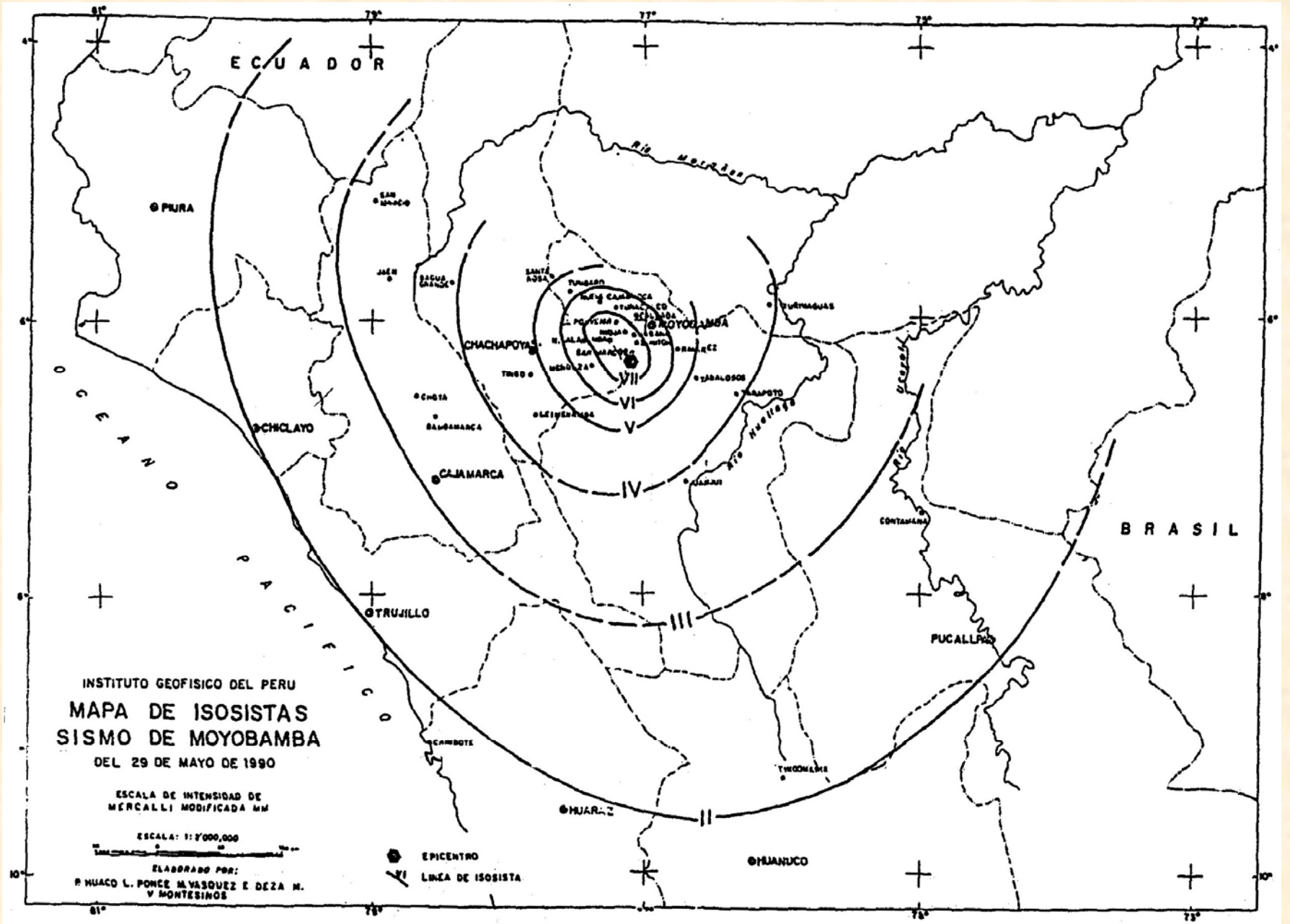
- 14 de Mayo de 1928. Chachapoyas sufrió destrucción casi total. Deslizamiento en Pinpincos (Valle de Chamaya) que causó 25 muertos. Intensidad máxima de X MMI y magnitud de Ms = 7.3

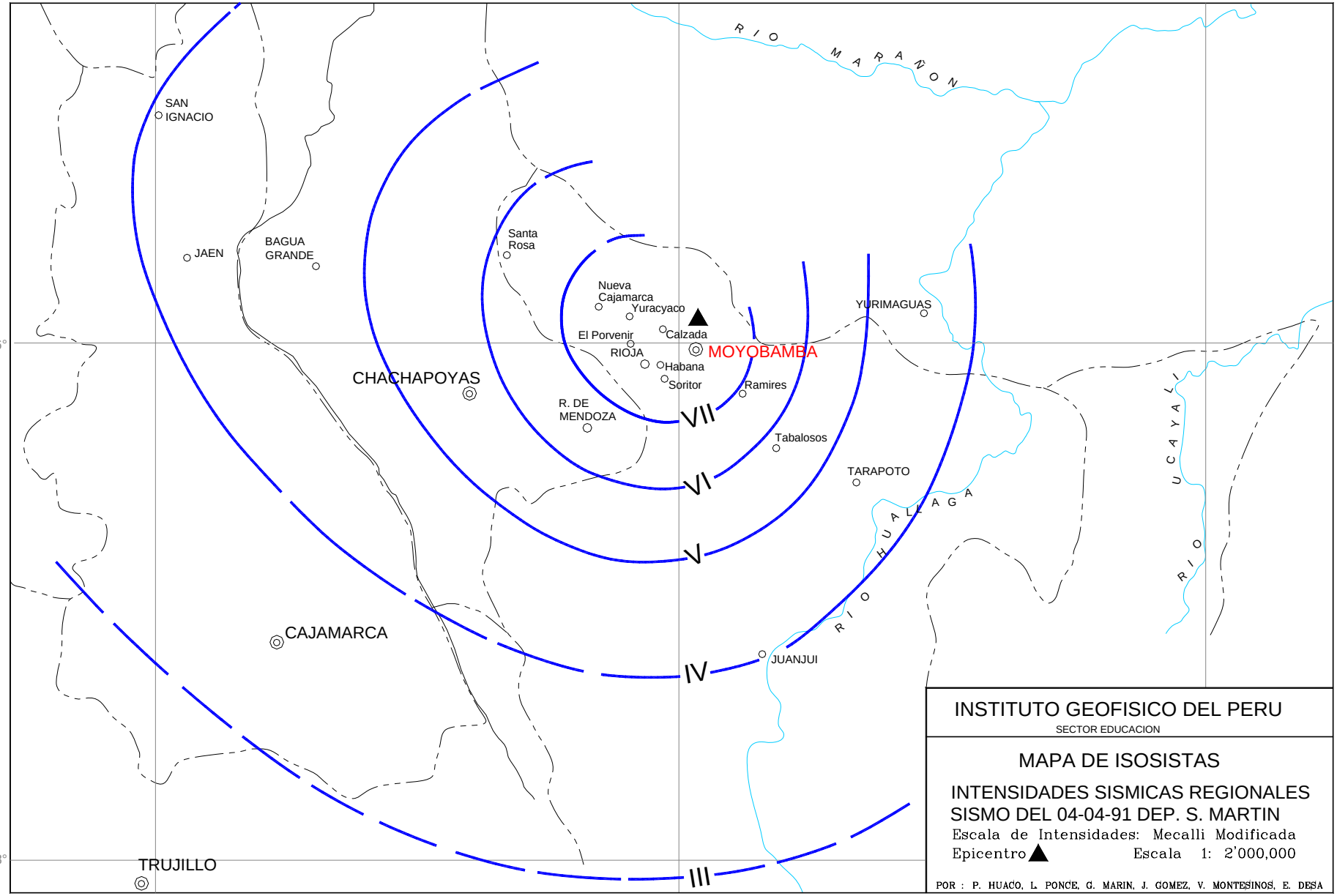
- 6 de Agosto de 1945. Sismo que afectó San Martín y Amazonas. Intensidad de VI MMI en Moyobamba, con epicentro al este de Moyobamba. Licuación de suelos en Shango, Tahuishco y Azungue

