



ESTUDIO:

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS

INFORME FINAL

**PROYECTO INDECI – PNUD PER / 02/ 051
CIUDADES SOSTENIBLES**

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
INDECI**

**PROYECTO INDECI – PNUD PER / 02/ 051
CIUDADES SOSTENIBLES**

Director Nacional

**Contralmirante A.P. (r)
JUAN LUIS PODESTA LLOSA**

**PROYECTO INDECI – PNUD PER / 02/ 051
CIUDADES SOSTENIBLES**

Director Nacional de Proyectos Especiales
JAMES ATKINS LERGGIOS

Asesor Técnico Principal
JULIO KUROIWA HORIUCHI

Asesor
ALFREDO PEREZ GALLEN0

Responsable del Proyecto
ALFREDO ZERGA OCAÑA

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
INDECI**

Director de la Dirección de Defensa Civil-San Martín
WALTER LOZADA LINARES

EQUIPO TECNICO CONSULTOR

Coordinador – Responsable del Estudio – Especialista en
Geotecnia

ENRIQUE N. MARTINEZ QUIROZ

Especialista en Geología, Sísmica

ISAAC ARCE PEREZ

Especialista en Hidráulica

DANIEL DIAZ PEREZ

Especialista en Cad - Sig

JOSE ANTONIO BARDALEZ DAVILA

Colaborador

VICTOR HERRERA VASQUEZ

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1. Antecedentes del Estudio	01
1.2. Objetivos del Estudio	02
1.3. Descripción del Estudio	02
1.4. Ubicación del área de Estudio	03
1.5. Vías de comunicación	04
1.5.1. Vías Terrestres	04
1.5.1.1. Carreteras Principales	04
1.5.1.2. Carreteras Secundarias	04
1.5.2. Vía Aérea	04
1.6. Climatología e Hidrología	04
1.7. Aspectos Geológicos – Geotécnicos	06
1.8. Aspectos de Mecánica de Suelos	08

CAPITULO II: RECOPIACION DE INFORMACION BASICA EXISTENTE

2.1. Estudios Antecedentes	12
2.2. Información Cartográfica	12
2.3. Información Hidrometeorológica	13
2.4. Información Geológica	13
2.5. Información de Mecánica de Suelos	15

CAPITULO III: ESTUDIOS BASICOS

3.1. Topografía del Area de Estudio	16
3.2. Geología Regional y Local del Área de Estudio	16
3.2.1. Geomorfología	16
3.2.1.1. Cordillera Oriental de los Andes	17
3.2.1.2. La Faja Sub-Andina	17

3.2.1.3. La Depresión Amazónica Oriental	24
3.2.2. Estratigrafía y Litología	27
3.2.3. Geología Estructural	41
3.2.4. Aspectos Sísmicos	43
3.2.4.1. El sismo del 25 de Setiembre de 2005	52
3.3. Hidrología de la zona	57
3.3.1. Climatología	58
3.3.1.1. Precipitaciones	58
3.3.2. Hidrología	63
3.3.3. Erosión y Sedimentación	65
3.3.4 Hidrogeología	66
3.4. Exploración Geotécnica del Área de Estudio	66
3.4.1. Generalidades	66
3.4.2. Exploración de Suelos	66
3.4.2.1. Reconocimiento de Campo	66
3.4.2.2. Excavaciones a Cielo Abierto (Calicatas)	67
3.4.3. Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos	68
3.4.4. Análisis de los Resultados de Laboratorio	69
3.4.5. Agresión del Suelo a la Cimentación	70
3.4.6. Clasificación de Suelo SUCS para el Área de Estudio	70
3.4.7. Clasificación Geotécnica para uso del suelo en pendiente para el Área de Estudio	73
3.4.8. Evaluación del potencial de licuación de suelos en el Área de Estudio	74
3.4.9. Clasificación de Suelos expansivos en el Área de Estudio	74
3.4.10 Clasificación de Suelos Colapsables en el Área de Estudio	75
3.4.11 Capacidad de Carga Admisible	78
3.4.11.1 Capacidad de Carga Admisible por Falla al Corte	78
3.4.11.2 Capacidad de Carga Admisible por Asentamiento	79

CAPITULO IV: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS

4.1. Mapa de Peligros Geotécnicos	81
4.1.1. Fenómenos de Origen Geotécnicos	81
4.1.2. Evaluación de Peligros Geotécnicos	81
4.1.3. Zonificación de Peligros Geotécnicos	82
4.1.3.1. Sectorización de Peligros Geotécnicos	83
4.2. Mapa de Peligros Geológicos Climáticos	85
4.2.1. Fenómenos de Origen Geológicos-Climáticos	85
4.2.2. Evaluación de Peligros Geológicos-Climáticos	85
4.2.3. Zonificación de Peligros Geológicos-Climáticos	85
4.2.3.1. Sectorización de Peligros Geológicos-Climáticos	86
4.3. Mapa de Peligros Climáticos, Hidrológicos	89
4.3.1. Fenómenos de Origen Climáticos, Hidrológicos	89
4.3.2. Evaluación de Peligros Climáticos, Hidrológicos	89
4.3.3. Zonificación de Peligros Climáticos, Hidrológicos	89
4.3.3.1. Sectorización de Peligros Climáticos, Hidrológicos	90
4.4. Mapa de Peligros Múltiples	93
4.4.1. Zonificación de Peligros Múltiples	93
4.4.4.1. Sectorización de Peligros Múltiples	94

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	96
5.2. Recomendaciones	101
5.3. Proyectos Identificados	104

BIBLIOGRAFÍA

PLANOS

PLANO Nº 01: UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

PLANO Nº 02: PLANO TOPOGRAFICO

PLANO Nº 03: REGIONALIZACION SISMICA

PLANO Nº 04: ISOYETAS

PLANO Nº 05: PLANO DE SUBCUENCAS

PLANO Nº 06: ZONAS DE EROSION Y SEDIMENTACION

PLANO Nº 07: PLANO HIDROGEOLÓGICO

PLANO Nº 08: UBICACIÓN DE CALICATAS

PLANO Nº 09: CLASIFICACION DE SUELOS

PLANO Nº 10: USO DEL SUELO EN PENDIENTE

PLANO Nº 11: PELIGROS GEOTECNICOS

PLANO Nº 12: PELIGROS GEOLOGICOS CLIMATICOS

PLANO Nº 13: PELIGROS CLIMATICOS HIDROLOGICOS

PLANO Nº 14: PELIGROS MULTIPLES

ANEXOS

ANEXO Nº 01: REGISTRO CATALOGO SISMICO

ANEXO Nº 02: ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANEXO Nº 03: CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

ANEXO Nº 04: TABLAS

ANEXO Nº 05: DISTRIBUCION ESPACIAL DE VIVIENDAS AFECTADAS POR EL SISMO

**ANEXO Nº 06: INFORMES DE LAS INSTITUCIONES VINCULADAS CON EL SISMO DEL
25 DE SETIEMBRE DEL 2005.**

ANEXO Nº 07: PLANOS

INTRODUCCIÓN

Desde la Década de los 90, se han venido desarrollando métodos para la investigación de desastres en América Latina, en general en los países afectados por los fenómenos Naturales producidos en nuestro Planeta. En dichos métodos sobresale la Planificación Urbana, las técnicas de construcción para soportar sismos, también los aplicados a la reducción de riesgos y protección de suelos.

El estudio está dedicado a la investigación de los fenómenos naturales, con la finalidad de conocer a nuestro enemigo natural y que en estos casos los más afectados son las familias de mas bajos recursos económicos y que ven perderse sus bienes en parte por la falta de conocimiento del peligro y vulnerabilidad de sus viviendas, las mismas que son construidas con materiales vulnerables y/o poco resistentes, antes y después de ocurrido los fenómenos.

En este estudio también se plantea el conocimiento del suelo como terreno de fundación, de la geología, topografía y fisiografía de las microcuencas hidrográficas, de los cuales depende la magnitud del daño causado por los fenómenos naturales destructivos.

Otro aspecto que ha contribuido a la generación de riesgos y desastres naturales, es la construcción de viviendas utilizando la tierra apisonada (Tapial), donde los habitantes por su idiosincrasia e identidad folklórica vienen utilizando materiales y técnicas constructivas no recomendables en la construcción de sus viviendas.

Las autoridades juegan un papel muy importante, puesto que son las llamadas al planteamiento de soluciones para evitar el crecimiento desordenado, y desarrollando estudios de planificación urbana, en los cuales debe participar el poblador común y corriente, para que sienta la necesidad de protegerse. Con lo cual estaremos evitando cuantiosos daños materiales, pérdida de vidas, consecuentemente no se retrasaría el desarrollo socio-económico, para ésto es necesario contar con un reglamento urbano acorde con la planificación urbana.

Es importante el conocimiento de los fenómenos naturales que se hayan suscitado en la ciudad de Lamas y que podrían volver a ocurrir en el tiempo, a fin de prevenir medidas para enfrentar y mitigar sus efectos, ante éstos, el hombre puede salvar su vida reduciendo el riesgo y vulnerabilidad de las construcciones, ubicando su vivienda en una zona o lugar seguro.

El poblador de Lamas debe tener conocimiento que la depredación del medio ambiente que lo rodea, afecta al ecosistema de la zona rural, y podría tener consecuencias funestas, al alterarse el ciclo del agua y a otros factores que pueden afectar y ocasionar cambios climáticos en toda la zona.

Se ha demostrado que el espeso bosque, permite el efecto esponja del suelo y reduce las inundaciones, pero el poblador de Lamas para el desarrollo agrícola elimina parte de los árboles que quedan en el valle fértil para el cultivo y en porcentaje considerable en la zona alta, reemplazándolo por sembríos de productos de pan llevar, lo cual altera el clima local, e impide que el agua logre infiltrarse al subsuelo.

La población de Lamas se asienta en lugares de peligro, por la falta de conocimientos de los fenómenos naturales intensos que la amenazan, no los comprende y los desafía sin los medios necesarios para proteger su vida, salud y propiedades, así como también no actúa organizadamente y tampoco dispone de la economía suficiente para defenderse. Una forma de como lograr una reducción a la exposición al peligro es mediante la educación.

El día 25 de Setiembre del 2005 ocurrió el sismo de magnitud 7.0 en la escala de Richter en la zona Nor Oriental del Perú, la ciudad de Lamas fue afectada fuertemente con el colapso de numerosas viviendas construidas con materiales inadecuados (Tapial), ocasionando la muerte de una persona y dejando 1,025 viviendas destruidas y 752 viviendas afectadas.

Creemos que si los habitantes de Lamas tienen más conocimientos acerca de su entorno, sus peligros y sus posibilidades de protección, tendrán una mejor preparación ante los desastres naturales y seguramente podrán estar prevenidos ante los efectos de los peligrosos fenómenos geológicos que han afectado a la capital de Lamas durante toda su historia.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Para la elaboración del estudio del Mapa de Peligros de la ciudad de Lamas, contamos con los estudios realizados en diferentes zonas del país con características similares, los cuales detallaremos a continuación:

- Microzonificación Sísmica de las Ciudades de Moyobamba, Rioja, Soritor; realizado en el año de 1991 por José Luis Lara Montani - Tesis de Grado U.N.I.
- Peligro Sísmico del Alto Mayo, realizado el año de 1991 y ejecutado por el Dr. Jorge Alva Hurtado.
- Mapa de Peligros y Plan de Usos del Suelos de la Ciudad de Chimbote, realizado en Febrero del 2001, por convenio entre el Instituto Nacional de Desarrollo Urbano - INADUR, Proyecto Comité Ejecutivo de Reconstrucción de El Niño - CEREN y el Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo-PNUD; el cual forma parte de uno de los últimos estudios de este tipo realizado en la región.
- Formulación del Mapa de Peligros Naturales de la Ciudad de Huarmey-Ancash, realizado en Enero del 2000, por convenio entre CEREN – PNUD, ejecutado por el Ing. Manuel Hermoza Conde.
- Microzonificación de la Ciudad de Piura y Lineamientos de Desarrollo Urbano para la Mitigación de Desastres, realizada por la Ing. Berta Madrid Chumacero, en el año 1991, con CISMID-UNI.
- Microzonificación para la Prevención y Mitigación de Desastres de la Ciudad de Jauja, en Marzo del año 1994, por el Ing. Jaime Arteaga Limachi, CISMID-UNI.
- Mapa de Peligro Potencial del Volcán Misti, realizado en el año 2000, convenio PNUD-Gobierno PER-98-018.
- Microzonificación y Evaluación de Peligros de La Ciudad de Moyobamba, realizado en Junio del 2003 por los Bach. Ing. Civil Fernando Cabrera Bermúdez y Bach. Ing. Richard Saucedo Paredes. Tesis de Grado Universidad Privada Cesar Vallejo - Trujillo.
- Mapa de Peligros de la Ciudades de Tarapoto, Morales y Banda de Shilcayo; realizado en el Año 2003 por el INDECI en el marco del proyecto INDECI PNUD PER/02/051 Ciudades Sostenibles.
- Mapa de Peligros de la Ciudad de Moyobamba, realizado en el Año 2003; por el INDECI en el marco del proyecto INDECI PNUD PER/02/051 Ciudades Sostenibles.
- Mapa de Peligros de las ciudades de Juanjui, Bellavista y San Hilarión, realizado en el Año 2004; por el INDECI en el marco del proyecto INDECI PNUD PER/02/051 Ciudades Sostenibles.

1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- Esta publicación permitirá que el Gobierno Regional y el Gobierno Local (Municipalidad Provincial de Lamas), orienten sus políticas y prioricen sus recursos a la ejecución de labores sociales, educativas y de obras, que permitan a los habitantes en las zonas en peligro conocer, prevenir, enfrentar y mitigar los riesgos existentes, provenientes de los fenómenos naturales y de las condiciones de vulnerabilidad en que se encuentran y orientar el proceso de reconstrucción de la ciudad a raíz del sismo ocurrido el 25 de setiembre del año 2,005.
- El objetivo principal es elaborar el Mapa de Peligros de la ciudad de Lamas, en base a las características geológicas, geomorfológicas, geotécnicas, sísmicas, climatológicas e hidrológicas del área en estudio.

1.3 DESCRIPCION DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene como propósito la elaboración del Mapa de Peligros de la ciudad de Lamas, ubicando las zonas de mayor peligro ante los fenómenos naturales que pueden generar situaciones de desastre, que por su origen pueden ser geológicos (sismos), Hidrometeorológicos o Climáticos (tormentas tropicales, sequías, desertización, inundaciones por desborde y flujos rápidos incluyendo huaycos), Geológicos – Climáticos (fallas del suelo como deslizamientos que pueden ser causados por sismos, o por humedecimiento o saturación. Licuación del suelo provocado por sismos intensos, asentamientos o expansión del suelo por presencia del agua). Dichos fenómenos se pueden incrementar y acelerar por la acción antrópica principalmente por el desconocimiento de como funciona la naturaleza.

Se toman las siguientes consideraciones:

- En la introducción, se ha descrito algunos eventos ocurridos a través del tiempo, desde la época de fundación o inicio del crecimiento urbano de la ciudad de Lamas, el cual es de características migratorias, haciendo énfasis a los efectos locales y de origen Geológico, Hidrometeorológicos o Climáticos, los cuales se presentan con cierta frecuencia.
- En el Capítulo I, generalidades:
 - Se ha consultado diferentes estudios similares, los cuales se hace mención.
 - Se plantean los objetivos principales del estudio.
 - Se hace mención de la ubicación local, provincial, regional y nacional del área de estudio.
 - Se hace mención de las principales vías de comunicación tanto terrestres y aéreas.
 - Se presentan los datos del clima, precipitación, temperatura, vientos, humedad relativa e hidrología del área de estudio.

- En el capítulo II, recopilación de información básica existente:
 - Se ha revisado y analizado una gama de estudios anteriores al presente, los cuales se mencionan en Título y Autor.
 - Se contó con información Cartográfica e Hidrometeorológica del área de estudio e información Geológica del cuadrángulo de Moyobamba (13-j)
- En el capítulo III, estudios básicos:
 - Se cuenta con el Plano topográfico del área de estudio, describiendo las principales características, las mismas que tendrán incidencia en el comportamiento del suelo, frente a la presencia de los fenómenos naturales.
 - Se presenta las principales características de Geomorfología, Estratigrafía y Litología, Geología Estructural, en el ámbito regional y local.
 - Dadas las características Geológicas del lugar, se podrían presentar o tener ocurrencias de movimientos sísmicos.
 - Se realizó la exploración y tomas de muestras de los suelos, realizándose actualmente los ensayos de laboratorio para conocer sus propiedades físicas y mecánicas, que permitirán determinar la capacidad de carga admisible de los suelos.
- En el capítulo IV:
 - Se presentan los Mapas de Peligro Geotécnicos; Geológicos – Climáticos; Climáticos, Hidrológicos. Así mismo el Mapa de Peligros Múltiples.
- En el capítulo V:
 - Se presentan las conclusiones y recomendaciones

1.4 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La ciudad de Lamas y sus probables zonas de expansión urbana, se ubica en una de las cumbres de los cerros que conforma un extremo de la Cordillera Oriental de los Andes peruanos (cuadrángulo 13.j). Su relieve lo forma una cadena de tres montañas, que es la base de la ciudad, estas tres montañas se denominan: Santa Rosa en el Barrio Suchiche (Primer Piso); la Isla en el Barrio San Juan (Segundo Piso); y Ankoallo en el Barrio del mismo nombre (Tercer Piso).

Las coordenadas y datos siguientes constituyen los límites aproximados de la zona de estudio¹:

- 06°24'30" a 06°26'10" Latitud Sur
- 76°30'00" a 76°32'00" Longitud Oeste

¹ Elaboración propia en base al Mapa Planimétrico del IGN esc:1/100000, Cuadrángulo de Moyabamba, hoja 1558, Serie J033. Fuente: Defense Mapping Agency Hydrographic Center, Washington D.C.

La Plaza de Armas tiene las siguientes coordenadas:

- 06°25'20" Latitud Sur
- 76°29'57" Longitud Oeste

La extensión del estudio abarca 5 Km² aproximadamente, contando la ciudad de Lamas con 12,000 habitantes aproximadamente.

El área urbana está entre los 750 m.s.n.m. (barrio Waycu), 815 m.s.n.m. (Plaza) y 885 m.s.n.m. (barrio Ankoallo), aproximadamente (**Ver Plano N°1**).