- 19 de Junio de 1968. Terremoto de Moyobamba. Causò la muerte de 15 personas. Magnitud de Ms=6.9 y mb=6.4. Intensidad màxima de IX MMI

- 29 de Mayo de 1990. Terremoto de Rioja. Magnitud mb=6.0 con epicentro al sur de Rioja. Ocasionó 70 muertos. Intensidad máxima de VII MMI

- 4 de Abril de 1991. Terremoto en Moyobamba. Magnitud mb=6.2 e intensidad máxima VII MMI. Causò 50 muertos y daños severos a 8000 viviendas. Epicentro al este de Moyobamba.


INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU
MAPA DE ISOSISTAS
SISMO DE MOYOBAMBA
DEL 29 DE MAYO DE 1990
ESCALA DE INTENSIDAD DE
MERCALLI MODIFICADA MM
ESCALA: 1:2'000,000
ELABORADO POR:
P. HUACO L. PONCE M. VASQUEZ E. DEZA M.
V. MONTESINOS
EPICENTRO
LINEA DE ISOSISTA
ECUADOR
BRASIL
OCEANO PACIFICO
PIURA
CHICLAYO
CAJAMARCA
TRUJILLO
CHACHAPOYAS
MOYOBAMBA
HUARAZ
HUANUCO
PUCALLPA
CONTAMANA
TURIMAGUAS
TARAPOTO
TINGO
CHOTA
JAEN
SANTA ROSA
VII
VI
V
IV
III
II



INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU

SECTOR EDUCACION

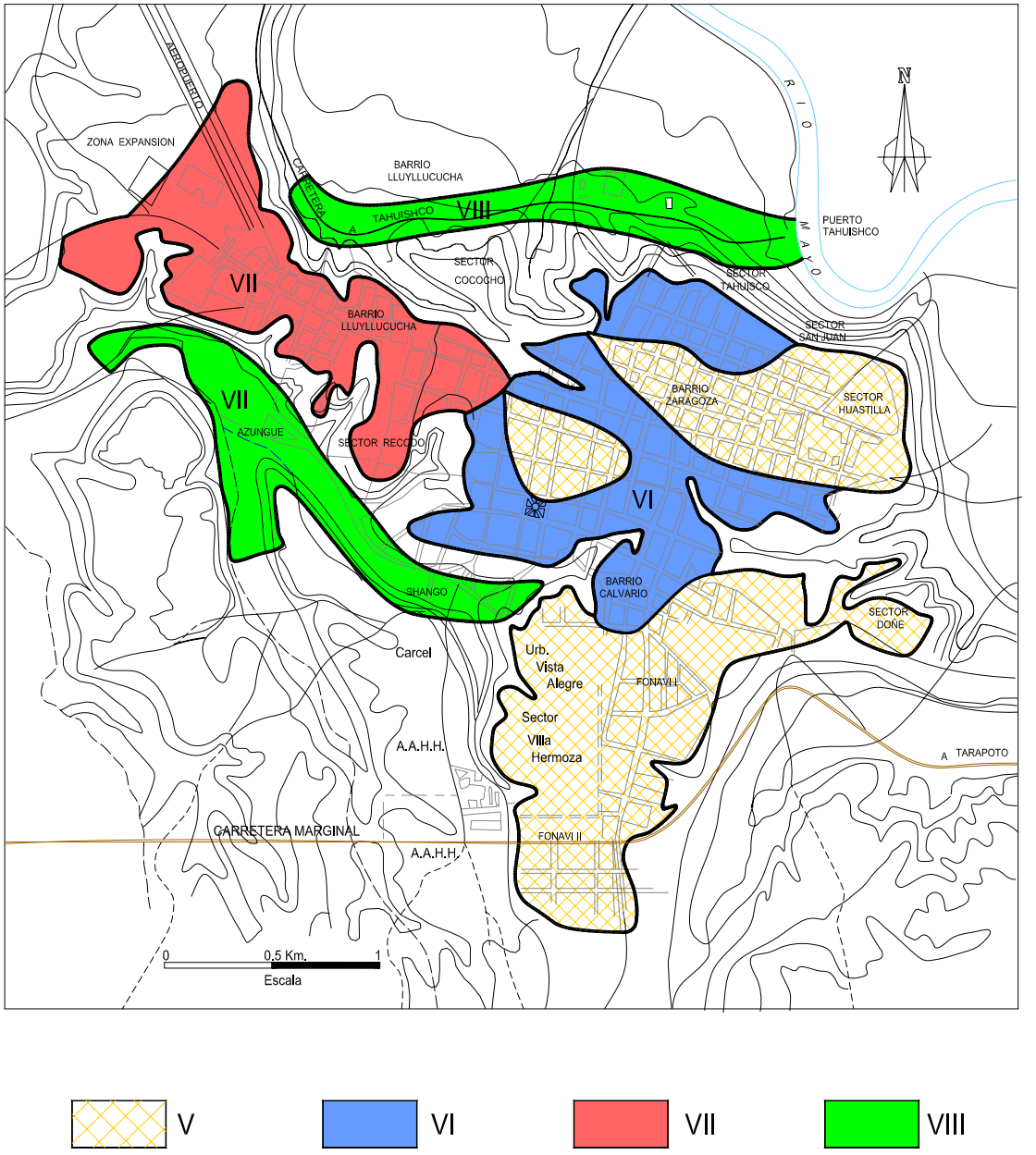
MAPA DE ISOSISTAS

INTENSIDADES SISMICAS REGIONALES
SISMO DEL 04-04-91 DEP. S. MARTIN

Escala de Intensidades: Mecalli Modificada

Epicentro ▲ Escala 1: 2'000,000

POR : P. HUACO, L. PONCE, G. MARIN, J. GOMEZ, V. MONTESINOS, E. DESA



V VI VII VIII

MAPA DE INTENSIDADES SISMICAS EN MOYOBAMBA (MMI)

(Lara y Alva Hurtado, 1992)

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

Zona de Rocas

Tipo sedimentario: areniscas, calizas y limolitas. Forman los cerros circundantes al Alto Mayo. Drenaje dendrìtico. Las rocas son susceptibles a la remoción de masas: caída de rocas, deslizamientos y derrumbes.

Zona de Suelos Residuales

Se localizan sobre la roca basal, producto de la meteorización y alteración. Constituyen los suelos de las partes elevadas de Moyobamba y Rioja. Tienen taludes inestables si son altos y con pocos finos.

Zona de Depósitos Cuaternarios Densos

Son depósitos coluviales y aluviales de buen drenaje y alta capacidad. Comprenden coluviones y terrazas con bloques y gravas en matriz arenosa. Se localizan en los valles tributarios del río Mayo, en la zona montañosa y en los primeros metros de la zona de baja pendiente. Poseen buena capacidad portante.

Zona de Depósitos Cuaternarios Blandos

Constituidos principalmente por arenas finas saturadas localizadas en las márgenes de los ríos principales y quebradas. También lo constituyen las intercalaciones de arcilla, turba y arena de origen lacustre que forman la gran planicie del Valle del Alto Mayo. En general este tipo de suelos tiene un mal comportamiento geotécnico.

EFECTOS SISMICOS EN EL TERRENO

- **Agrietamiento en el Terreno**

Se observaron grietas de tensión en la cresta de los taludes de la meseta de Moyobamba, asociadas con licuación de suelos y desplazamiento lateral; en carreteras como zonas de tensión que pueden desarrollar futuros deslizamientos y hundimientos; y en los suelos blandos en las márgenes del río Mayo.

- **Licuación de Suelos**

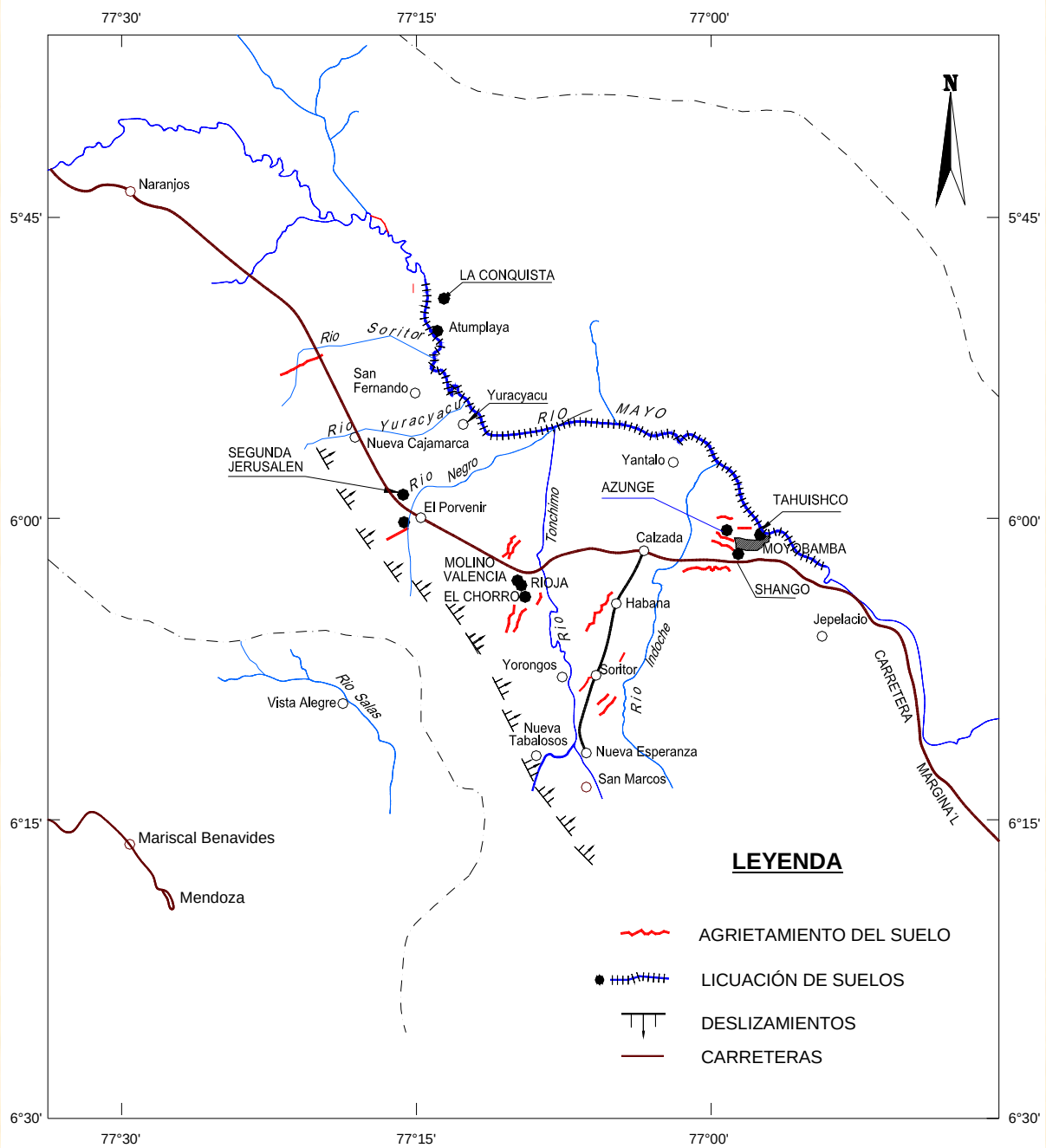
En 1991 en Puerto Tahuishco en Moyobamba, en el Centro Educativo. En tramos de la carretera Moyobamba-Tahuishco. En Azungue y Shango, partes bajas de Moyobamba. En 1990 se reportó licuación de suelos en El Chorro y Molino Valencia en Rioja y en Segunda Jerusalén-Azunguillo, Río Negro y La Conquista.