1.5. VIAS DE COMUNICACIÓN

La zona en estudio es accesible por vía terrestre, y parcialmente por vía aérea.

1.5.1 VIAS TERRESTRES

1.5.1.1 CARRETERAS PRINCIPALES.

Partiendo de la ciudad de Lima por la Panamericana Norte, pasando por Chiclayo hasta Olmos, de aquí se sigue a lo largo de la carretera de penetración totalmente asfaltada que une a la carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva), cubriendo el tramo: Bagua Grande, Pedro Ruiz, Moyobamba, hasta la capital del Distrito de Cacatachi (a 8 Km. de Tarapoto); de aquí se sigue a lo largo de la carretera de penetración hasta el distrito de Lamas (a 12 Km. de la antigua Marginal), pasando cerca de Rumizapa.

1.5.1.2 CARRETERAS SECUNDARIAS

Existen carreteras de segundo orden en un estado de conservación regular y transitables todo el año, que parten de la carretera Fernando Belaunde Terry (antes Marginal de la Selva); estas son las siguientes:

- Carretera que recorre el tramo uniendo las localidades de Shanao (Desvío de la Carretera FBT), hasta Lamas.
- Carretera Lamas, Pamashto, Bellavista (caserío).

1.5.2 VIA AEREA

La ciudad de Lamas, cuenta con acceso aéreo de helicópteros.

1.6 CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA

Es imprescindible referirse a la influencia que ejercen los factores climáticos sobre las formas topográficas; tratándose de un área de estudio ubicada en una región tipo Selva Alta, con un relieve abrupto y moderado, en donde se encuentra la ciudad de Lamas.

La mayor cantidad de datos que respecto a este punto se tiene, derivan de información recogida en las estaciones hidro-meteorológicas del SENAMHI, estaciones: Pacayzapa, Tabalosos, Cuñumbuque, Lamas, San Antonio, Tarapoto, Chazuta y el Pongo de Caynarachi.

CLIMA

El clima es uno de los principales factores que condicionan las costumbres de las poblaciones, por sus características de precipitaciones, temperaturas, humedad, vientos, entre otros factores.

El territorio del área urbana y zonas de expansión se encuentra entre los 750 y 885 m.s.n.m. aproximadamente.

Le corresponde a la ciudad de Lamas un **Clima Ligero a moderadamente húmedo y semicálido.**

Precipitación

Este clima presenta precipitaciones pluviales con dos épocas bien marcadas durante el año: una lluviosa (entre Setiembre a Noviembre, con un promedio mensual mas alto en Octubre, con 138.6 mm. y otra en los meses de Febrero a Abril con un promedio mensual más alto en Marzo, con 180.1 mm), y otra con menores precipitaciones (entre Junio y Agosto, con un mínimo mensual de 67.8 mm.).

La precipitación promedio anual es de 1358.0 mm.

Temperatura

Las temperaturas que corresponden a este tipo climático fluctúan entre 22.7 °C y 23.8 °C que muestran una oscilación media anual muy estrecha de 1.1°C. Teniendo una media anual de 23.2° C.

Evaporación

En Lamas se registra un promedio total anual de 885 mm., con un régimen de distribución mensual normal.

Humedad Relativa

Sigue la misma tendencia que la precipitación pluvial, es decir, se incrementa en los sectores cercanos a las estribaciones de la cordillera: En el sector de Lamas se encuentra alrededor de 83% de promedio anual.

Horas de Sol

Se registró un promedio de 4,359 horas de sol al año, observándose dos épocas marcadas de insolación: alta de Noviembre hasta Febrero y baja de Mayo hasta Agosto.

² Segundo Sistema del Dr. W. THORNTHWAITE

ECOLOGÍA

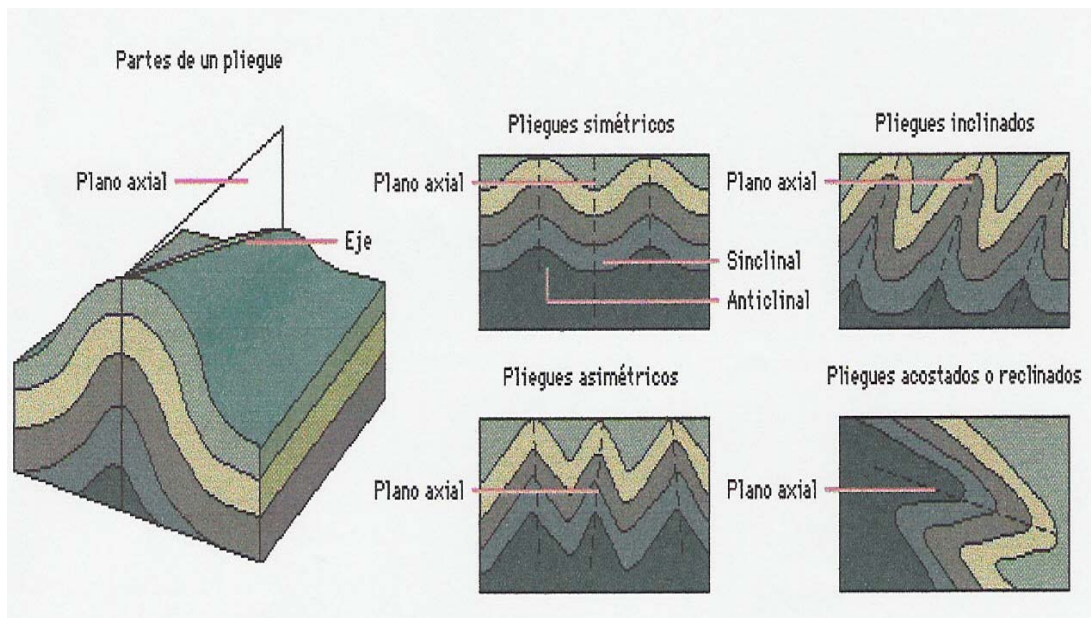
En la región se han identificado seis zonas de vida natural y cinco zonas transicionales, de acuerdo a los estudios realizados por ONERN, entre 1982 y 1984. En base a las condiciones ambientales de cada zona se han identificado diferentes unidades ecológicas de segundo orden, muchas de las cuales presentan menor o mayor alteración en sus características ambientales naturales, a consecuencia de la presencia de asentamientos humanos, el constante crecimiento de los mismos, la ejecución de infraestructura vial, el uso intenso de la tierra y la tala de bosques para la ampliación de la frontera agrícola.

1.7 ASPECTOS GEOLOGICOS-GEOTECNICOS

GEOLÓGICOS

Geomorfología.- Estudio científico que toma en cuenta la forma del terreno y de los paisajes, que nos permite una explicación completa de los mismos.

Pliegues y Plegamientos.- En geología, al sufrir presión las rocas se pliegan o sufren un plegamiento, denominándose a cada unidad de plegamiento, pliegue. Los pliegues superiores con forma abovedada se llaman anticlinales y tienen una cresta y dos ramas inclinadas que descienden hacia senos contiguos, donde pueden formarse los pliegues inversos en forma de cuenca o sinclinales.



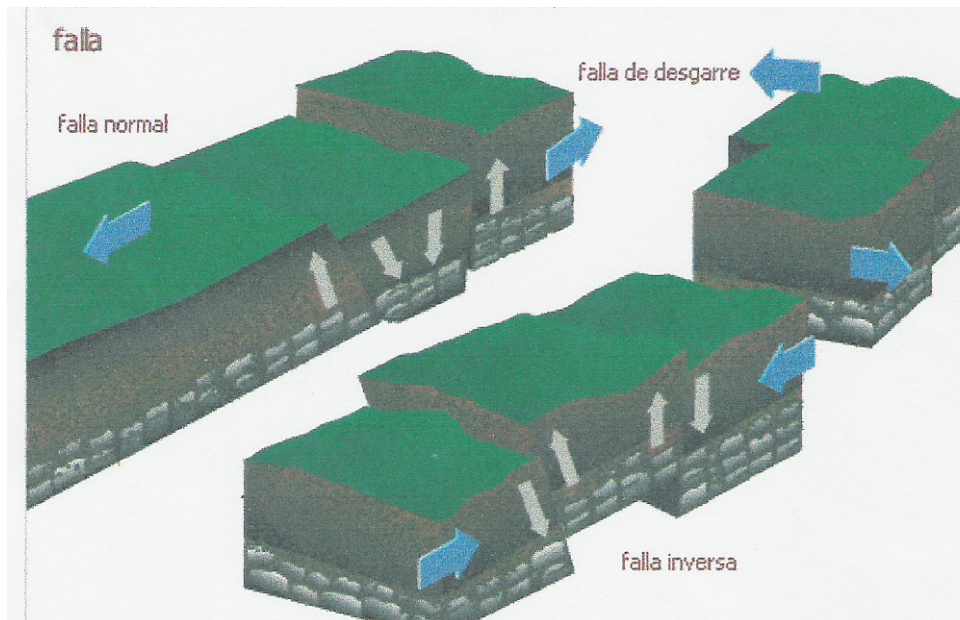
Fuente: Manual de Geología Estructural. [www.geocities.com / manualgeo / 11_geología-estruct.htm](http://www.geocities.com/manualgeo/11_geología-estruct.htm)

Estratigrafía.- Rama de la geología cuya finalidad es el estudio de las rocas vistas como capas o estratos. Centrada especialmente en las rocas sedimentarias, disciplina se ha extendido a todos los tipos de rocas y sus interrelaciones, en especial las cronológicas.

Rocas Sedimentarias.- En geología, son rocas compuestas por materiales transformados, formados por la acumulación y consolidación de materia mineral pulverizada, depositada por la acción del agua y, en menor medida, del viento o del hielo glaciar. La mayoría de las rocas sedimentarias se caracterizan por presentar lechos paralelos o discordantes que reflejan cambios en la velocidad de sedimentación o en la naturaleza de la materia depositada.

Geología Estructural.- Se ocupa de los grandes rasgos externos, contrasta con las aproximaciones teóricas y experimentales que emplean el estudio microscópico de granos minerales o de rocas deformadas.

Falla.- Es la fractura de la corteza terrestre en dos o más bloques, que origina el desplazamiento horizontal o vertical de estos. Las fallas se originan debido a las presiones que ejercen los materiales incandescentes del interior de la tierra. El plano de falla es la superficie casi llana a lo largo de la cual se produce la fractura y el desplazamiento de los bloques rocosos.



Fuente: Manual de Geología Estructural. [www.geocities.com / manualgeo / 11_geología-estruct.htm](http://www.geocities.com/manualgeo/11_geología-estruct.htm)

Para poder realizar el estudio nos hemos basado en la geología regional y local de la zona de estudio, correlacionando esta información con resultados de los tipos de suelos que se han encontrado en las zonas de exploración, permitiéndonos describir las características físicas mecánicas y determinar los perfiles estratigráficos, cuya información indicada permitirá en la etapa final comprobar la capacidad portante de los suelos y sus relaciones con los aspectos geológicos del suelo.

1.8 ASPECTOS DE MECÁNICA DE SUELOS

Los suelos son sedimentos u otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración de rocas y mezclas de éstas con sustancias orgánicas.

El Estudio de Mecánica de Suelos es la rama que trata de la acción de las fuerzas sobre las masas de los suelos. Desde hace mucho tiempo atrás el hombre ha estudiado el suelo sobre el que vive, presentando variadas teorías en la solución de los problemas relativos al uso del mismo.

Toda obra de construcción civil, por pequeña o grande que sea la estructura se inicia y apoya teniendo siempre como medio de fundación un suelo.

El suelo por su complejidad requiere ser estudiado en forma minuciosa con pericia y precisión, de lo cual depende la seguridad y vida útil de cualquier obra de construcción civil.

Antes los problemas de mecánica de suelos se resolvían en forma empírica o por tanteos, trayendo como consecuencia riesgo de seguridad y economía.

Hoy en día existen laboratorios experimentados de Mecánica de Suelos para todo tipo de investigación y estudios.

Para la realización del estudio de Mecánica de Suelos de la zona, se efectuó el sondeo respectivo con la finalidad de determinar el tipo del subsuelo y sus características físico - mecánicas.

Para el presente proyecto se ha practicado la excavación de calicatas a una profundidad mínima de 3.00 m. por debajo de la superficie del terreno, permitiendo examinar en su estado natural las características físicas y mecánicas del suelo.

La reparación de fallas o defectos en la cimentación por lo general son costosas. Muchas veces se descubren después que la estructura ha estado en uso durante años. Generalmente el problema se debe al análisis inadecuado de la ingeniería y por no tomar en cuenta ciertas condiciones predecibles.

El suelo de acuerdo a sus características, ejerce un control directo sobre la gravedad del daño, frente a la ocurrencia de un fenómeno natural, por lo cual podrá presentarse las **fallas del suelo**, que pueden ser por **deslizamientos, licuación, expansión y hundimientos**, los suelos que presentan estos problemas causan considerables daños a las estructuras construidas sobre ellos.

a. Deslizamientos

Es el movimiento cuesta abajo de las partículas de los suelos y rocas generados por la acción de la gravedad en terrenos inclinados.

Los suelos y rocas se mantienen estables porque su resistencia al corte en la dirección de la pendiente es mayor que su componente de peso en esa dirección.

La resistencia al corte (τ) de un suelo esta dada, por la ecuación (1), y se conoce como al criterio de falla de Mohr – Coulomb.

$$\tau = c + \sigma' \tan \phi \quad (1)$$

Donde:

- τ = esfuerzo de corte (Kg/cm²)
- c = cohesión o cohesión aparente (Kg/cm²)
- ϕ = ángulo de fricción interna
- σ' = esfuerzo normal efectivo (Kg/cm²)

La resistencia al corte de un suelo está en función, de la liga o adherencia entre partículas de suelos cohesivos y de la fricción entre partículas de los suelos friccionantes.

Las causas más comunes que generan desplazamientos son la infiltración de agua y las vibraciones sísmicas. En ambos casos, la resistencia al corte disminuye a la vez que la carga en la dirección de la pendiente se incrementa. Entonces se produce el desequilibrio y la masa de suelo o roca comienza a deslizarse a favor de la pendiente.

También existen otras causas, como el continuo debilitamiento de la resistencia al corte, por descomposición de las rocas, que se denomina Intemperismo, o la desestabilización de la pendiente, por remoción de materiales de su parte baja, bien sea de manera natural o por intervención antrópica.

b. Licuación de suelos

La importancia práctica de la compactación de las arenas es, pues, evidente en todos los casos en que temblores de tierra, sacudidas bruscas debidas a voladuras o martillos y acciones similares, puedan reducir momentáneamente o anular su resistencia al esfuerzo cortante y por lo tanto, la capacidad de los suelos granulares dependen de la presión confinante (σ), del peso de la columna de suelo sobre la partícula y del coeficiente de fricción entre las partículas de suelo ($\tan \phi$), es decir:

$$\tau = \sigma \tan \phi$$

▪ **Identificación de suelos expansivos**

Haciendo uso de la carta de plasticidad, se indican los grados de capacidad expansiva y los intervalos correspondientes del índice de plasticidad

El hecho de que un suelo con elevado potencial de expansión, se expanda en la realidad depende de varios factores. El de mayor importancia es la diferencia entre la humedad de campo en el momento de la construcción y la humedad de equilibrio que se alcanzará finalmente con la estructura terminada.

d. Suelos colapsables

Los suelos colapsables son aquellos que al ser humedecidos o al aplicárseles una pequeña carga adicional, sufren una radical redistribución de sus partículas, reduciendo marcadamente su volumen, los grandes asentamientos que ocurren pueden causar diversos problemas a las edificaciones, servicios públicos vitales y otras obras de Ingeniería.

La mayoría de los suelos colapsables que se presentan en estado natural son eólicos, es decir, arenas y/o limos depositados por el viento, tales como los loes, las playas eólicas y los depósitos de polvo volcánico, los cuales tienen altas relaciones de vacíos, pesos específicos bajos y sin cohesión o solo ligeramente cohesivos, Los depósitos de loes tienen partículas de tamaño de limo. La cohesión en los loes puede ser el resultado de la presencia de arcilla alrededor de las partículas de tamaño de limo, que las mantiene en una condición bastante estable en un estado no saturado. La cohesión también es ocasionada por la presencia de precipitados químicos lixiviados por el agua de lluvia. Cuando el suelo se satura, la adhesión de la arcilla pierde su resistencia y por tanto sufre un colapso estructural.

Muchos suelos colapsables son suelos residuales producto del intemperismo de la roca madre. El proceso de intemperismo produce suelos con un gran rango de tamaños de partículas. Los materiales solubles y coloidales son lavados por el intemperismo, resultando grandes relaciones de vacíos y por consiguiente estructuras inestables.

En los suelos potencialmente colapsables que no contienen sales solubles, la mayor parte del asentamiento ocurre al producirse la saturación. En cambio, en suelos con un porcentaje significativo de estas, debido a que su pérdida ocurre en el tiempo, el asentamiento es gradual y en algunos casos el lavado de suelos puede producir grandes agujeros.

CAPITULO II

RECOPIACION DE INFORMACION BASICA EXISTENTE

2.1 ESTUDIOS ANTECEDENTES

- **Perales Calderón, Fernando; Agramonte Bermejo, Jorge.(May.1972).** “Reconocimiento Geotécnico entre Juanjui y Moyobamba con Motivo del Sismo del 20 de Mayo de 1972”. Servicio de Geología y Minería.
- **Huaco P., Vázquez 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 Áreas Urbanas y Regionales del Sismo del 5 de Abril de 1991 en el Departamento de San Martín (Perú)”. Instituto Geofísico del Perú.
- **Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales - ONERN.** “Evaluación de Recursos Naturales de San Martín”. Lima, Feb. 1984.
- **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. Pág. 55-68.
- **Arce Pérez, Isaac (1998).** ”Desastres Naturales de la Región San Martín”. Tesis para optar el Título Profesional.

2.2 INFORMACION CARTOGRAFICA

Se cuenta con la siguiente información Cartográfica y Topográfica de la zona del Estudio:

- Hoja Topográfica de Lamas (Carta Nacional Esc. 1:10,000)
Fuente: PETT – Ministerio de Agricultura.
- Mapa Geológico del Cuadrángulo de Moyobamba 13-j (Carta Geológica) Esc. 1:100,000
Fuente: Instituto Geológico Minero Metalúrgico (INGEMMET)
- Plano de trazado y lotización. Esc 1:2000
Fuente: Oficina de Formalización de la Propiedad Informal (COFOPRI 2005) – Tarapoto.