- **Amplificación de Suelos**

En base a las características geotécnicas de los suelos blandos, el fenómeno de amplificación de suelos ocurrió en Nueva Cajamarca, Naranjos, Segunda Jerusalén, San Fernando y Yuracyacu.

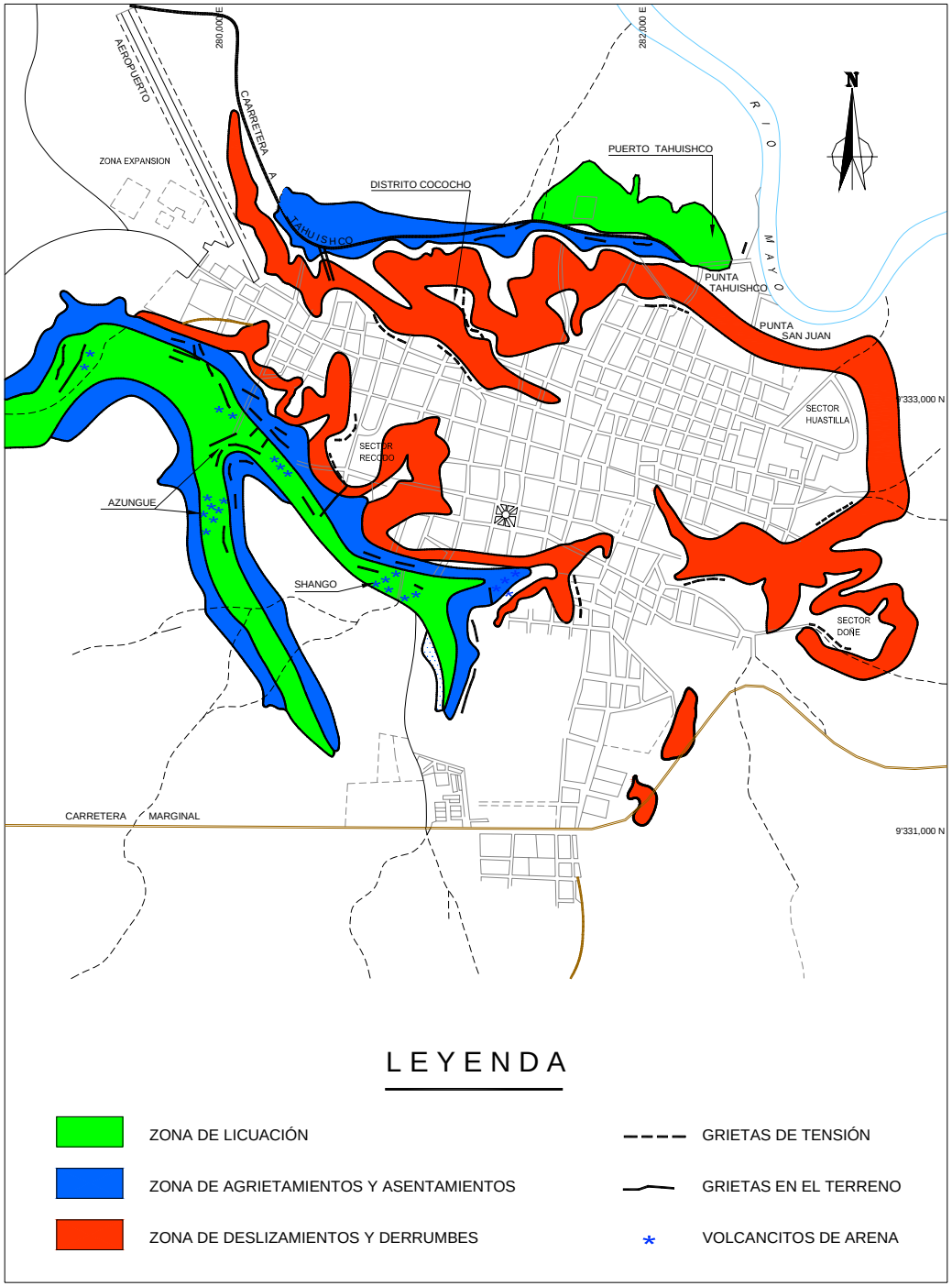
- **Deslizamientos**

Se produjeron los siguientes tipos de movimientos de masa durante los sismos de 1990 y 1991 en el Alto Mayo: caída de rocas; deslizamientos translacionales; deslizamientos rotacionales; deslizamientos en bloque y desplazamientos laterales.



EFECTOS SISMICOS EN EL TERRENO EN EL ALTO MAYO

(Alva Hurtado, Chang, Meneses , Nishimura y Lara , 1992)



PLANO DE ZONAS CRITICAS EN MOYOBAMBA

(Lara y Alva Hurtado, 1992)

AGRIETAMIENTO DEL TERRENO EN CARRETERA MOYOBAMBA - PUERTO TAHUISHCO DURANTE EL SISMO DE 1990

AGRIETAMIENTO DEL TERRENO CERCA AL COLEGIO DE TAHUISHCO DEBIDO A LICUACION DE SUELOS

DETALLES DE SUBSIDENCIA DE CARRETERA DURANTE EL SISMO DE 1990

AGRIETAMIENTO DEL TERRENO Y EYECCION DE AGUA EN EL COLEGIO DE TAHUISHCO DURANTE EL SISMO DE 1991

DAÑO A LA ESCUELA DE TAHUISHCO DEBIDO A ASENTAMIENTO DIFERENCIAL Y AGRIETAMIENTO DEL TERRENO DEBIDO A LICUACION

VISTA GENERAL DEL PUERTO DE TAHUISHCO EN EL RIO MAYO CERCA DE MOYOBAMBA

DAÑO A CASAS DE TAPIAL Y AGRIETAMIENTO DEL TERRENO DEBIDO A DESPLAZAMIENTO LATERAL EN AZUNGUE

AGRIETAMIENTO DEL TERRENO QUE PASA A TRAVES DE MURO DE ALBAÑILERIA EN SHANGO DEBIDO A LICUACION

SHANGO ESTA LOCALIZADO EN LA PARTE INFERIOR DE MOYOBAMBA. EL PERFIL DEL SUELO CONSISTE DE ARENAS Y ARENAS LIMOSAS CON DENSIDADES RELATIVAS BAJAS Y ALTO NIVEL FREATICO

DAÑO A ESTACION DE BOMBEO Y SUBESTACION ELECTRICA DEBIDO A LICUACION DE SUELOS

MICROZONIFICACION SISMICA DE MOYOBAMBA

- Se realizó este estudio después de la ocurrencia de los sismos de 1990 y 1991, para establecer las áreas susceptibles de sufrir daños sísmicos por efecto de las condiciones locales del suelo

- Se ejecutó una evaluación detallada de daños en la ciudad y un trabajo de exploración de campo y ensayos de laboratorio

- En la ciudad de Moyobamba existen tres zonas críticas: zona de licuación de suelos; zona de agrietamientos y asentamientos y zona de deslizamientos y derrumbes

- El programa de exploración de campo consistió en 20 ensayos de Cono Holandés y posteadora manual hasta los 6 metros de profundidad; 2 ensayos SPT en Azungue y 6 calicatas para obtener muestras inalteradas

- Se realizaron 61 mediciones de microtremor para determinar la distribución de curvas isoperíodos de períodos predominantes de vibración ambiental

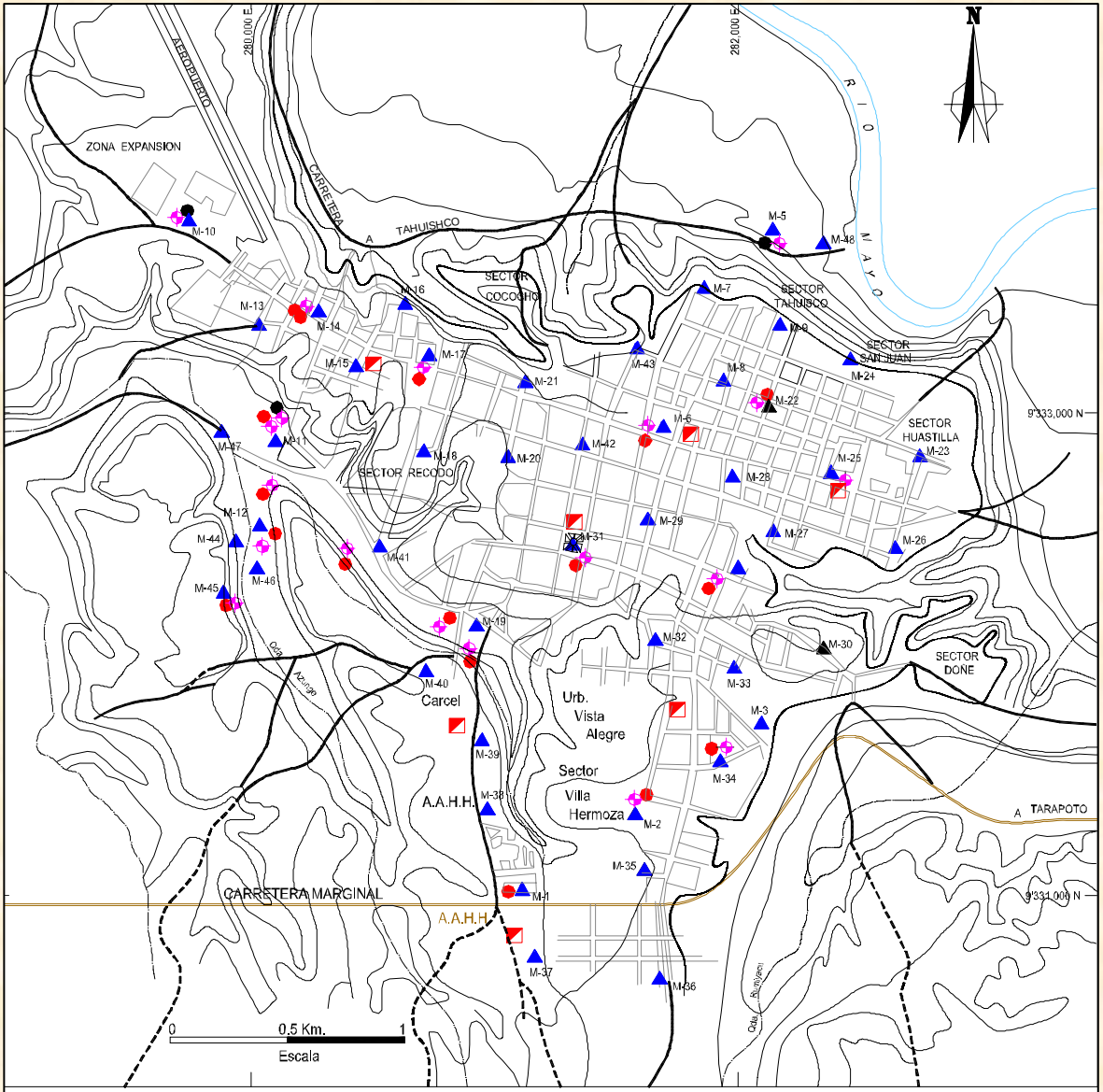
- Se ejecutaron ensayos de clasificación de suelos y ensayos especiales de resistencia cortante y compresibilidad

- La Zona I tiene arcillas plásticas con una potencia mayor a 5 m y se localiza al sur de la ciudad. La capacidad portante es de 1 a 1.5 kg/cm^2 con el nivel freático a más de 6 metros y el período predominante de 0.35 a 0.40 segs

- La Zona II consiste de arcillas de mediana plasticidad con potencia de 2-3 m; también existe arenas arcillosas. La capacidad portante es de 0.5 a 1 kg/cm^2 con el nivel freático a mas de 6 metros y el período predominante de 0.40 a 0.50 segs