- Mapa Topográfico del Cuadrángulo de Moyobamba 13-j (Carta Nacional) Esc. 1:100,000
Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Informes Técnicos a consecuencia de los últimos sismos que afectaron a Moyobamba (1968, 1990, 1991), y a Lamas (25 de Setiembre del 2005).
- Información hidrometeorológica.
Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

2.3 INFORMACION HIDROMETEOROLOGICA

La ciudad de Lamas, al encontrarse en una de las partes más altas del anticlinal Lamas, solo muestra la presencia de puquiales y ojos de agua, los cuales discurren hacia pequeñas quebradas que a su vez desembocan en la quebradas: Chumbaquihui, Shupishiña y que son afluentes de los Ríos Mayo y Cumbaza respectivamente.

En lo que al drenaje se refiere, Lamas cuenta con pendientes relativamente fuertes, las cuales permiten discurrir fácil y rápidamente las aguas pluviales, en época de lluvias, ayudando a esto la red parcial de drenaje pluvial existente en la ciudad, constituido por cunetas y alcantarillas, las cuales al no tener continuidad de su protección (concreto o emboquillado de piedras) generan en la mayoría de casos el socavamiento y erosión de las zanjas, lo que se inicia en las partes altas de la ciudad. En consecuencia ésto representa un eminente peligro por la socavación que genera y la vulnerabilidad derivada de la precariedad de algunas viviendas. Es por eso que se hace necesario establecer dentro del Plan de Desarrollo, el estudio integral de drenaje pluvial de Lamas y el encauzamiento de las zanjas y quebradas existentes.

2.4 INFORMACION GEOLOGICA

El marco tectónico sedimentario desarrollado en toda la Selva y Faja Subandina, representados por los escudos Guayano-Brasileño y los Geosinclinales (cuencas) y Geoanticlinales, comprende sedimentos desde el paleozoico hasta reciente, depositado en ambientes marinos y continentales, relacionados o comprendidos entre grandes eventos tectónicos que han controlado la distribución de la sedimentación y la orogénesis.

En la zona del Alto Mayo, la roca más antigua encontrada data del Triásico Superior, representada por depósitos de calizas marinas originadas por el avance de una transgresión hacia el Este, a través del Portal Marañón, donde se formó una artesa o cuenca elongada, después de un periodo de emergencia y orogenia en la fase de movimientos Nevadianos, que

estuvieron acompañados con actividad volcánica, que se prolongó hasta el Jurásico superior.

Luego de esta subsidencia, se produjo una emergencia que duró hasta el Jurásico superior, en la cual, en la primera parte, se produjo un hiato erosional y, en la segunda parte, se originaron cuencas de deposición continental que dieron lugar a la formación Sarayaquillo, también en una artesa casi similar a la anterior.

Siguiendo la sedimentación continental, se produjeron los últimos movimientos nevadianos que dieron lugar a un aplanamiento tanto por deposición en unas áreas, como por deposición en otras, que se extendió en toda la selva peruana, para luego dar paso a una gran subsidencia y consiguiente transgresión marina hacia el Este a través del Portal Marañón, que comprende casi todo el Cretáceo, periodo en el cual se depositaron sedimentos en ambientes marino-litorales y profundos, con sucesión de transgresiones y regresiones menores por inestabilidad de elementos tectónicos.

Al finalizar el Cretáceo Superior, el mar se fue retirando paulatinamente hacia el Oeste, por emergencia de todo este territorio, sin deformación estructural significativa en la Selva, que estuvo relacionada con la fase Quechuana de la orogenia andina. El marco tectónico de la sedimentación marina del Cretáceo se continuó casi exactamente hasta el Terciario para dar lugar a la deposición continental iniciada con la formación Huayabamba, que en la zona de estudio representa la última fase de deposición continuada.

Los depósitos Plio-Pleistocénicos y recientes son indicativos de que en la zona no hubo deposición significativa durante el Terciario superior, probablemente debido al fuerte levantamiento andino de esta zona (Cordillera Cahuapanas), o, en su defecto, los depósitos del Terciario superior fueron erosionados muy rápidamente por estos levantamientos que continúan hasta la actualidad y que han producido la emergencia de las rocas a partir del Triásico, para formar las cordilleras actuales y ser expuestas a la fuerte erosión.

Este último levantamiento no fue uniforme en la región, debido a la formación de la depresión Mayo-Huallaga, donde se formaron medios lacustres de sedimentación y se depositaron sedimentos finos y gruesos, carbonosos, arcillas plásticas, etc., provenientes de las rocas triásicas, jurásicas, cretácicas y terciarias, consideradas en la formación avisado y sedimentos Pleistocénicos.

2.5 INFORMACION DE MECANICA DE SUELOS

En el área de estudio se cuenta con escasa información de Estudios de Mecánica de Suelos realizados por Instituciones públicas o privadas. Así la Municipalidad de Lamas, cuenta con los resultados de ensayos de laboratorio, realizados por el Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo (enero-2005), para el Proyecto Pavimentación con Adoquines del jirón San Martín de las cuadras 13 y 14, cuyas características son: Arcilla de baja plasticidad y Areno Arcillosa respectivamente (profundidad de exploración 1.00 m.)

Del reconocimiento de campo y de acuerdo a las características geológicas, podemos mencionar que los suelos de la ciudad de Lamas son depósitos de características residuales, formados por la desintegración de la roca madre por el proceso de intemperismo, lo que permite la formación de suelos de características Areno - arcillosas, con un basamento rocoso (roca arenisca).

CAPITULO III

ESTUDIOS BASICOS

3.1 TOPOGRAFIA DEL AREA DE ESTUDIO

La ciudad de Lamas tiene una característica particular dentro de la región San Martín, al ubicarse entre 750 y 885 m.s.n.m. aproximadamente. Este hecho le brinda condiciones de un clima primaveral permanente (similar al de las ciudades del Alto Mayo), con temperaturas entre 22.7 y 23.8 °C en promedio. Le corresponde la topografía de Selva Alta (**Ver Plano N° 02**).

3.2 GEOLOGIA REGIONAL Y LOCAL DEL AREA DE ESTUDIO

3.2.1. GEOMORFOLOGÍA

Esta región se ubica en la zona morfo-estructural llamada Faja Subandina (Selva Alta), donde afloran rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas de origen continental, tectonizadas por pliegues y fallas a fines del Terciario y durante el Cuaternario (INGEOMIN, 1975).

Geodinámicamente, en esta Zona Subandina se concentra la deformación que libera los esfuerzos producidos por el acercamiento entre el bloque andino y el Escudo Brasileño.

Estructuralmente, la región está atravesada por grandes fallas de tipo inverso y transcurrentes, algunas de las cuales han sido clasificadas como: Grandes Lineamientos con probable actividad Cuaternaria (CERESIS, 1985).

Asociadas a estas fallas se encuentran estructuras diapíricas de domos de sal, formados por concentración de flujos plásticos, las que facilitan el resbalamiento de los bloques fallados durante eventos tectónicos (Medina, 1991).

La distribución de las fallas tectónicas mayores de esta región; tienen, por lo general, rumbos NNW-SSE y buzamientos hacia el oeste. La zona epicentral de los sismos de 1990 y 1991 se encuentra en las fallas de Pucatambo (sur de Rioja) y de Angaiza (norte de Moyobamba), respectivamente.

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

El ámbito geomorfológico de esta región es de singular importancia; en ella tiene su más amplio desarrollo la zona de deformación subandina, constituyendo una zona geodinámicamente muy activa y reciente (interna y externa).

En la región se diferencian nítidamente tres unidades macro-geomorfológicas o grandes bloques morfo-estructurales: La Cordillera Oriental, la Faja Sub-Andina (IGN, 1982) y la Depresión Amazónica Oriental o Selva Baja.

3.2.1.1. Cordillera Oriental de los Andes o "Geoanticlinal Marañón"

Conformada por rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas precámbricas y paleozoicas, con un relieve montañoso y muy accidentado, que se eleva hasta llegar casi a los 5,000 msnm. En la región San Martín es colindante con las regiones de La Libertad y Chavín en parte (provincia de Marañón, que antes se encontraba en territorio de Huánuco).

3.2.1.2. La Faja Sub-Andina

Formada por una sucesión de cadenas y depresiones. Las cadenas, o cordilleras piemontanas, están constituidas por rocas sedimentarias mesozoicas. Estas cadenas se formaron por esfuerzos tectónicos que han desarrollado estructuras simples (anticlinales y monoclinales) y complejas (geoanticlinales), con relieves empinados que se elevan encima de los 3,000 msnm. Las depresiones tectónicas centrales, entre las cadenas piemontanas, están constituidas por rocas sedimentarias cenozoicas, con relieves colinosos y aplanamientos comprendidos entre los 200 y 800 m.s.n.m.

Contiene a los contrafuertes de la Cordillera Oriental (Cordilleras Pucatanbo, Cahuapanas, Escalera, Azul) y a las depresiones tectónicas de los ríos Huallaga y Mayo, entre sus principales unidades.

El anticlinorium Campanquiz-Cahuapanas-Escalera-Azul, está formado por un sistema de fallamiento compresional (NE-SO y E-O), que ha originado sobre-escurrimientos, fallas inversas, gravens estrechos y largos, anticlinales y sinclinales apretados, edificando una cadena estructural compleja donde afloran las rocas del Cretácico-Jurásico.

En general, la evolución de la red hidrográfica de la región muestra la siguiente configuración morfológica-estructural:

Depresión tectónica del Mayo

Donde se desarrolla el amplio valle del río Mayo; en el Alto Mayo está flanqueado por las cadenas de cerros pertenecientes a levantamientos tectónicos: Cordillera Cahuapanas y la Cordillera Pucatanbo; está colmatada y cubierta por gruesas capas de depósitos aluviales, formadas

en ambientes fluvio-lacustres, correspondientes al Terciario Superior - Cuaternario y Cuaternario reciente.

De la topografía plana y ondulada de esta depresión, sobresalen en el Alto Mayo el monte Isla de la quebrada Pacoyacu (río Soritor), el domo salino Cachiyacu y el Morro de Calzada (frente a Moyobamba), los que evidencian que el piso de esta depresión está bastante fallado, como la parte que está comprendida entre los ríos Avisado y Huascayacu, que ha sido recientemente levantada y basculada o inclinada levemente hacia el centro de la depresión debido a levantamientos recientes de la Cordillera Cahuapanas, que reactivaron u originaron la falla que pasa por el domo salino Cachiyacu y al sur del cerro Morroyacu, siguiendo paralelamente al río Mayo.

En el Bajo Mayo se encuentra entre la cadena de cerros Ayumayo (margen derecha) y por una estribación de la Cordillera Cerro Escalera, el anticlinal Lamas.

Cordillera Cahuapanas

Que corresponde a un levantamiento tectónico conformado por la cadena de cerros que, en el Alto Mayo, separan el valle del río Mayo del Llano Amazónico; se extiende longitudinalmente como prolongación de la Cordillera Campánquiz (luego del nudo que une estas cordilleras con la de Pucatanbo) y continúa hacia el sur-este con el nombre de Cordillera Cerro Escalera (provincias de Lamas y San Martín). Asociada a esta unidad morfo-estructural está la cadena de cerros Angaiza y la falla del mismo nombre, al norte de la ciudad de Moyobamba, a la que se le asocia el origen de los sismos de Moyobamba de 1968 y 1991. Tiene una orientación NO-SE.

Está constituida por una potente secuencia de areniscas cuarzosas, lutitas y calizas grises, de origen marino, del Cretáceo; también por capas de areniscas-arcillitas rojas continentales del Jurásico.

El marco estructural principal está constituido por una sucesión de fallas normales escalonadas paralelas con dirección NO-SE, en las que el lado nor-oriental se ha levantado con respecto al lado sur-occidental a manera de escalones, originados por fuerzas tensionales durante el levantamiento general de toda la cordillera.

Cordillera Pucatambo, (denominada Cordillera Oriental por la ONERN)

Constituye un levantamiento tectónico de un anticlinal amplio y macizo de calizas Triásico-Jurásicas, que en su borde nor-oriental limita con la depresión del Mayo, por una gran falla inversa de tipo sobre-escurrimiento que pone en contacto las rocas calcáreas jurásicas con areniscas cretácicas más jóvenes. Asociada a esta unidad existen fallas geológicas con orientación NO-SE, paralelas a su alineamiento (como la falla de Pucatambo, epicentro del sismo de 1990), en cuyas bases existen importantes afloramientos de aguas subterráneas a través de cavernas labradas en rocas calcáreas.

En su borde Sur-Occidental limita con la depresión del río Chiriaco, en el departamento de Amazonas. En este lado, siguiendo paralelamente y muy de cerca de este escurrimiento, existe una falla normal más joven que ha levantado el bloque entre las dos fallas, produciendo un alto estructural menor, hors, que se distingue claramente y tiene relación con el ensanchamiento, en la zona de falla, de los valles transversales que descienden de la cordillera, antes de llegar a la planicie.

Está conformada por una potente secuencia de calizas grises marinas puras, del Triásico - Jurásico, con gran deformación estructural y profundamente disectadas.

Es coherente postular la existencia de fallas activas en la zona como parte de un neo-tectonismo, al cual pueden asociarse los últimos movimientos sísmicos (Medina, 1990).

Las Cordilleras Pucatambo y Cahuapanas se unen con la **Cordillera Campánquiz** en el cerro que es el punto límite entre Loreto, Amazonas y San Martín, la que se encuentra entre la depresión de la del río Nieva en su parte occidental, y por el Este con el Llano Amazónico y es el límite natural entre Amazonas y Loreto.

Depresión tectónica del Huallaga

Limitada hacia el Este por el anticlinorium Cordillera Azul y por el Oeste por las cadenas piemontanas de la Cordillera Oriental de los Andes. La estructura principal de esta depresión es de flexuras y monoclinales de variados ángulos de inclinación.

Cordillera Escalera

Se extiende longitudinalmente como prolongación de la Cordillera Cahuapanas por el sur-este (parte de Lamas, Tarapoto, Shapaja); es una cadena anticlinorium que se levanta hasta los 2,500 m.s.n.m. Se encuentra entre el Llano Amazónico y la depresión del Mayo.

Está dominada por una morfología accidentada conformada por cerros de flancos muy agudos, disectados por quebradas profundas en gran parte cubiertos por una densa vegetación arbórea y que sirve de nacimiento de numerosos cursos de aguas en ambos flancos, donde se desarrollan cataratas, cascadas y rápidos y se constituyen en lugares de atractivo turístico; así tenemos:

Flanco Oeste: Cumbaza, (con sus afluentes Añaquihui, Curiyacu, Guacamaylo, Canela Ishpa, Cachiyacu, Shilcayo, Ahuashiyacu, Pucayacu, entre los principales).

Flanco Este: Shanuzi, Charapille, Caynarachi.

Este anticlinorium continúa en la Cordillera Azul, los que se dividen al ser cortados transversalmente por el río Huallaga en el Pongo de Aguirre (cañón profundo cuyo fondo se encuentra entre 180 y 195 m.s.n.m.) y en la gran fosa tectónica o graven que las divide longitudinalmente desde Chazuta hasta el río Shanusi por efecto de una falla de sobre-escurrimiento que ha originado un gran escarpe estructural de más de 1000 m. de altura.

Está formada por un sistema de bloques rocosos generadas por procesos tectónicos compresivos que han dado lugar a sobreescurrecimientos, fallas inversas, pliegues tipo anticlinales y sinclinales apretados, edificando una cadena estructural compleja donde afloran las rocas más antiguas del área (cretácico- Jurásico).

El substrato rocoso es de naturaleza sedimentaria, principalmente areniscas, algo de arcilitas y calizas; muy dislocadas que, ligado a las fuertes pendientes de las vertientes, facilitan la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes y hace imposible el desarrollo de actividades productivas. (ONERN 1984).

Cordillera Azul

Cadena anticlinorium que divide la cuenca del Huallaga de la del Ucayali (Llano Amazónico); se levanta hasta los 2000 ms.n.m. y su línea divisoria de aguas es el límite Este entre San Martín y Loreto.

Cordillera Ayumayo

Situada entre los ríos Mayo y Sisa, que se extiende por la quebrada Zapatero por el Noroeste; constituye un anticlinorium buzante de estructura compleja, que se eleva hasta los 3000 m.s.n.m. En su morfología destaca la formación de una fosa tectónica longitudinal en el centro, por la que ha emergido el domo salino Cachiyacu (nacientes de la quebrada Cachiyacu, de San Miguel del río Mayo), produciéndose inflexiones semicirculares en las capas laterales.

Anticlinal Bellavista

Conformada por una estructura simple, con eje de plegamiento axialmente buzante hacia el SO, que se eleva desde los 600 hasta los 2500 m.s.n.m., separando a los ríos Sisa y Saposoa con una orientación NO-SE. Se caracteriza por tener una morfología simétrica a partir del eje de plegamiento, que coincide con la cima o cresta de cordillera.

En la parte Noroeste (que a su vez coincide con las partes más elevadas) se ha fracturado longitudinalmente por su eje de plegamiento, debido a los esfuerzos compresionales más intensos, formándose fosas tectónicas que a su vez han producido el volcamiento de estratos que han dado lugar a la conformación de escarpes monoclinales opuestos, donde se produce una fuerte actividad morfodinámica que se traduce en una topografía agreste.

Este anticlinal está deformando la depresión central para dar lugar a una cordillera actualmente ascendente, lo que se evidencia por el levantamiento en este lugar de la terraza antigua del río Huallaga, que la corta hasta una altura mayor de 100 m. Además ha basculado las áreas vecinas (flancos NE del anticlinal). Este anticlinal separa a los valles laterales pequeños, estructuralmente controlados, y un valle en el eje axial del anticlinal (margen derecha del río Huallaga).

La prolongación de este anticlinal, hacia el Sur del río Huallaga, separa a este curso fluvial del río Biabo.

Anticlinal Lamas

En cuya cima se ubica la ciudad del mismo nombre; de forma simétrica, está conformada por rocas areniscas y lutitas del cretáceo y terciario, levantándose encima de los 860 m.s.n.m.

Anticlinal Sauce

Que separa la laguna del mismo nombre, del río Huallaga. Los anticlinales señalados son formaciones prominentes constituidos por rocas terciarias de areniscas margosas y arcillitas.

Cadena baja Monoclinal Machungo

Separa el río Huallaga del río Mayo y la quebrada Yacucatina; incluye una cornisa bien conservada, un escarpe de mucha pendiente, y la ladera opuesta (flanco Oeste que da al río Mayo) con cuevas y modelaciones que conforman espolones con pendientes fuertes. Se eleva hasta 580 m.s.n.m. Incluye algunas áreas para uso forestal, pero en parte de su flanco Oeste se ha desarrollado actividad agropecuaria, principalmente con cultivos de maíz y sorgo, lo que dificultará el desarrollo forestal.

Monoclinal Shima

Formado por una falla de sobre-escurrimiento hacia el NE, dando lugar a la fosa profunda desde Juanjuí hasta Saposoa, la que se ha rellenado con cantos y gravas aluviales posteriormente levantados, evidenciando una actividad reciente, pudiendo constituir una zona de riesgo sísmico, como lo demuestra el sismo ocurrido en Marzo de 1972 cuyo epicentro se encuentra en fallamientos paralelos a este monoclinal.

Monoclinal Pilluana

Situada entre los ríos Mishquiyacu y Ponasa, afluentes del Huallaga.

Otras estructuras menores que tienen expresión geomorfológica importante, son las Colinas Altas Estructurales, los Valles Estructurales-Denudacionales, Fosas Tectónicas o Graven's, entre otros.

Colina Alta Anticlinal San Antonio

Unidad que separa al río Cumbaza de la quebrada Shupishiña y de la planicie holocénica.

Esta unidad tiene una orientación aproximada este-oeste; alcanza elevaciones de hasta 925 m.s.n.m. (CCPP Chirapa - San Roque), 830 m.s.n.m. (Aucaloma), 722 m.s.n.m. (frente a San Pedro) y un nivel de base cercano a 400 m.s.n.m. (cerca a Morales).

Este anticlinal es amplio a partir del eje de plegamiento por lo que forma laderas suaves y tiene potencial uso agropecuario, que es aprovechada y hasta sobre explotada por los agricultores de San Antonio y distritos aledaños.

Esta unidad está constituida por areniscas, lutitas y calizas del cretáceo por lo que en algunas áreas presentan taludes, áreas escarpadas como también áreas planas. Por su estructura interna y litología, constituye un reservorio de aguas subterráneas que tienen sus manifestaciones en el flanco sur (ONERN, 1984).

Valle del río Cumbaza

Es otra importante expresión morfológica del área de estudio, que contrasta y está adyacente a la anterior; es la principal unidad hidrográfica colectora del drenaje de la cuenca del mismo nombre. Presenta un estado de desarrollo juvenil caracterizado por un valle angosto con incipiente formación de terrazas, en el sector del distrito de San Antonio presenta una gradiente que le da una importante dinámica torrencial, con gran capacidad de acarreo.

Los flancos del valle muestran cierta asimetría en su pendiente, altitud y desarrollo; hacia la margen izquierda las laderas presentan mayor pendiente, ya que forma parte de las estribaciones de la Cordillera Cerros Escalera de donde nacen la mayor parte de quebradas afluentes del río Cumbaza.

Hacia el flanco derecho del valle se observa terrenos de relieve menos accidentados, con una mayor estabilidad geomorfológica que inclusive sirve de soporte de actividades agropecuarias.

Fosa Tectónica El Paredón

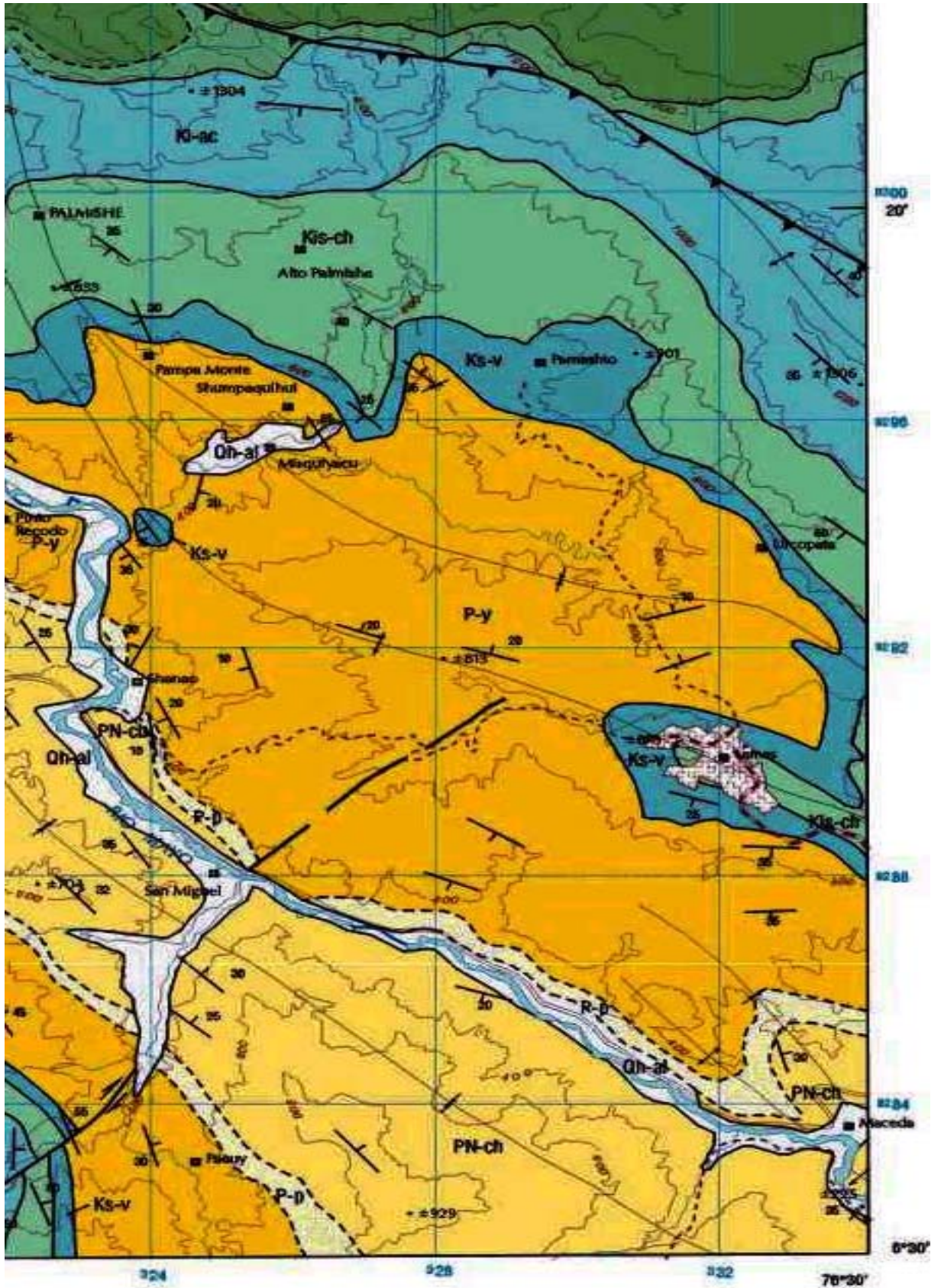
Es la fosa tectónica más grande que se ha modelado en la Cordillera Cerro Escalera (flanco Este), que se extiende desde Chazuta hasta el río Shanusi; se debe a una falla de sobre-escurrimiento. A esta unidad se llega por la carretera de Tarapoto a Yurimaguas, desde la cual, luego de atravesar el túnel de la cumbre de divisa un precipicio que, visto desde el fondo, viene a ser un farallón vertical de más de 1000 m de altura. Esta fosa aparenta ser un callejón profundo y amplio, de 0.9 á 3.5 Km. de ancho aprox. y con una longitud de 50 Km. El fondo es ondulado, presentando lomadas, colinas bajas y riachuelos.

3.2.1.3. La Depresión Amazónica Oriental o Selva Baja

Constituida por rocas cenozoicas y recientes, con un relieve colinoso bajo y aplanamientos situados por debajo de los 200 m.s.n.m.

Al estar comprendida esta región en la zona subandina oriental más activa del país, los procesos tectónicos, denudacionales y deposicionales hídricos (fluviales), han dado lugar a ambientes geomorfológicos bien diferenciados, con características morfodinámicas actuales y latentes muy relacionadas con las condiciones climáticas, de flora y fauna, litológicas y estructurales, sobre las que tiene mucha incidencia la actividad antrópica, se requiere tener una visión prospectiva del comportamiento geomorfológico futuro del área y que permita el planeamiento del uso racional de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente.




















MAPA GEOLOGICO DE LAMAS (DEL CUADRÁNGULO DE MOYOBAMBA)



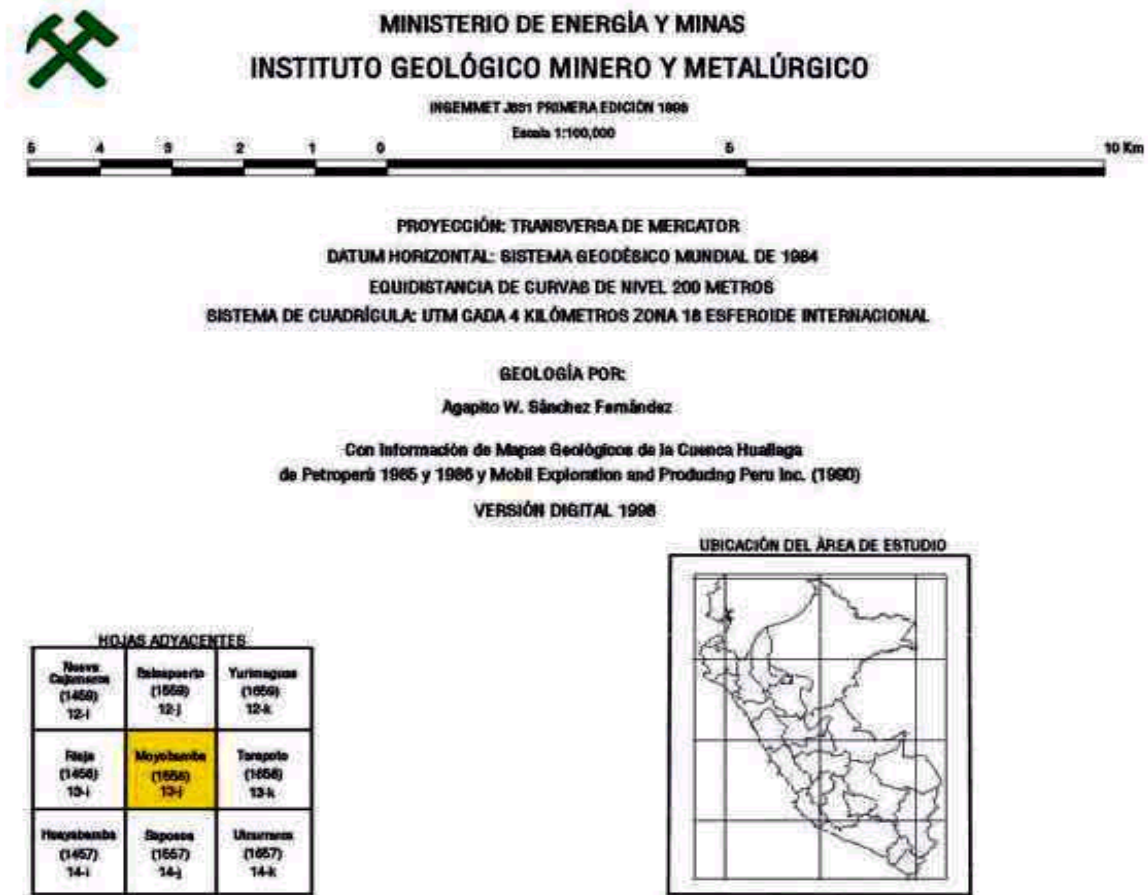
LEYENDA

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENA	Depósito fluvial Qh-fl Depósito aluvial reciente Qh-al Depósito coluvial, aluvial Qh-co,al	
		PLEISTOCENA		
		NEÓGENO	PLIOCENA MIOCENA	
	PALEÓGENO	OLIGOCENA	Formación Ipururo N-I Formación Chabira PN-ch	
		EOCENA	Formación Pozo P-p	
		PALEOCENA	Formación Yahuarango P-y	
	MESOZOICA	CRETÁCEO	SUPERIOR	Formación Vivian Kv-v Formación Chonta Ks-ch
			INFERIOR	Formación Agua Caliente Ks-ac Formación Esperanza Ks-e Formación Cushabatay Ks-c
JURÁSICO		SUPERIOR	Formación Sarayaquillo Js-s	

SÍMBOLOS

	Contacto geológico conocido	
	Contacto geológico inferido	
	Rumbo y buzamiento de estratos	
	Estrato vertical	
	Estrato invertido	
	Estrato horizontal	
	Rumbo y buzamiento (10-30°)	} FOTINTERPRETADO
	Rumbo y buzamiento (30-60°)	
	Rumbo y buzamiento (> 60°)	
	Eje de sinclinal	
	Eje de anticlinal	
	Falla de rumbo	
	Falla inferida	
	Falla inversa	
	Falla normal	
	Lineamiento	
	Domo	
	Mina	
	Línea de sección, perfil geológico	

Fuente:



3.2.2 ESTRATIGRAFÍA Y LITOLOGÍA ³

La gran variedad de rocas que se encuentra en la zona es fácilmente agrupable en nueve unidades lito-estratigráficas, que corresponden a ciclos diferentes de sedimentación, algunas de las cuales tienen relaciones de cambios de facies, o sea que en una misma cuenca se depositaban al mismo tiempo tres o más clases de rocas, como las formaciones cretácicas y las del Cuaternario, lo que hace un tanto complicada la sucesión estratigráfica.

El apilamiento normal y secuencial de los sedimentos sobrepasa los 5900 m. de espesor, como se da en la columna estratigráfica de la cuenca alta del río Mayo, dispuesto en una sucesión de estratos (capas delgadas o potentes), que en algunas partes ha sido erosionada totalmente, dejando al descubierto a las más antiguas.

³ MARTÍNEZ, Alberto. "Apreciaciones Geológicas de Campo sobre los Efectos del Terremoto del 19-6-68 en Moyobamba y alrededores del Nor-Oriente Peruano". En I Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Antisísmica. Lima, Set. 1969.
 Medina, Juvenal. Conversaciones personales.
 ONERN. "Inventario y Evaluación Integral de los Recursos Naturales de la Zona del Alto Mayo - Reconocimiento". Lima, Set. 1982.

CUADRO 2. ESTRATIFICACIÓN DE LA CUENCA SUPERIOR DEL RÍO MAYO

ERA	SISTEMA	SERIE O PISO	NOMBRE	ESPESOR (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA
CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	Aluvial	200	Qh-a, Qh-r	Arenas, limos, arcillas grises y marrones, inconsolidados; guijarros y bloques de arenisca o caliza en zonas altas. Topografía plana.
		PleistoCeno	Coluvial Aluvial Lagunar	200	Qp	Arcillas, limos y arenas firmes rojo-grisáceas y moteadas, lentes de guijarros livianos; con frecuencia cubiertos por una capa de arenisca gravosa con cemento silíceo, muy dura. Topografía plana. Conglomerados y aluviones de pié de monte de arenisca o caliza, con lentes de turba, lignito y arcillas muy plásticas. Topografía plana y colinosa.
	TERCIARIO	PlioCeno	Formación Avisado	100 varios	TQ-av	Arcillas marrones, moteadas, blandas, con areniscas, limolitas y conglomerados. Origen lagunar. Topografía colinosa
		Paleoceno - Eoceno	Formación Huayabamba	900	Ti-hu	Arcillitas-margas-areniscas marrón rojizo, oscuras y grisáceas, suaves y muy duras. Areniscas de grano fino, calcáreas en estratos tabulares, de origen continental. Topografía colinosa.
MEZOZOICO	CRETACEO	Aptiano -	Formación Vivian	50	Ks - vi	Arenisca cuarzosa blanca, grano fino a medio, friable a muy dura, intemperización rojiza. Origen marino litoral.
		Albiano -	Formación Chonta	800	Kms-ch	Lutita gris oscura, fisible, firme; calizas grises y beige, microcristalinas, duras, de origen marino.
		Cenomaniano - Senoniano	GRUPO ORIENTE Formaciones: Agua Caliente / Raya /	1300	Kim-or	Arenisca cuarzosa blanca, grano medio a gránulos micro-conglomerados, muy friable, con abundante matriz tufácea blanca. Capitas de lutitas grises fisibles y masivas. Origen marino litoral. Topografía montañosa.
	JURASICO	Malmiano	Formación Sarayaquillo	< 800	Js - sa	Arenisca-arcillitas-margas marrón rojizas a marrón grisáceas; blandas, firmes y duras. Areniscas muy finas, arcillosas calcáreas. Capas de yeso y sal originan domos salinos y salmueras. Origen continental. Topografía suave y montañosa.
		Liasiano	Grupo	± 1500		Calizas gris oscuras, medio a microcristalinas, duras, concreciones de chert, capas delgadas de areniscas y lutitas.
	TRIASICO	Norian-Ret.	Pucará		JR - pu	Relleno de cavidades con calcita cristalizada y cavernas con estalactitas. Origen marino. Topografía montañosa. Excelente reservorio hídrico.

En general, las muestras estratigráficas muestran una litología regional cuyas edades varían entre el cuaternario reciente y el precámbrico.

ERA MESOZOICA

A esta era corresponde la mayor parte de las rocas sedimentarias que afloran en la zona (4400 m. de espesor), que se agrupan en dos sistemas: Triásico-Jurásico y Cretáceo.

a.b. Triásico - Jurásico

(1) Grupo Pucará (J-pu) ⁴:

Nombre dado por Jenks (1951) a una potente secuencia de calizas, con capas de lutitas y areniscas de esta edad, que se encuentran en la parte central y norte del Perú, donde están sobreyaciendo en forma generalmente discordante al grupo Mitu del Pérmico, e infrayaciendo con discordancia angular a rocas del Jurásico superior. El contacto superior se hace en forma discordante con la formación Sarayaquillo. La mayor área de exposición ha sido reconocida en la Cordillera Pucatanbo; está constituida principalmente por calizas grises.

Se presenta en estratos masivos y potentes bastante fracturados, que permiten la formación de estructuras vesiculares, venas y amigdaloides rellenos parcial o totalmente con calcita blanca cristalizada. También se forman cavernas con estalactitas de calcita.