- La Zona III contiene suelos areno-arcillosos en la superficie sobre suelos areno-limosos. La capacidad portante es de 0.5 kg/cm^2, el nivel freático está a más de 6 metros y el período predominante es de 0.40 a 0.50 segs

- Las Zonas IV y V son consideradas como críticas, no recomendándose su utilización para la construcción de obras



UBICACIÓN DE SONDAJES Y MICROTREMOR EN MOYOBAMBA

(Lara y Alva Hurtado, 1992)

LEYENDA

CALICATA

CONO HOLANDES

POSTEADORA MANUAL

MICROTREMOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CISMID - Laboratorio Geotécnica

REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID - JICA
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Moyobamba
UBICACION : Sector Tahuishco (C.E. 00494)

SONDAJE : P-1 (CPT-1)
FECHA : 15-07-90
OPERADOR : Tec. Roger Zumarán

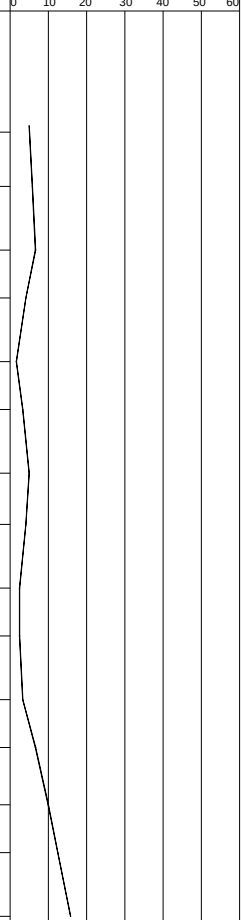
TIPO DE SONDAJE : CPT y Posteadora Manual
PROFUNDIDAD N.F. : 2.40 m.

Profund. (m.)	Espesor Estrato (m.)	Muestras Obtenidas	PRUEBAS DE CAMPO D. N. (gr/cc)	PRUEBAS DE CAMPO H. N. (%)	Simbología Gráfica	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL
1.15	1.15	M-1		12.9		SM	Arena limosa con lentes aislados de arcilla marrón oscura,No plastico; humeda y suelta. 19% de finos.
1.85	0.70	M-2		17.2		SC	Arena arcillosa marrón claro; grumos de arcilla plastica. Humeda y suelta, 3% de gravas y 37% de finos.
2.05		M-3		20.3		SM	Arena limosa marrón claro; húmeda y suelta. 16% de finos.
3.10	1.80	M-4		34.6		SP-SM	Arena limosa marrón claro con gravillas angulosas negras.Saturada y muy suelta. 4% de grava fina y 10% finos.
3.65		M-5		22.2		SM	Arena limosa marrón con gravillas, saturada y suelta. 27% de finos.
4.40	0.75	M-7		16.6		SC	Arena arcillosa marrón oscuro. Plasticidad media; saturada y suelta. 49% de finos. IP=35%.
6.80	2.80	M-8		21.0		SM	Arena limosa marrón claro; no plastico. Saturada y suelta- 26% de finos.
7.20		M-9		28.0		SP-SM	Arena limosa marrón claro con gravas finas angulosas. Saturada y poco densa Contiene 10% finos.
8.00	0.80	M-10		23.0		SP	Arena fina mal graduada con gravillas subredondeadas. Saturada. Contiene 4% de finos.

Profund. (m.)	NUMERO DE GOLPES/PIE
1.00	
1.45	N = 5
2.00	
2.45	N = 7
3.00	
3.45	N = 2
4.00	
4.45	N = 5
5.00	
5.45	N = 3
6.00	
6.45	N = 3
7.00	
7.45	N = 11
8.00	
8.45	N = 17

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR

GRAFICA DE N



REGISTRO DE SONDAJE EN TAHUISHCO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CISMID - Laboratorio Geotécnica

REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID - JICA
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Moyobamba
UBICACION : Sector Azungue

SONDAJE : P-17 (CPT-17)
FECHA : 23-07-90
OPERADOR : Tec. Roger Zumarán

TIPO DE SONDAJE : CPT y Posteadora Manual
PROFUNDIDAD N.F. : 1.30 m.

Profund. (m.)	Espesor (m.)	Estrato (m.)	Muestras Obtenidas	PRUEBAS DE CAMPO D. N. (gr/cc)	PRUEBAS DE CAMPO H. N. (%)	Simbología Gráfica	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL
0.55			M-1		14.9		SM	Arena limosa pardo plomizo. No plástico; húmeda y muy suelta, 20% de finos.
	2.00		M-2		16.6		SM	Arena limosa color pardo oscuro; no plástica. Húmeda y muy suelta. 24% de finos.
1.30								
			M-3		18.7		SM	Arena limosa pardusca; no plástica. Saturada y muy suelta. 29% de finos
2.00								
			M-4		18.6		SC	Arena arcillosa parda rojiza. Mediana plasticidad Saturada y muy suelta. 34% de finos.
2.50								
	2.40		M-5		23.3		SC	Arena arcillosa rojiza. Mediana plasticidad. Saturada y muy suelta. 33% de finos.
3.80								
			M-6		20.1		SC	Arena arcillosa pardo rojizo de baja plasticidad. Saturada y muy suelta. 16% de finos.
4.40								
			–				SM	Arena limosa de grano medio a fino. Color amarillento. Saturada y suelta. 20% de finos.
6.60								
	5.60		–				SP-SM	Arena media a fina; poco limosa color amarillo claro; saturada. Contiene 11% de finos.
8.30								
			–				SM	Arena limosa color amarillo claro. Saturada y de densidad media. Contiene 21% de finos.
10.00								

Profund. (m.)	NUMEROS DE GOLPES/PIE
1.00	
1.45	N = 3
2.00	
2.45	N = 2
3.00	
3.45	N = 1
4.00	
4.45	N = 4
5.00	
5.45	N = 5
6.00	
6.45	N = 7
7.00	
7.45	N = 8
8.00	
8.45	N = 7
9.00	
9.45	N = 8
9.55	
10.00	N = 10

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR

GRAFICA DE N

0 10 20 30 40 50 60

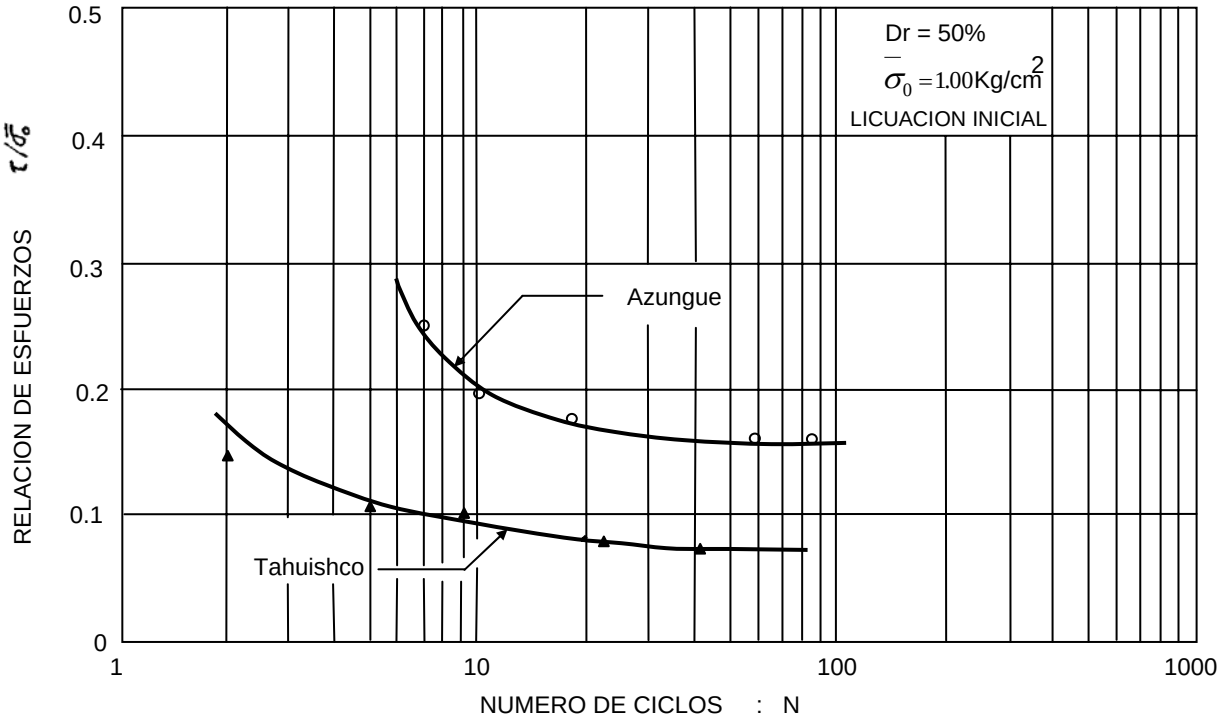
REGISTRO DE SONDAJE EN AZUNGUE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID – Laboratorio Geotécnico

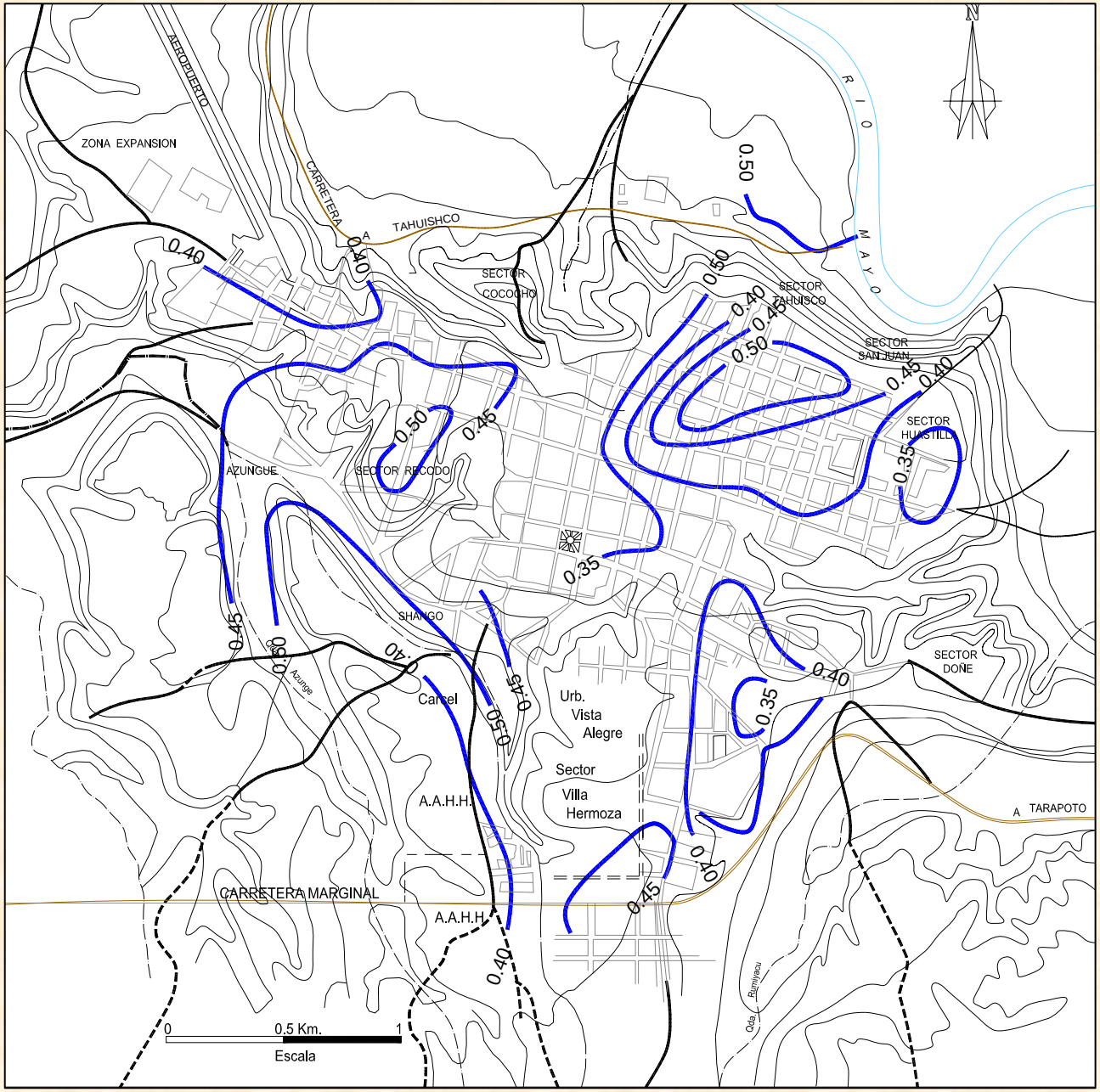
EQUIPO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL CICLICO
ENSAYO DE LICUACIÓN DE SUELOS