En el área de la Cordillera Pucatanbo su **espesor** actual de las calizas puede variar entre 500 y 1500 m., por efectos de la fuerte erosión.

La **distribución regional** de esta unidad es muy amplia y se extiende siguiendo la Cordillera Oriental y parte de la Selva, desde Abancay en el Sur hasta la frontera en el Norte y aún sigue hacia el Ecuador.

Las características litológicas evidencian un **origen** marino profundo, que se acumuló durante la transgresión marina que avanzó hacia el oriente a través del Portal Marañón, a manera de una cuenca elongada (artesa) con su eje paralelo a la faja Sub-andina (SE-NO). Su deposición estuvo acompañada por actividad volcánica, que fue más intensa en el Ecuador.

Se supone para este grupo una **edad** que comprende desde el Noriano al Retiniano en el Triásico, hasta el Liásico en el Jurásico inferior.

Se **correlaciona** con la formación Santiago en el Ecuador. En el Perú comprende las formaciones Utcubamba, El Chillo y Tingo María, o también las formaciones Santiago Chaypaya y varias otras.

⁴ ONERN. "Inventario y Evaluación Integral de los Recursos Naturales de la Zona del Alto Mayo - Reconocimiento". Lima, Set. 1982. p.91

(2) Formación Sarayaquillo (Js-sa)⁵

Nombre dado por Kummel (1948) a una secuencia de areniscas finas y lodolitas rojas que se encuentran en el río Cushabatay (cuyas nacientes están en la Cordillera Cahuapanas), donde están infrayaciendo a las areniscas del Cretáceo. En esa zona se encuentran también estos sedimentos que están sobreyaciendo con discordancia angular a las calizas Pucará e infrayaciendo con discordancia subparalela a la arenisca Oriente del Cretáceo.

Está constituida por una potente y monótona secuencia rojiza con intraestratificación fina o delgada de areniscas, arcillitas, lodolitas, limolitas y margas en estratos masivos, tabulares y fisibles, con abundante yeso vetiforme y nodular.

Las areniscas son de grano muy fino a limolíticas y arcillosas, que varían de color rojo ladrillo a marrón oscuro, siendo friables a firmes y duras. Se aprecia principalmente en los cortes de la carretera Marginal, cerca al río Mayo y aguas arriba de la boca del Serranoyacu.

Las arcillitas son marrón rojizas a marrón oscuras y parduscas, suaves a firmes, fisibles a sub-fisibles; en parte son pizarrosas (densas, duras y bien compactas, que se fracturan en bloques tabulares).

En el Alto Mayo se encuentran domos salinos y salmueras, que a nivel regional están relacionados con los sedimentos continentales de edad Jurásica, lo que significaría que esta formación contiene cuerpos aislados que corresponderían a cuencas restringidas de formación de rocas evaporíticas (yeso, anhidrita, sal, etc.).

Están preservadas en las áreas donde se encuentran cubiertos por las formaciones cretácicas, como la Cordillera Cahuapanas. En las áreas donde están aflorando completamente descubiertas y expuestas a las fuertes precipitaciones, estas sales han sido lixiviadas completamente, como en la parte septentrional del río Serranoyacu en la Cordillera Pucatambo. En zonas vecinas se han encontrado bancos de aglomerados volcánicos que no han sido vistos en esta formación; sin embargo en el domo salino Cachiyacu del Alto Mayo se han encontrado fragmentos de rocas volcánicas, que evidenciarían su presencia en las capas superiores de esta formación.

⁵ ONERN. "Inventario y Evaluación Integral de los Recursos Naturales de la Zona del Alto Mayo - Reconocimiento". Lima, Set. 1982. p.92

Las secciones aflorantes de esta formación son incompletas por efecto de la erosión, donde se les puede atribuir un **espesor** de 800 m. aprox., pero éste es muy variable debido a su origen continental, deformación estructural y degradación.

Está cubierta por formaciones posteriores en toda la zona de llanura y de la Cordillera Cahuapanas, mientras que en la parte de la Cordillera Pucatanbo ha sido erosionada completamente, dejando al descubierto calizas inferiores.

La **distribución regional** de esta unidad es muy amplia en el subsuelo de toda la faja subandina y parte de la Selva peruana; se extiende hasta el Ecuador, y también en forma discontinua hacia el Brasil.

La constitución litológica, estructura sedimentaria, color y variabilidad de espesores indican claramente un **origen** continental, depositados en una cuenca angosta y elongada (SE-NO), situada al Este del Geanticlinal Marañón. Durante su deposición se produjo actividad volcánica, la que fue más intensa en el Ecuador.

Esta formación no es fosilífera, pero por su posición y relaciones estratigráficas se le asigna una **edad** comprendida en la serie Malm del Jurásico.

En el Perú se le conoce también como formación Boquerón, y se correlaciona con otras: En el Ecuador se le llama formación Chapiza y en el Brasil, Sed. 2 JM-1.

(3) Formación Chapiza

Su litología se caracteriza por las areniscas rojas a rosadas, lodolitas rojas y lutitas arcillosas chocolates, limo-arcillosas de color rojo a violáceos, de mediana a baja plasticidad. En la parte media de la sección se encuentran bancos delgados de areniscas margosas friables, de fácil disgregación y plasticidad nula. En la parte inferior y superior las areniscas son feldespáticas de grano fino a medio, sub-angular a sub-redondeadas, con óxidos de hierro y escasas láminas de micas. El cemento es silíceo, ferruginoso y arcilloso, en este último son de plasticidad mediana.

La estratificación en bancos gruesos muestran fino cruzamiento y niveles con grietas de disección en los horizontes lutáceos; la estructura es masiva dentro de los bancos. El buzamiento de las capas varía de 25° á 85° y se hallan a menudo flexionados y ocasionalmente muestran

pliegues cerrados con intenso fracturamiento en la zona axial. Se caracteriza por la ausencia de fósiles.

c. Cretáceo

Le corresponden tres unidades litoestratigráficas que se depositaron durante una gran transgresión marina, con periodos sucesivos de transgresiones-regresiones menores, originando una sucesión continua de sedimentos con estrechas relaciones y cambios de facies profundos

Están representados principalmente por las formaciones areniscas azúcar y areniscas aguas calientes, donde se ha observado la mayor activación al efecto sísmico, sobre todo en las areniscas en forma de derrumbe; las pobres condiciones de cohesión, como la falta de cementante, son la causa de su comportamiento dinámico, que como ejemplo se pueden citar el cerro Angaiza (cerca de los epicentros de los sismos de 1968 y 1991), también en el sector denominado Tangarana, donde se encuentra el mayor deslizamiento de la carretera Marginal (Km 83 - 84 Tarapoto - Moyobamba), cuyo disturbamiento es a causa de los efectos de los explosivos usados.

▪ Cretáceo Inferior

(1) Grupo Oriente (Kim-or)⁶

Nombre dado por R. Fuentes (1972) a la secuencia inferior del cretáceo constituida por areniscas cuarzosas y lutitas grises que sobreyacen a la formación Sarayaquillo en discordancia subparalela e infrayacen a la formación Chonta con un contacto transicional. Se distribuyen en toda la faja subandina y en el subsuelo amazónico. A esta misma secuencia, Kummel denominó formación Oriente y Morán y Fyfe, formación Agua Caliente.

Se divide en tres formaciones, que de la más antigua a la más joven son: Cushabatay, Raya y Agua Caliente. No es fácil identificarlas en las imágenes SLAR.

Las características litológicas y las relaciones estratigráficas indican que la formación Cushabatay (ose las areniscas inferiores), son las que principalmente representan este grupo y están más expuestas, debido a la fuerte deformación estructural y a la consiguiente rápida erosión de las formaciones superiores, que sólo están presentes en las áreas donde están cubiertas por la formación Chonta y las más jóvenes (como en la Quebrada. Valles, ríos Cachiyacu y Huascayacu, en el Alto Mayo).

⁶ ONERN. "Inventario y Evaluación Integral de los Recursos Naturales de la Zona del Alto Mayo - Reconocimiento". Lima, Set. 1982. p.94

Su **espesor** puede alcanzar los 1870 m.

Su **distribución** abarca principalmente la Cordillera Cahuapanas, donde aflora ampliamente, pero está sepultado en el suelo de la zona plana y del cerro Morroyacu. En la parte de la Cordillera Pucatambo ha sido erosionada completamente. La distribución regional de esta unidad es amplia en el subsuelo de toda la llanura amazónica, en la faja subandina y se extiende hacia Brasil y Ecuador.

La litología y sus relaciones con sedimentos finos en cambios de facies indican un **origen** marino Nerítico-Litoral en el lado oriental de un mar somero epicontinental, que avanzaba hacia las masas cratónicas en forma de ciclos de transgresión-regresión marina que permitirían su deposición en ambientes de playas, deltas y en la zona de plataforma continental. Estos sedimentos corresponden a la primera parte de la deposición en el Mio-geosinclinal Peri-cratónico del Cretáceo, que se desarrolló ampliamente en Sudamérica.

Considerando sus relaciones estratigráficas con las formaciones Sarayaquillo y Chonta, se puede establecer una **edad** entre el Aptiano o Bersaniano y el Albiano Superior - cenomaniano del Cretáceo.

Se **correlaciona** con el Grupo Goyllarisquizga de los Andes; con la formación Hollín en el Ecuador, y con la formación Moa en el Brasil.

a. Formación Cushabatay

Está constituida principalmente por areniscas cuarzosas blancas, con algunos niveles blanco-rojizos y bandeados. Los granos de cuarzo son de transparentes a lechosos, rosados, rojos; de medios a muy grandes, en estratos bien seleccionados y otros mal seleccionados, llegando a contener gránulos cuarzosos (1 cm.) que le confiere un aspecto micro-conglomerádico; la forma de los granos varía de sub-angular a redondeados. La roca es muy friable, inconsolidada, con una matriz tufácea blanca, sin cemento y con alta porosidad y permeabilidad. Se presenta en estratos gruesos masivos o con estratificación cruzada y con algunas intercalaciones delgadas de lutitas grises, rojizas y amarillentas (bandeadas), sub-fisibles, limonítica y tufáceas.

b. Formación Raya

Constituida por una intercalación de lutitas grises, fisibles y firmes, con estratos delgados de calizas grises duras, y areniscas cuarzosas de grano fino bien seleccionadas, que en conjunto representan una unidad de poco espesor, con contactos transicionales a las formaciones yacentes.

c. Formación Aguas Calientes⁷

Está constituida principalmente por areniscas cuarzosas blancas y/o amarillentas bien seleccionadas, de grano fino a grano grueso, hasta conglomerádica; son muy similares a las areniscas Cushabatay. En la parte media de la secuencia se presentan lutitas-limosas grises a negras y limolitas grises.

La estratificación de las areniscas es en bancos gruesos, laminadas y cruzadas, de fácil erosión por las aguas de escorrentía. Sus partículas son de cuarzo cristalino a lechoso, sub-angulosas a subredondeadas; muestran niveles compactos y friables dentro de sus estratos. Toda la formación descansa con discordancia angular a paralela sobre la formación Chapiza; se les localiza en el "Cerro Escalera", carretera Tarapoto - Yurimaguas, en Tangarana, en la ciudad de Lamas sobre domos pequeños que le dan mayor sensibilidad a los sismos, así como en los alrededores del cerro Angaiza.

Siendo su característica de estratos con buzamientos casi verticales que sobresalen por la erosión diferencial, de plasticidad casi nula, sólo en horizontes muy delgados tanto en esta formación como en la de las areniscas azúcar. Las lutitas presentan plasticidades de mediana a alta.

▪ Cretáceo Superior

(1) Formación Arenisca Azúcar

Su litología está representada por bancos y estratos delgados de areniscas blancas veteadas, de color gris verdoso y cremas finas; se intercalan con lutitas carbonosas, con restos de plantas y de colores abigarrados; la única diferencia con las areniscas aguas calientes se da por ir acompañadas con óxidos de manganeso y por tener su estructura lenticular como su granulometría sacaroide, plasticidad nula. Se les localiza en la carretera Tarapoto -

⁷ MARTÍNEZ, Alberto. "Apreciaciones Geológicas de Campo sobre los Efectos del Terremoto del 19-6-68 en Moyobamba y alrededores del Nor-Oriente Peruano". En I Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Antisísmica. Lima, Set. 1969.

Yurimaguas (Km. 18), Cerro Blanco, cerca al puente Indoche en el Morro de Calzada, etc.

(2) Formación Chonta (Kms-ch)

Nombre dado por Morán y Fyfe (1933). Consiste de una secuencia de lutitas y calizas, que afloran en el río Pachitea, donde están sobreyaciendo en contacto transicional al grupo Oriente, e infrayaciendo en contacto normal a la formación Vivian. En la zona de estudio, tiene las mismas características y relaciones estratigráficas y afloran en áreas restringidas.

En general, tiene una expresión topográfica depresionada, debido a la acentuada erosión diferencial con respecto a las formaciones de areniscas yacientes.

En la parte inferior consiste principalmente de una intercalación de lutitas, margas y areniscas finas; en la parte media son principalmente calizas; y en la parte superior, lutitas.

Su litología está representada de arriba hacia abajo por lutitas grises a gris-oscuros y negras, muy plásticas, firmes, fisibles, algo calcáreas en las microfracturas, fosilíferas (equinoides, pelcípodos, cefalópodos) y se presentan en estratos gruesos con intercalaciones delgadas de calizas duras y margosas. Las calizas predominantes en la parte media son de color gris oscuro, duras, masivas y algo fosilíferas, en estratos delgados y gruesos que no sobrepasan los 70 m. En la parte inferior también se presentan lutitas con intercalaciones delgadas de areniscas cuarzosas, finas, gris-verdosas, glauconíticas, firmes a friables, con regular porosidad y permeabilidad, que corresponden al cambio transicional con las areniscas cuarzosas de la formación infrayacente; los miembros arenosos son de baja a nula plasticidad; Son compactas, bien cementadas, de grano fino a medio, subredondeados, intercalándose con lutitas grises y amarillentas, lutitas de color verde oscuro a claro, con alguna intercalación de calizas fosilíferas.

Aflora localizadamente en el cerro Morroyacu, en el río Cachiyacu y en la quebrada Huasta-Valles, en el Alto Mayo; tiene mayor afloramiento en la parte alta de las nacientes del río Mayo. Regionalmente tiene una amplia **distribución** en toda la Selva peruana, en la faja subandina, y se extiende hacia la Cordillera Oriental en el Norte, continuando también hacia el Ecuador, Brasil y Bolivia.

En el zona puede alcanzar un **espesor** de unos 800 m. (en el río Cahuapanas se midieron 710 m. y en la zona de Rodríguez de Mendoza, 1200 m., lo que evidencia un aumento hacia el Oeste).

Los sedimentos y fósiles evidencian un **origen** marino en ambientes que varían desde mares neríticos someros (en la parte inferior) a mares neríticos profundos (parte central). La sedimentación se produjo durante la mayor transgresión marina del cretáceo hacia el Este, a través del Portal Marañón, y se extendió de NO á SE, formando la gran cuenca peri-cratónica cretásica.

Su alto contenido fosilífero ha permitido determinar bien su **edad**, que comprende desde el Albiano hasta el Maestrichtiano del Cretáceo. Las relaciones con cambios de facies con las areniscas Agua Caliente permitieron que existan estratos de la misma edad en estas dos formaciones.

Se **correlaciona** en cambios de facies en conjunto con las formaciones Chulec-Pariatambo-Yumangual-Mujarrum-Romiron-Coñor-Cajamarca, en la Cordillera Oriental; Hacia el Ecuador, con la formación Napo, y en el Brasil con la Formación Río Azul.

(3) Formación Vivian (Ks-vi):

Nombre dado por Kummel (1972) a una capa de areniscas cuarzosas blancas que yace entre las formaciones lutáceas Chonta y Cachiyacu, en la quebrada Vivian (cerros Contamana). En la zona de estudio esta formación se encuentra sobreyaciendo en contacto normal sobre las lutitas Chonta, pero el contacto superior es directo y en concordancia paralela con las capas rojas continentales Huayabamba del Terciario Inferior

Está constituida por areniscas cuarzosas, blancas a grisáceas, de grano fino a medio, bien seleccionadas y subredondeadas. Los granos de cuarzo son de transparentes a lechosos, amarillentos y anaranjados. La roca es friable, dura en partes, bien consolidada y cuarcítica; se presenta en estratos delgados, masivos y ocasionalmente con estratificación cruzada. Frecuentemente se observa una zona de intemperización marrón amarillenta, hasta de 3 cm., debido a la oxidación.

Es una formación delgada. Su **espesor** puede alcanzar los 115 m. a nivel regional, y en la zona de estudio tiene aprox. 50 m.

Su **distribución** local es muy restringida y aflora sólo en la quebrada . Valles y en el cerro Morroyacu, en el Alto Mayo. En las Cordilleras Oriental y Cahuapanas ha sido erosionado totalmente. A nivel regional, tiene una amplia distribución en la selva peruana, faja subandina y se extiende hacia Ecuador y Brasil a manera de un manto delgado de arenisca que separa los sedimentos marinos de los continentales rojos.

Tiene un **origen** marino litoral, habiendo sido depositada durante la última regresión del mar que cubría la cuenca peri-cratónica del cretáceo.

Estas areniscas no son fosilíferas, pero por su posición y relaciones estratigráficas sobre las lutitas fosilíferas de Chonta, se les atribuye una **edad** Maestrichtiana del Cretáceo superior.

Se **correlaciona** con la formación Divisor del Brasil y con la parte basal de la formación Tena Del Ecuador; en el Perú, con la parte basal de las areniscas azúcar y es también nominada como formación Rampart.

ERA CENOZOICA

Durante esta era, se depositaron sólo sedimentos continentales en esta zona, los que se encuentran localizados en las zonas bajas, y que por su diversidad litológica y origen, presentan una secuencia sedimentaria compleja, principalmente en la parte superior, que comprende del Terciario Superior al Cuaternario.

a. Terciario: Grupo de las Capas Rojas.

Están representados por las formaciones Huayabamba, Pozo, Chiriaco, las mismas que han sido plegadas y falladas en menor grado que otras formaciones, cuyos buzamientos varían 15° á 30°, llegando a alcanzar la verticalidad de mediana plasticidad en las zonas afectadas por fallas o pliegues.

(1) Formación Huayabamba (Ti-hu)

Secuencia de lodolitas, limolitas, areniscas rojo oscuras a púrpuras, descritas por Williams (1949) en la zona del río Marañón, que sobreyacen a la formación Vivian e infrayacen a la formación Pozo.

Los afloramientos en el río Huascayacu y en la quebrada Valles consisten esencialmente en la interstratificación delgada de areniscas y arcillitas, lodolitas y margas.

Martínez (1968), indica que su litología está constituida por limolitas de color rojo brunáceo pardo verde, lodolitas de color marrón y verde; arcilitas verdes muy duras de color gris, lenticulares, que intercalan en una secuencia cíclica de calizas, areniscas, limolitas, lodolitas y arcilitas; se caracterizan por presentar discordancias locales y lenticulares de las areniscas y limolitas en bancos gruesos con estratificación cruzada, "riple marks" y "nud crack" o grietas de disección.

Su espesor es variable, tanto por el medio de deposición como por la erosión que en esta zona ha sido muy fuerte. En los afloramientos del cerro Morroyacu puede alcanzar hasta unos 900 m. de espesor, y en las áreas vecinas hasta 2000 m. (río Santiago, río Nieva). Tiene una amplia distribución regional en toda la faja subandina y en el subsuelo de la selva peruana, Ecuador y Brasil.

Su constitución litológica, coloración y contenido faunístico indican un **origen** continental en una cuenca inestable, con cambios climáticos fuertes, que prosiguió desarrollándose como una continuación de la cuenca peri-cratónica marina. El alto contenido de calcáreos indica sucesión de climas cálidos que permitían la deposición química de sales en mezcla con los detritos.

Su posición estratigráfica sobre las areniscas Maestrichtianas y bajo las lutitas Pozo del Oligoceno (en zonas vecinas al Alto Mayo) permiten establecer una **edad** Paleoceno o Eoceno del Terciario Inferior. Se **correlaciona** con las formaciones Huachpayacu-Casa Blanca-Yahuarango de otras zonas; en Brasil, con la formación Ramón.

(2) Formación Pozo

Cuya litología predominante está constituida por arcilitas de color violáceo a gris, con módulos calcáreos; en la base, lutitas grises, marrones y verdes, con horizontes calcáreos fosilíferos. Las lutitas, estratificadas en bancos gruesos, merecen especial atención en su comportamiento, por presentar "Slickenside", en forma de micro a macro espejos de fallas, consideradas como zonas de potencial de movimiento en la activación, dentro del conjunto de mediana plasticidad, (99% pasa por el tamiz N° 200, LL=40; IP=15. Km. 35 Tarapoto - Río Nieva).

- (3) Formación Chiriaco
Constituido por litología de arcillitas y lodolitas calcáreas de colores rojo, marrón rojizo y violáceo, con módulos calcáreos estratificados en bancos gruesos.
- (4) Formación Avisado (TQ-av)
En la depresión tectónica del Mayo, entre Moyobamba - Rioja (río Tónchima) - río Huascayacu - río Avisado, y siguiendo por el río Mayo hasta el río Naranjos, se presenta una secuencia potente de sedimentos detritos finos y gruesos que colmataron esta depresión, unidad litoestratigráfica denominada Formación Avisado en el estudio realizado por la ONERN (1982), en razón de que el río Avisado la está cortando profundamente, lo que permitió puedan ser estudiados.

La sección aflorante consiste de una monótona secuencia de arcillitas y lodolitas de color marrón claro, moteadas con gris verdoso, muy blandas, amorfas, en estratos gruesos masivos, con intercalaciones lenticulares de areniscas marrones, finas, inconsolidadas y limolíticas, y conglomerados de areniscas. Hacia las áreas periféricas se observa un cambio de facies a depósitos deltaicos y de abanicos aluviales conglomerádicos.

Su **espesor** se estima en varios cientos de metros, con la característica de que va disminuyendo hacia los flancos.

Se **distribuye** en toda la depresión tectónica del Mayo, aflorando extensamente entre la quebrada Dorada y el río Huascayacu. En el resto de la depresión está cubierta.

Este apilamiento de sedimentos finos se produjo en el medio lacustre, que **se originó** al producirse la depresión tectónica y el levantamiento de las cordilleras, de donde provenían los sedimentos que colmataron esta depresión. La litología arcillosa, el color y las moteaduras indican un ambiente de aguas muy tranquilas, en condiciones reductoras intercaladas con condiciones oxidantes, las que podrían corresponder a cambios climáticos.

No se han encontrado fósiles, pero por su posición estratigráfica, sus características lito-morfo-estructurales y sus relaciones estrechas con los depósitos cuaternarios más jóvenes, se le asigna una **edad** que comprende desde el Plioceno del Terciario superior hasta el Pleistoceno del Cuaternario. Podría ser **correlacionada** o ser de la misma edad que la formación Ucayali y la formación Marañón.

b. Cuaternario

Martínez (1968) indica que este sistema está formado por depósitos aluviales, fluviales, talud de escombros y suelos residuales, compuestas por limos, arcillas y gravas inconsolidados.

(1) Depósitos Aluviales

Constituidos principalmente por bloques de areniscas, cuyas aristas desgastadas son muestra de su resistencia a la meteorización y disgregación; generalmente englobadas o rellenas de una matriz areno-limosa, limo-arcillosa no plástica a baja plasticidad, que en su conjunto se pueden constituir en buenos acuíferos o reservorios de aguas subterráneas; como ejemplos de poblaciones que se han desarrollado sobre estos depósitos son: Jepelacio, Tabalosos, Tarapoto, entre otros

(2) Depósitos Fluviales

Constituidos por gravas sub-redondeadas o sub-angulosa, duras a semi-duras; su naturaleza y coloración varía según provengan de otras formaciones erosionadas o de otras cuencas, como la de los ríos Mayo, Huallaga y otros. Las gravas y arenas del Huallaga son de color blanco-grisáceo, muy resistentes al desgaste, cuyos sedimentos son arenas de granos medio a grano fino de baja a nula plasticidad; las gravas y arenas del río Mayo son de color rojizo, de menor resistencia que las del río Huallaga, que dan sedimentos finos de arenas y arenas-limosas. Existen centros poblados sobre estos sedimentos como Juanjuí, en la margen izquierda del Huallaga; Soritor en la margen derecha del Tónchima (afuente del Mayo en la margen derecha); entre otros. En general, estos sedimentos predominan en el valle del Huallaga formando grandes terrazas, y cuya cementación es buena, con una estabilidad de las mejores en la región.

(3) Depósitos Residuales

Son de naturaleza arcillosa, arcillosa-arenosa, areno-limosa, de colores marrón rojizo al amarillento, cuya potencia (espesor) es variable, alcanzando los 20 m. sobre todo en las rocas del grupo de las capas rojas - terciarias de las formaciones Huayabamba y Chiriaco, de alta a media plasticidad, donde la acción ; así como en el cretáceo superior e inferior de las formaciones aguas calientes y areniscas azúcar de baja a nula plasticidad, donde la acción físico-química y la erosión de las aguas pluviales son fuertes. Sobre estos sedimentos residuales se encuentran

varios pueblos: Yurimaguas, Lamas, Moyobamba, Yantaló, Calzada, Habana y Rioja.

La ONERN (1982) muestra la siguiente subdivisión para este sistema:

(1) Sedimentos Pleistocénicos (Qp)

Se encuentran formando la llanura plana, los depósitos de pie de monte (conos colinas, canales) y las depresiones amplias de las partes bajas de los ríos afluentes del Mayo, que representan la continuación del medio lacustre, con mucha influencia del medio fluvial-coluvial, morfodinámico, etc.

Consiste de una secuencia de clastos finos a muy gruesos, heterométricos complejos tanto desde el punto de vista litológico y morfo-estructural, como de medio ambiente de acumulación, transporte y material madre origen. Ello ha determinado una distribución muy variable y compleja lito-estratigráfica de los depósitos.

(2) Sedimentos Holocénicos (Qh-a, Qh-r)

Estos depósitos son restringidos y se localizan en forma discontinua y esporádicamente, siguiendo una estrecha zona a lo largo de río Mayo, donde el valle se angosta; también se presenta en el río Huascayacu, y en forma muy aislada en la parte baja de los otros afluentes. La mayor parte de los valles que son encañonados o estrechos contienen esporádicamente depósitos en el fondo y en el lecho del río.

Consisten esencialmente de arenas y arcillas depositadas en zonas inundables de los río Mayo y Huascayacu; en los otros ríos son depósitos de gravas y cantos de areniscas y/o caliza, chert y de arenas seleccionadas, como el del río Yuracyacu.

Morfológicamente se pueden dividir en holocénicas antiguas (Qh-a), que forman terrazas bajas, aguajales o áreas hidromórficas, y holocénicas recientes (Qh-r), en las áreas inundables y playas.

3.2.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La región en estudio se encuentra en las estribaciones del flanco este de la Cordillera Oriental, formada por una serie de pliegues con orientación casi definida y con una íntima relación direccional con las

fallas longitudinales que dan la explicación del armazón estructural y de la geotectónica de la sismología del área.

Estructuralmente, la región se encuentra en el área de debilitamiento activo denominada Faja Subandina, que constituye un rasgo estructural principal en el armazón continental que se extiende desde Venezuela hasta la Argentina, caracterizado por una sucesión de fallamientos (normales y de sobre-escurrimiento) y plegamientos, que están en relación con el desarrollo de las Placas Tectónicas que dieron formación a la Cordillera de Los Andes. Por esta razón la región se encuentra muy deformada estructuralmente, con una historia tectónica-sedimentaria también compleja.

Existen dos regiones estructurales importantes:

- La región transicional hacia el escudo brasileño presenta los Anticlinorios Cahuapanas, Cerro Escalera, la Estructura Cachizapa y el Anticlinal Leticia.
- La región sub-andina

Los principales desarrollos tectónicos acaecidos son:

Jurásico	:	Falla Intracratónica Horst-Graben.
Cretáceo	:	Flexuras Miogeosinclinal, juntas y fallas, y fase inicial a movimiento de sales u orogénicos y pliegues.
Terciario	:	Pliegues Miogeosinclinal o para-suegeosinclinal, empujes fallas diáspirismos.
Cuaternario	:	Ajuste Isostático.

Los rasgos tectónicos más importantes y cuyas características de interés sísmico están relacionados con los epicentros de los sismos ocurridos, siguen el alineamiento de los mayores sistemas de fallas paralelas longitudinales cuya dirección general es NW-SE, y transversales con rumbos NE-SW.

En el historial sísmico registrado no se han reportado activación en el sistema de fallas secundarias, por lo que se debe considerar que la actividad sísmica está íntimamente relacionada con la presencia del diáspirismo y de los ajustes isostáticos, repercutiendo sus manifestaciones en las áreas del cuaternario como las del cretáceo, sobre todo en las formaciones aguas calientes y areniscas azúcar, influenciadas por su posición estratigráfica y sus pobres condiciones de comportamiento dinámico, lo que ha quedado demostrado en los últimos terremotos, donde la mayoría de manifestaciones localizadas en el área epicentral no corresponden a manifestaciones tectónicas como tales. Por las observaciones geológicas de campo observadas (Martínez, 1968) se estima que las condiciones de ciertas rocas muestran rasgos de una activación lenta, cuyo potencial de comportamiento dinámico puede resultar de interés dentro de los escurrimientos representados por los "Slieckensides" de las lutitas

en las diferentes formaciones, principalmente en el Terciario. Debe tenerse en cuenta la incompatibilidad y las pobres condiciones de cementación de las areniscas, tanto de la formación azúcar y aguas calientes, que se disgregan fácilmente, más aún por la acción vibratoria, transformándose de este modo en un medio que facilita los escurrimientos de los estratos más densos y coherentes que soportan; ello se manifiesta mejor cuando el material se encuentra saturado o sobresaturado debido a las condiciones pluviométricas de la zona, siendo más sensibles en las depresiones como en los extensos aguajales del Alto Mayo, al norte de Moyobamba.

3.2.4 ASPECTOS SÍSMICOS

Los estudios geológicos y la historia de actividad sísmica permiten identificar las zonas sismogénicas, es decir aquellos donde existen fallas tectónicas activas cuya ruptura generan los sismos. Los movimientos sísmicos del terreno representan no sólo a las zonas sismogénicas sino a todas aquellas que están suficientemente cercanas a las mismas, para que lleguen a ellas ondas sísmicas de amplitud significativa. Por lo tanto, el peligro sísmico se refiere al grado de expansión que en un sitio dado tienen los movimientos sísmicos, en lo referente a las máximas intensidades que en él puedan presentarse. En una zona sismogénica se producen sismos de diferentes magnitudes, según el tamaño del tramo de falla que se rompe en cada evento. Ocurre, generalmente, un gran número de eventos de pequeña magnitud y la frecuencia de ocurrencia disminuye en forma exponencial con la magnitud. Se suele suponer un modelo, propuesto por Guttemberg y Richter (1954), para relacionar el número de años que en promedio transcurre entre uno y otro evento de cierta magnitud. Este lapso promedio se denomina Periodo de Retorno y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{LogN} = (a+b)*M$$

Donde:

N = Periodo de Retorno

a, b = Coeficientes que definen el grado de actividad sísmica de la zona sismogénica.

M = Magnitud del Sismo

Los sismos, terremotos o temblores de tierra, son vibraciones de la corteza terrestre, generada por distintos fenómenos, como la actividad volcánica, la caída de Techos de Cavernas Subterráneas y hasta por explosiones y/o vibraciones. Sin embargo los sismos más severos y los más importantes desde punto de vista de la Ingeniería, son los de origen Tectónico que se deben a desplazamiento bruscos de las grandes placas en que está subdividida la corteza. Las presiones que se generan en la corteza por los flujos de magma desde el interior de la tierra llegan a vencer la fricción que mantiene

en contacto los bordes de las placas y producen caídas de esfuerzos y liberación de enormes cantidades de energía almacenada en la roca. La energía se libera principalmente en forma de ondas vibratorias que se propagan a grandes distancias a través de la roca de la corteza.

Esta vibración de la corteza terrestre es la que pone en peligro las edificaciones que sobre ella se desplantan, al ser éstas solicitadas por el movimiento de su base. Por los movimientos vibratorios de las masas de los edificios, se generan fuerzas de inercia que inducen esfuerzos importantes en los elementos de la estructura y que pueden conducirlo a la falla.

Además de la vibración, hay otros efectos sísmicos que pueden afectar las estructuras, principalmente los relacionados con las fallas del terreno, como son los fenómenos de licuación, de deslizamiento de tierra y aberturas de grietas en el suelo.

El Perú se encuentra en el borde occidental de la placa continental Sudamericana, debajo de la cual se sumerge la Placa oceánica de Nazca, constituida por una corteza más densa que la anterior, casi frontalmente, con un buzamiento entre 20° y 30° y con una velocidad relativa de unos 10 cm. por año. Las manifestaciones externas de este proceso son la fosa marina del Pacífico, la cordillera de los Andes y la presencia de algunos volcanes en el sur del Perú y el norte de Chile.

La distribución espacio-tiempo de los epicentros de los sismos ocurridos en este territorio nos muestra que los mismos pueden estar asociados a:

- Interacción de placas.
- Procesos eruptivos de volcanes
- Fallas geológicas

La mayoría de fallas geológicas son consecuencias del movimiento orogénico superficial, producto a su vez del proceso del levantamiento y formación de la Cordillera de los Andes, a través del tiempo geológico.

El territorio peruano se encuentra ubicado en una de las zonas sísmicas más activas del mundo, dentro del Cinturón Circumpacífico. Desde la formación de los continentes ha estado bajo la acción y efectos de grandes terremotos, cuyas referencias sólo datan a partir de la presencia española, basada en relatos y narraciones; a partir del presente siglo, con datos instrumentales.

En base a dicha información se han elaborado diversos estudios, una síntesis de estos, es el mapa de Zonificación Sísmica del Perú, este mapa considera al territorio peruano dividido en tres zonas, de acuerdo a la Sismicidad observada y a la potencialidad sísmica de cada zona:

Zona III: Sismicidad Alta	Zona II: Sismicidad Media	Zona I: Sismicidad Baja
---------------------------	---------------------------	-------------------------

De acuerdo a dicha zonificación, la región San Martín se encuentra en la zona II (de Sismicidad media). **(Ver Plano N° 03)**

La presencia de fallas geológicas del país, la activación de algunas de dichas fallas, y el mapa sísmico que muestra los epicentros de los últimos siglos revelan la Sismicidad media de la región. Esta Sismicidad se debe a fallas netamente tectónicas, ocasionado por el movimiento orogénico del proceso del levantamiento de la Cordillera de los Andes, que activan las fallas geológicas. En esta región no existen volcanes por lo que la génesis de dichos movimientos no se deben a estos.

En la zona en estudio no se cuenta con datos de Sismicidad por la falta de estaciones sismográficas.

En la Región San Martín la actividad sísmica está vinculada a fallas geológicas superficiales y/o de reciente formación, presentándose también hipocentros a profundidades mayores a 33 Km.; son un reflejo de la interacción de las placas Sudamericana y de Nazca.

El número de terremotos registrados en la zona en estudio, es 1 a una profundidad entre 0 y 33 Km.; 1 entre 33 Km. y 100 Km., y 1 entre 100 Km. y 300 Km. Si bien es cierto dichos terremotos, ocurridos antes del año 2005 no han afectado considerablemente a la ciudad de Lamas, lo ocurrido en el presente año (25/09/2005), nos muestra la alta vulnerabilidad que ha existido en la ciudad de Lamas y por extensión en muchas ciudades de la Región San Martín y alrededores donde la acumulación de efectos sísmicos ha deteriorado considerablemente la mayoría de viviendas colapsadas.

San Martín es una de las regiones del Perú que ha manifestado una actividad sísmica notable, evidenciada con daños en varias ciudades y centros poblados con los dos últimos terremotos ocurridos (1990, 1991 y 2005)

El presente trabajo es un esfuerzo preliminar para conocer la Sismicidad instrumental de la región, elaborado en base a los datos del Catálogo Sísmico del Perú.

El Catálogo Sísmico del Perú (Alva Hurtado) señala eventos ocurridos entre 1900 y 1984; de allí se han extraído los correspondientes al área de estudio, incluyendo datos de los últimos terremotos, los que se muestran en los cuadros del presente anexo **(ANEXO N°1)**.