SOLICITADO : CISMID –UNI
PROYECTO : ENSAYOS DE LICUACION –MOYOBAMBA
UBICACIÓN :
FECHA : AGOSTO 1991

SONDAJE : SA-1 Y SA-4
MUESTRA :
PROF. (nf) :
CLASIF. (SUCS) :

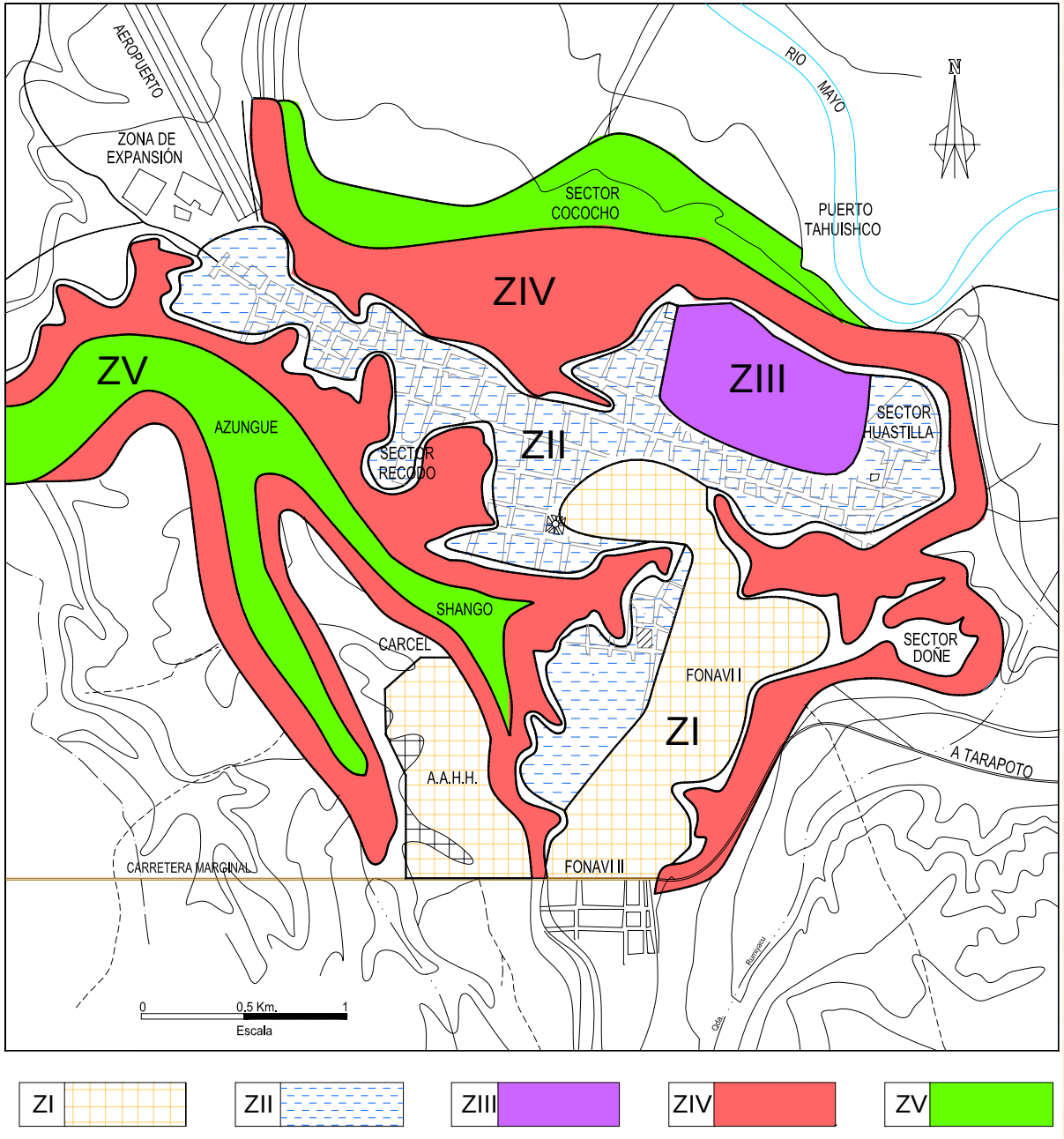


RESULTADOS DE ENSAYOS TRIAXIALES CÍCLICOS



PLANO DE CURVAS ISOPERIODOS EN MOYOBAMBA

(Lara y Alva Hurtado, 1992)



MICROZONIFICACION SISMICA DE MOYOBAMBA **(Lara y Alva Hurtado ,1992)**

CONCLUSIONES

- La historia sísmica del Alto Mayo indica que la sismicidad es alta, se producen sismos moderados producto de fallas activas

- Las características del terreno y el tipo de construcción existente contribuyen a los daños severos registrados. Existe una relación directa entre el nivel de daño y los efectos del terreno

- En las partes bajas de Moyobamba y Rioja, así como en los depósitos cuaternarios sueltos, ha ocurrido el fenómeno de licuación de suelos, contribuyendo al daño en las edificaciones.

- En los depósitos cuaternarios blandos, tal como Nueva Cajamarca, Yuracyacu y La Conquista, se desarrolló el fenómeno de amplificación de suelos

- En el área se generaron problemas de inestabilidad de taludes. En Moyobamba y Rioja se produjeron derrumbes relacionados a erosión de taludes. Los deslizamientos ocurridos en la región montañosa no afectaron a la población. Los deslizamientos rotacionales dañaron carreteras y canales

- Los fenómenos de licuación, erosión e inestabilidad de taludes son los principales problemas de la ciudad de Moyobamba en cuanto a condiciones locales de suelo

- La licuación de suelos ocurre en Azungue, Shango y Tahuishco

- Existen problemas de inestabilidad de taludes y erosión de suelos en los alrededores de Moyobamba

- La Microzonificación Sísmica de Moyobamba ha determinado cinco zonas, las tres primeras son habitables y las otras dos son críticas