Los parámetros que identifican a un terremoto, desde el punto de vista matemático son:

- (1) El tiempo de ocurrencia, que significa hora, minuto y segundo, datos usualmente en el tiempo medio de Greenwich (GTM) o Tiempo Universal Coordinado (UTC);
- (2) La localización, que significa en coordenadas geocéntricas, la longitud y latitud, en grados, del epicentro (esta información se utiliza en estudios de distribución espacial de la Sismicidad); y
- (3) La profundidad, que significa el punto donde se origina el primer movimiento, y localiza el hipocentro del evento (esta información se utiliza en estudios de distribución en profundidades de la Sismicidad).

Otros parámetros del terremoto que lo identifican como evento aleatorio son:

- La fecha, que significa día, mes y año (esta información se utiliza en estudios de distribución en el tiempo de la sismicidad);
- El tamaño, ya sea:
 - o Instrumentalmente cuan grande o pequeño fue el terremoto en función de una ley de escalamiento de magnitudes, por ejemplo: m_b y/o M_s (esta información se utiliza en estudios de distribución de tamaño de la sismicidad),
 - o No instrumentalmente cuan grande o pequeño fue el terremoto, en función de una escala de intensidad, por ejemplo: la escala de intensidad Mercalli Modificada (Ver glosario del presente acápite). Una clasificación en esta escala es cuando se le asigna a un punto en el área sacudida por un sismo, utilizando cuestionarios en el campo y comparando después los resultados de los efectos del sismo con la escala.

Otro tipo de información sobre el terremoto se refiere a la relación del evento con la actividad volcánica, al daño sufrido por las estructuras construidas o a los efectos de deformación del terremoto observado, tales como fallamientos, licuefacción, falla del suelo, deslizamiento, aludes, derrumbes, subsidencias, etc.. También los daños producidos por un evento son de importancia en su identificación, daños sufridos por la población, o el daño de las líneas vitales como carreteras, sistemas de abastecimiento de agua, construcciones críticas (hospitales), etc.

La información instrumental se complementa con la de los datos históricos y de los sismos ocurridos en los últimos años.

El listado de datos instrumentales “Es una versión muy cuidadosamente editada de todos los registros de terremotos instrumentales desde 1900 hasta 1984” (Catálogo Sísmico del Perú, 1985).

Para el presente estudio se han considerado sólo los datos que se encuentran entre las latitudes 4° y 9.5° sur, y entre las longitudes 73° y 79° oeste, área que incluye la región estudiada.

Las tablas contienen los siguientes datos:

- (1) **N° C.S.** : indica el número consecutivo asignado a la lista cronológica, en el Catalogo Sísmico del Perú
- (2) **N°:** que indica el número consecutivo asignado a la lista cronológica.
- (3) **Fecha:** identifica el año, mes y día de ocurrencia del número de evento.
- (4) **Hora:** identifica la hora, minuto y segundo en tiempo universal (UTC o GMT)
- (5) **Lat. S.:** es la coordenada Latitud Sur de la localización del epicentro del evento, en grados sexagesimales (Deg. = °).
- (6) **Lon. O.:** es la coordenada Longitud Oeste de la localización del epicentro del evento, en grados sexagesimales (Deg. = °).
- (7) **Profundidad.** : lista de la profundidad focal del terreno en kilómetros. Para algunos eventos, junto a la profundidad focal se presenta un símbolo de control de profundidad que puede ser:
 - A.- Profundidad Asignada
 - D.- Profundidad registrada utilizando otras fases de profundidad.
 - G.- La profundidad está restringida por un geofísico que esta examinando y determinando la calidad de la solución.
 - N.- Restringida a profundidades normales de 33 Km.
- (8) **Magnitud:** lista de la magnitud en base a las ondas internas (m_b) y/o la magnitud en base a las ondas superficiales (M_s), y su fuente de determinación:
 - PAS.- Pasadena (Laboratorio Sismológico California Institute of technology).
 - ISC.- International Sismological Center.
 - BKR.- Berkley, California.

Al dato de magnitud también acompaña, cuando está disponible, el efecto percibido por el hombre (Efectos Culturales):

- H.- Se escuchó ruido debido a la ocurrencia del terremoto
- P.- El terremoto fue sentido
- C.- El terremoto causó daños
- D.- El terremoto produjo daños en estructuras construidas por el hombre

En el Anexo N°1, se ordenan los registros sísmicos de acuerdo a su ubicación geográfica (latitud sur, longitud oeste), mostrando también las características del cuadro anterior.

En esta tabla, la región limitada por las latitudes 4° y 9.5° sur, y entre las longitudes 73° y 79° oeste, esta subdividida en 26 cuadrículas.

La información de esta tabla, es la misma que la de la anterior para todas las magnitudes de terremotos registrados en todo el mundo, pero reorganizada de forma que facilite la separación de una subdivisión de 1° X 1° y que permita determinar la Sismicidad y el tamaño de los terremotos que ocurrieron en dicha área, de manera rápida.

GLOSARIO

Célula. Una división Geográfica pequeña de un área o áreas, que tiene 0.5° X 0.5° en extensión. Un grupo de células conforman una cuadrícula con dimensiones de 4° X 4° en el Catalogo sísmico del Perú.

Código de Estación. Abreviación de las estaciones de la red Mundial de estaciones Sismográficas Estándar (WWNSS) mencionadas en este trabajo BRK, Berkeley, California.

PAL, Palisades, Nueva York

PAS, Pasadena, California

Cuadrícula. Una subdivisión de un área o áreas, teniendo una dimensión de 4° X 4° en el Catalogo sísmico del Perú.

Epicentro. El punto en la superficie de la tierra verticalmente por encima del hipocentro o punto de generación de un terremoto.

Hipocentro. El punto origen de un terremoto, donde la rotura comienza y desde donde se originan las ondas sísmicas.

Intensidad. Un índice subjetivo numérico que describe los efectos de un terremoto en el hombre, en sus estructuras y en la superficie de la tierra. En el Perú y en otros países se utiliza la de Mercalli Modificada con grados del I al XII como se describen a continuación (Modificada de Richter, 1958):

ESCALA DE INTENSIDADES MERCALLI MODIFICADA

- I. No sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
- II. Sentido solamente por unas pocas personas en reposo, especialmente en pisos superiores de edificios. Objetos suspendidos delicadamente pueden balancearse
- III. Sentido de forma notoria en interiores, especialmente en pisos superiores de edificios; muchas personas no lo reconocen como temblor. Vehículos estacionados pueden balancearse ligeramente. Vibración como un camión pasando. Se estima la duración.
- IV. Durante el día lo sienten muchos en interiores, en exteriores lo sienten algunos. En la noche algunas personas se despiertan. Los platos, ventanas y puertas oscilan; las paredes hacen un sonido chirriador. Se tiene la sensación que un camión pesado ha chocado el edificio. Vehículos estacionados se balancean notoriamente
- V. Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas, etc. se rompen; en algunos casos el enlucido se agrieta; objetos inestables volcados. Algunas veces se notan perturbaciones

- en árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes se pueden parar.
- VI. Sentido por todos, muchos se asustan y corren hacia fuera. Algunos muebles pesados se mueven; unos cuantos casos de caídas de enlucidos o chimeneas dañadas. Daño ligero
- VII. Todos corren hacia afuera. Daño insignificante en edificaciones bien diseñadas y construidas; daño considerable en estructuras mal diseñadas o construidas, notada por personas conduciendo vehículos.
- VIII. Daño ligero en estructuras diseñadas especialmente; daño considerable en edificaciones ordinariamente resistentes, con colapso parcial; gran daño en estructuras construidas pobremente. Los paneles de pared se caen de los pórticos de la estructura. Caída de chimeneas, torres de fábricas, columnas, monumentos, paredes. Muebles pesados se vuelcan. Se expulsa arena y lodo en pequeñas cantidades. Cambio en el agua de pozo. Se perturban las personas conduciendo vehículos.
- IX. Daño considerable en estructuras construidas especialmente; estructuras porticadas bien diseñadas salen fuera de plomo; gran daño en edificios resistentes, con colapso parcial. Edificios salen fuera de las cimentaciones. El terreno se agrieta visiblemente, las tuberías enterradas se rompen.
- X. Algunas estructuras de madera bien construidas se destruyen; la mayoría de estructuras porticadas y de albañilería se destruyen con la cimentación; terreno muy agrietado. Los rieles se doblan. Deslizamientos considerables en diques de ríos y taludes pronunciados. Arena y lodo transportados. Agua se rebalsa sobre los diques.
- XI. Muy pocas estructuras de albañilería permanecen de pie. Se destruyen puentes. Fisuras gruesas en el terreno. Tuberías enterradas completamente fuera de servicio. Hundimientos y fallas en terrenos blandos. Los rieles se doblan grandemente.
- XII. Daño total. En la superficie del terreno se ven ondas. Líneas de vista y nivel distorsionados. Objetos lanzados hacia arriba.

Isosistas. Líneas de contorno de igual intensidad

Magnitud. (m_b , M_s). Una cantidad característica de la energía total liberada por un terremoto. La "intensidad", a diferencia de la magnitud, describe el efecto de un sitio particular. Richter (1958) propuso la escala logarítmica de magnitud, que esta en función del movimiento que se medirá en un sismógrafo de tipo estándar localizado a 100 KM del epicentro de un terremoto, m_b es la magnitud en función de las ondas internas, y M_s en función de ondas de Superficie. En el **Anexo N° 01** podemos observar el registro de sismicidad en la Región San Martín.

Historia Sísmica de la Región

Los sismos más importantes que afectaron la región y cuya historia data de los últimos años han permitido conocer que la intensidad máxima, en la escala modificada de Mercalli (EMM) de los sismos que han ocurrido en esta zona es del orden de VI a VII grados (Mapa Geológico sismo-tectónico).

Se puede apreciar que la historia sísmica de la región en estudio muestra la presencia de tres zonas sismogénicas superficiales claramente definidas:

- En el Alto Mayo, la zona de Pucatambo (en la provincia de Rioja) y la zona de Angaiza (en Moyobamba).
- En el Huallaga Central, la zona entre Saposoa y Sisa (Pischoyacu),
- En el Alto Huallaga, la zona Este de Nuevo Progreso.
-

Además, los registros sísmicos y el último sismo ocurrido (25 de setiembre del 2005), nos muestran hipocentros intermedios (con profundidades alrededor de 100 Km) y profundos (hasta 300 Km), lo que estaría manifestando una nueva actividad sismogénica, derivada directamente de la interacción de placas tectónicas. Estos registros muestran sus manifestaciones más recientes:

- En Lamas el 25 de setiembre del 2005.
- Entre San Martín, Loreto y Ucayali, hacia Brasil, en las últimas décadas.
-

Todo ello muestra que la Región San Martín en general se encuentra expuesta ante este peligro.

La presencia de los terremotos ocurridos en los últimos 38 años (Juanjui -1972, Rioja - 1990, Moyobamba – 1968, 1991, Lamas 2005), han puesto de manifiesto en forma casi catastrófica la extraordinaria vulnerabilidad sísmica de las ciudades afectadas y de la región en general.

El 20 de Marzo de 1972 ocurrió un terremoto de magnitud $M_s = 6.5$ que afectó la zona centro-sur del Dpto. de San Martín, ocasionando funestas consecuencias en Juanjui (con 200 casas afectadas⁸) y en Saposoa; se observó también el fenómeno de licuación de suelos. Se interrumpieron las siguientes carreteras: Tarapoto-Yurimaguas, debido a derrumbes en diferentes sectores; Puente Colombia - Shapaja, debido a deslizamientos de la plataforma; Tarapoto - Río Nieva y Cacatachi - Lamas; con reposición del tráfico casi inmediatamente.

⁸ Defensa Civil - Comité Multisectorial de Emergencia. "Informe de Actividades del Comité Multisectorial de Emergencia - 15 Marzo 1972 - 5 Abril 1972".

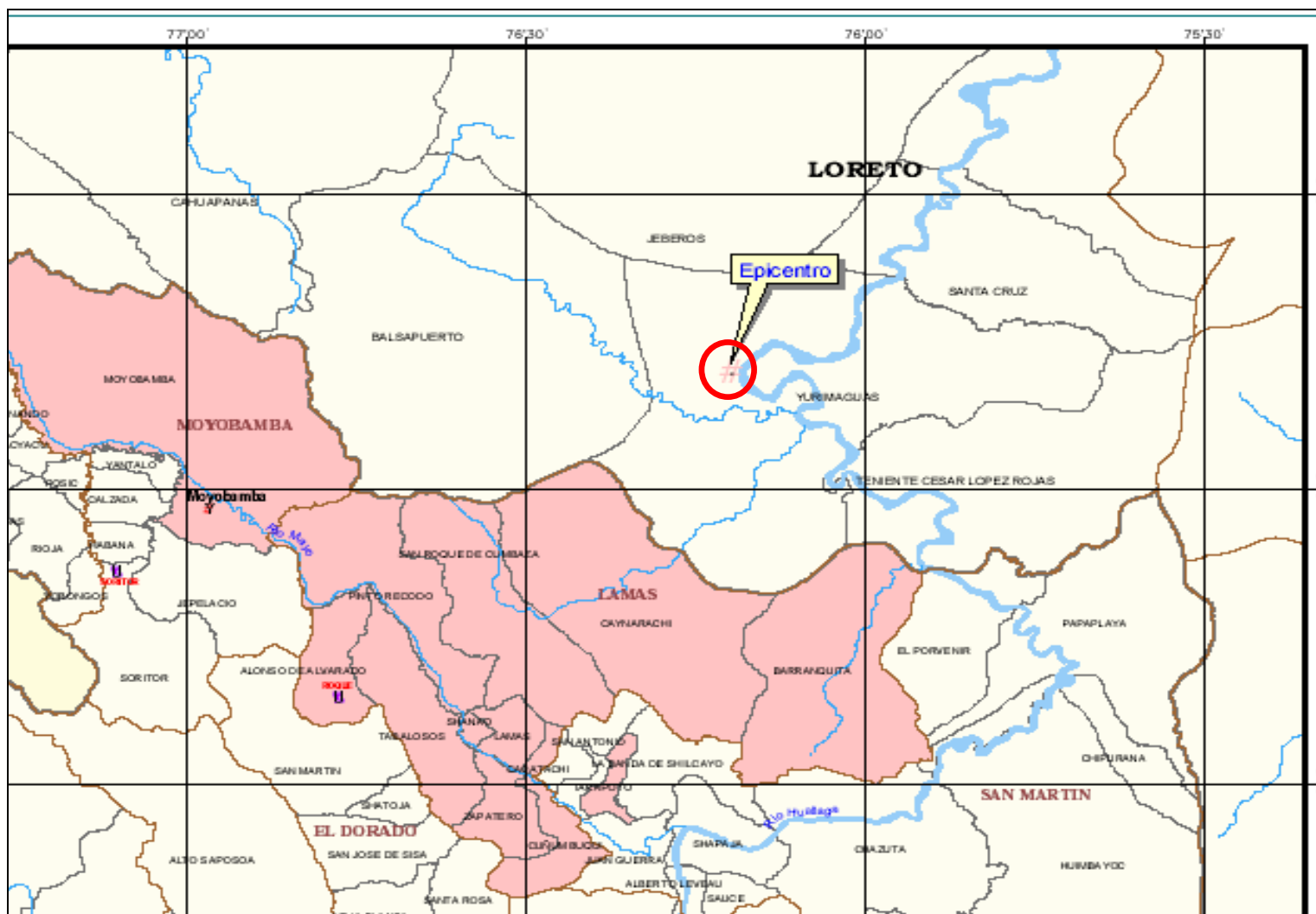
El sismo ocurrido el 04 de Abril de 1991 cuyo epicentro se localizó aproximadamente a 30 Km. al Nor Oeste de la Ciudad de Moyobamba, en las cercanías del cerro Angaiza, conocido como Morro de Angaiza.

3.2.4.1. EL SISMO DEL 25 DE SETIEMBRE DE 2005.

A las 20:55 horas (HL) del día domingo 25 de Setiembre de 2005, los laboratorios del IGP registraron los siguientes datos de un fuerte sismo:

Fecha 26/09/2005
Hora-GMT 01h 55m 40.98s
Hora Local..... 20h 55m 40.98s
Latitud 5.80 grados
Longitud 76.20 grados
Profundidad..... 115 Km
Magnitud 7.0 Richter (ML)
Intensidad (MM) V Moyabamba
(VII Lamas, VI Tarapoto)
Referencias 90 Km al Nor-Este de Moyobamba
(75 Km al Nor-Este de Tarapoto y de
Lamas) (14 Km al Nor-Oeste de
Yurimaguas)
Departamento San Martín

UBICACION:



El movimiento afectó a diferentes centros poblados de la región San Martín, conforme muestra el cuadro siguiente:

CUADRO 3. DAÑOS A LA VIDA, LA SALUD Y LA VIVIENDA

Ubicación	Vida y Salud						Viviendas	
	Personas Damnificadas	Personas Afectadas	Familias Damnificadas	Familias Afectadas	Heridos	Fallecidos	Destruídas	Afectadas
Bellavista	341	180	75	36			75	36
El Dorado	681	1060	133	211			133	211
Huallaga	270	405	62	81			62	81
Lamas	4393	3717	1025	752	18	3	1025	752
Moyobamba	383	1386	78	280	4		78	280
Picota	256	376	53	91			53	91
Rioja	765	2270	155	500	3		155	500
San Martín	1199	1341	258	283	2		258	283
Tocache					1			
TOTAL:	8288	10735	1839	2234	28	3	1839	2234

*1 Distritos de Posic y Yorongos

*2 Distrito de Tarapoto

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil

El epicentro se ubica 14 Km al Nor-Oeste de la ciudad de Yurimaguas, Departamento de Loreto, donde no se manifestaron tantos daños como en las ciudades de la región San Martín.

El sismo fue sentido en diferentes ciudades del Continente: Lima, Guayaquil, Bogotá e inclusive, algunas ciudades de Brasil.

En las horas siguientes de ocurrido el sismo se constituyó el Comité de Emergencia, con participación interinstitucional liderada por la Municipalidad Provincial de Lamas y acompañada, entre otras instituciones, por INDECI, la Dirección Regional de Salud, los Bomberos, el Ejército, Programa A Trabajar Urbano, Banco de Materiales.

Radio Nor Oriental de la Selva transmitió en directo las comunicaciones de las personas y familias afectadas, de diferentes puntos de la ciudad de Tarapoto y de otros puntos de la Región.

En los días siguientes hicieron presencia instituciones especializadas, entre las que se encuentran:

- CISMID (Centro de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres de la UNI).
- UNI – Universidad Nacional de Ingeniería.

- PREDES (Centro de Estudios y Prevención de Desastres)
- INGEMMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú)
- IGP (Instituto Geofísico del Perú)
- Soluciones Prácticas - ITDG (Intermediate Technology Development Group – Grupo de Tecnología Intermedia para el Desarrollo), con apoyo del Instituto Tecnológico Nor Oriental de la Selva
- CIP CDSM - T (Colegio de Ingenieros del Perú – Consejo Departamental San Martín – Tarapoto)
- UNSM (Universidad Nacional de San Martín)
- PRODES, Pro Descentralización (ONG que acompaña procesos de descentralización).
- ONGs locales:
 - CEDISA (Centro de Investigación de la Selva Alta).
 - CEPCO (Centro De Estudios y Promoción Comunal)
 - AMRESAM (Asociación de Municipalidades de la Región San Martín)

Se ha podido acceder a información brindada por especialistas del CISMID e IGP que participaron en la evaluación in situ, en una reunión técnica organizada por el CIP Consejo Departamental San Martín – Tarapoto, así como de información elaborada por ONGs e instituciones locales (sistematizada por José Luis Carranza).

Así mismo, la Dirección Regional de Defensa Civil de San Martín, en coordinación con las instituciones integrantes del COE (Comité de Operaciones de Emergencia), liderados por la Municipalidad Provincial de Lamas y la Dirección Regional de Salud, organizaron el proceso de emergencia y reconstrucción, canalizando la ayuda nacional e internacional, con énfasis en la ciudad de Lamas, donde se concentraron los mayores daños.

El COE Lamas y los técnicos de la Municipalidad Provincial de Lamas (MPL), precisaron con el transcurrir de los días, la cantidad de viviendas por barrios que se demolerían, que sumaron un total de 1168 viviendas.

Los daños localizados en la ciudad de Lamas, se muestran en el gráfico del **Anexo N° 05**, donde se observa la mayor cantidad de daños, en los alrededores de las partes más altas, posiblemente derivados de los efectos de sitio y por amplificación de ondas sísmicas en laderas.

Así mismo, entre las principales causas del colapso de las viviendas, se considera el tipo de construcciones y las deficiencias estructurales y arquitectónicas:

Viviendas de paredes de tapial (tierra arcillosa compactada), esbeltas (de más de 3 m. de altura), con presencia de puertas y ventanas muy anchas, techos pesados (con tejas de arcilla cocida), y, que también exteriorizaban acumulación de efectos de sismos anteriores (como los de 1968, 1972, 1990 y 1991, manifestados en grandes fisuras, falta de verticalidad en paredes, esquinas agrietadas).

Se observó también en dichas viviendas, descompensaciones de masas en los ejes X – Y, que deriva en descompensación del centro de masas y el centro de gravedad de la estructura.

Los suelos observados manifiestan un basamento rocoso con una capa de arcilla de espesor variable (entre 1 y 5 m aprox.).

RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES EN LA ZONA AFECTADA

Recursos Humanos

- Ejército Peruano: 80 Brigadistas
- Instituto Superior Pedagógico Lamas: 20 brigadistas
- CPDC Lamas (Comité Provincial de Defensa Civil): 70 brigadistas
- Ministerio de Salud: 50 brigadistas (médicos, enfermeras y técnicos)
- Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI

Recursos Materiales

- MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones): 01 cargador frontal, 02 volquetes
- Ejército Peruano: 01 cargador, 02 volquetes y 02 tractores neumáticos
- Municipio de Lamas: 01 cargador frontal y 01 volquete

OTRAS INSTITUCIONES PARTICIPANTES EN LA ATENCION DE LA EMERGENCIA

GORESAM	Gobierno Regional de San Martín
DIRES San Martín	Dirección Regional de Salud – San Martín
MIMDES	Ministerio de la Mujer y Desarrollo Social
Pro Vías Nacional	
MPSM	Municipalidad Provincial de San Martín
A T U	Programa A Trabajar Urbano
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil
EP	Ejercito Peruano
PNP	Policía Nacional del Perú

BANMAT	Banco de Materiales
MA	Ministerio de Agricultura
ESSALUD	Seguro Social del Perú
MINSA	Ministerio de Salud
PEHCBM	Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo
DREM	Dirección Regional de Energía y Minas
IST - Nor Oriental de la Selva	Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva – Tarapoto

Otras Instituciones Privadas

- Cruz Roja
- AMRESAM
- ADRA
- CEDISA
- PRODES
- Colegio de Ingenieros del Perú
- ITDG
- ADRA (Agencia Adventista para el Desarrollo y Recursos Asistenciales)

3.3 HIDROLOGÍA DE LA ZONA

La principal característica hidrometeorológica de la zona de Lamas, es la siguiente:

- Fuerte incremento de la magnitud y duración de las descargas en las quebradas secas. No existen avenidas que se presenten en los ríos, ya que Lamas está ubicada en una cordillera de selva alta y por consiguiente no existe ningún río que cruce o circunde la ciudad, siendo la Av. San Martín la Divisoria de Aguas; en cuyas laderas nacen los manantiales que van a dos vertientes, una al río Cumbaza y la otra al río Mayo.

El río Cumbaza, tiene las siguientes características:

Módulo Anual : 8.76 m³/s
 Máximo Medio Anual : 15.53 m³/s
 Mínimo Medio Anual : 4.09 m³/s

El río Mayo, tiene las siguientes características:

Módulo Anual : 362.00 m³/s
 Máximo Medio Anual : 715.00 m³/s
 Mínimo Medio Anual : 47.00 m³/s

Estos datos son tomados de: Estudio detallado de suelos de los sectores: Lamas, Alto Sisa y Pajarillo (Departamento de San Martín por la ONERN).

3.3.1 CLIMATOLOGIA

Según la clasificación de KOEPPEN W. se ha distinguido sólo el clima selva tropical (AF), clima ligero a moderadamente húmedo y semicálido, la temperatura media de todos los meses esta entre los 22.7 °C y 23.8 °C, teniendo un **promedio de 23.2°C**. La precipitación pluvial anual es de 1358.00 mm, la altitud de la ciudad varía entre **750 y 885 m.s.n.m.**, aproximadamente.

3.3.1.1. PRECIPITACIONES

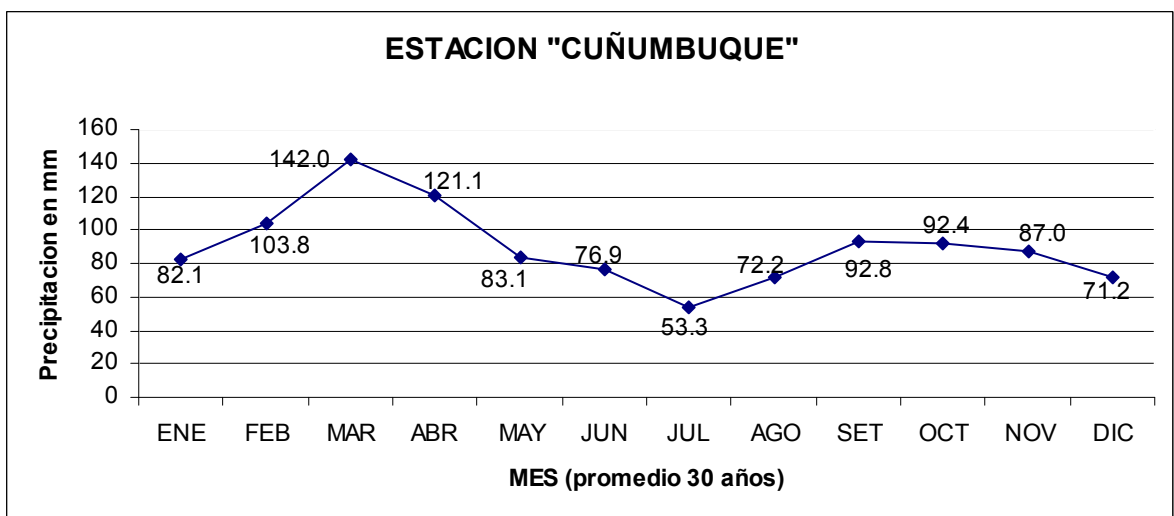
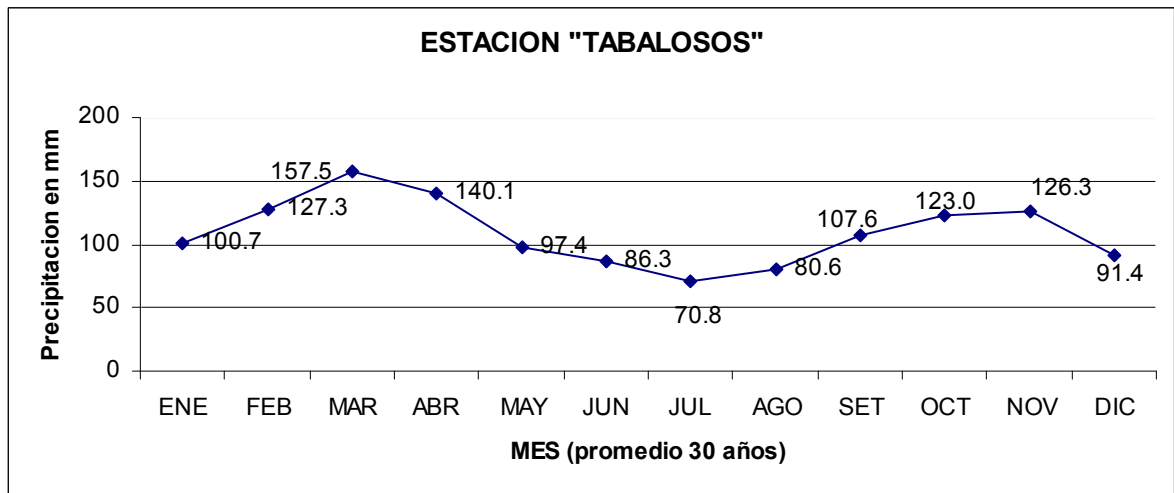
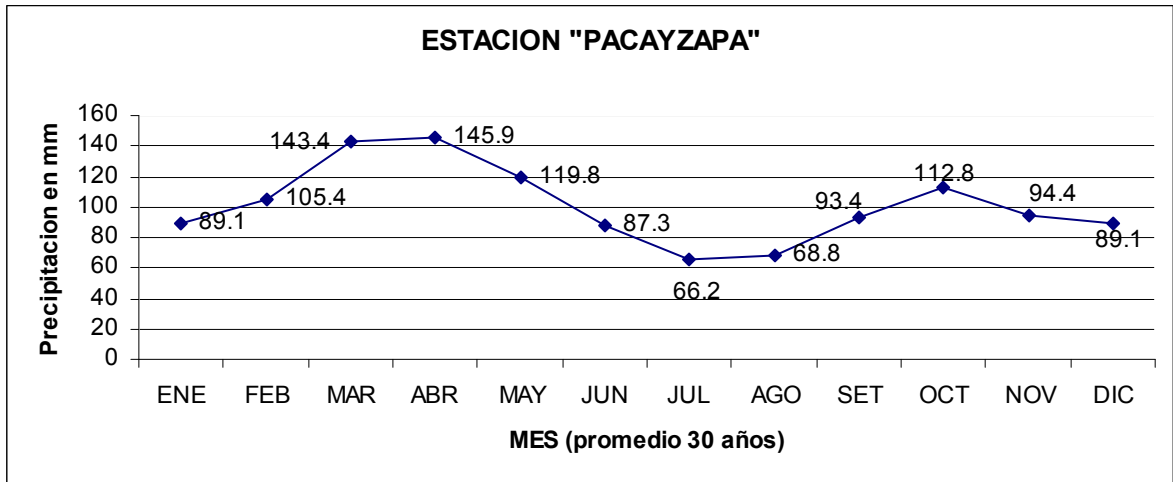
Grandes intensidades de lluvias. La intensidad es la cantidad de lluvia que cae en un tiempo determinado, y es a partir de la divisoria de aguas (Av. San Martín de la ciudad de Lamas) nacen los manantiales; que van a dos vertientes: una al Este que posteriormente desembocan en los ríos Cumbaza y Mayo respectivamente.

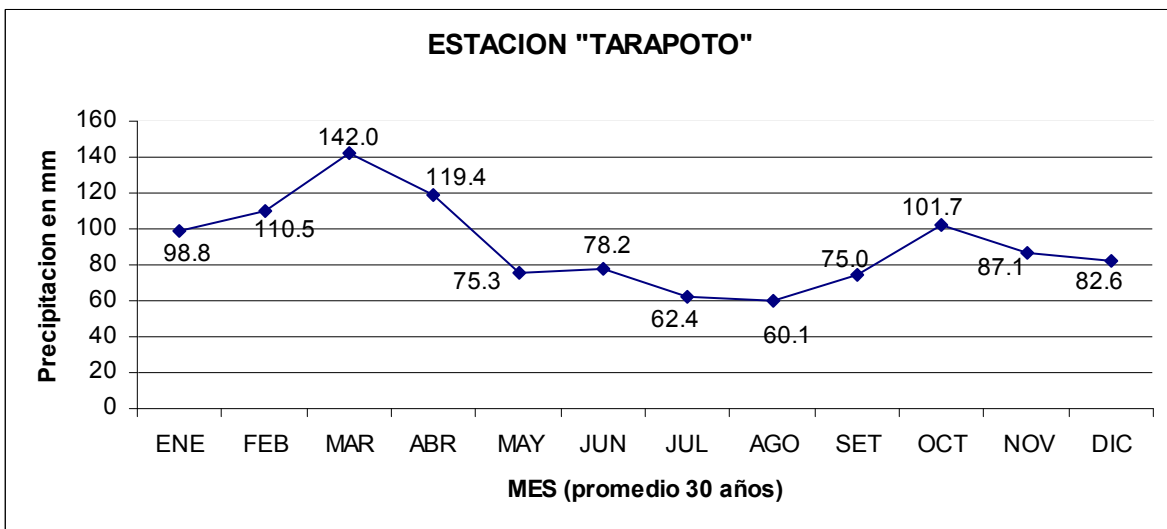
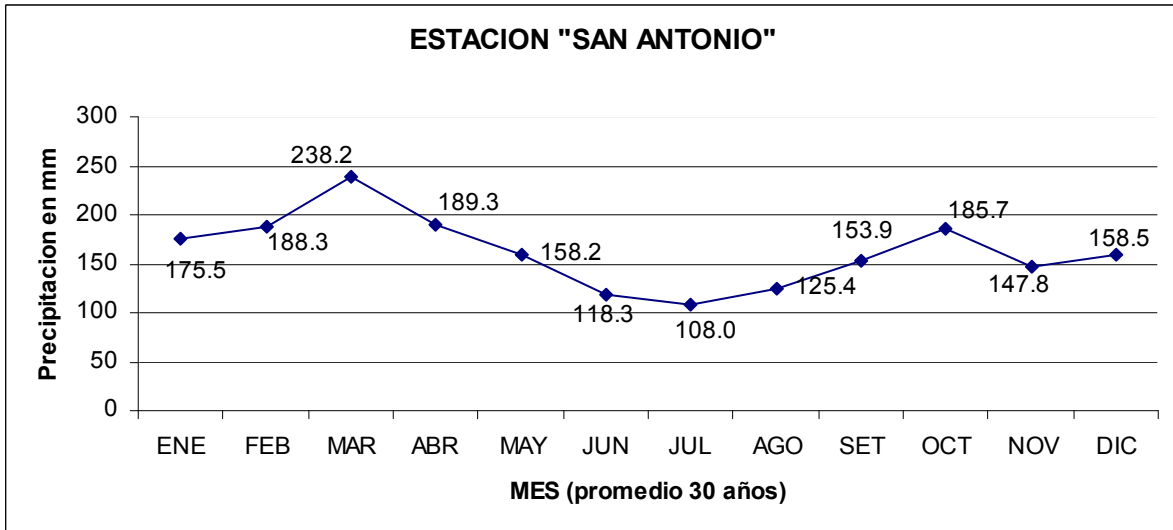
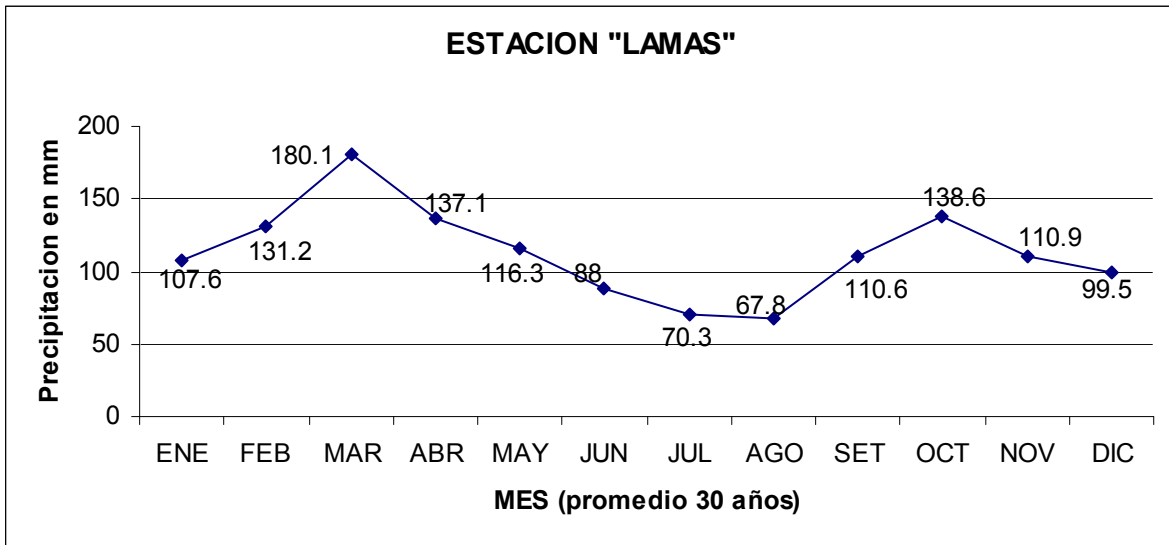
Fuertes lluvias y frecuentes. Las precipitaciones son sumamente altas: 1358 mm/año en promedio, en comparación con las lluvias de la costa peruana que son del orden de 300 mm/año en promedio; y son frecuentes como el Aguacero, que es una lluvia repentina, impetuosa, abundante y de poca duración. Así tenemos que la precipitación por día de lluvia es de 12 mm y el número de días de lluvia por mes es 11.

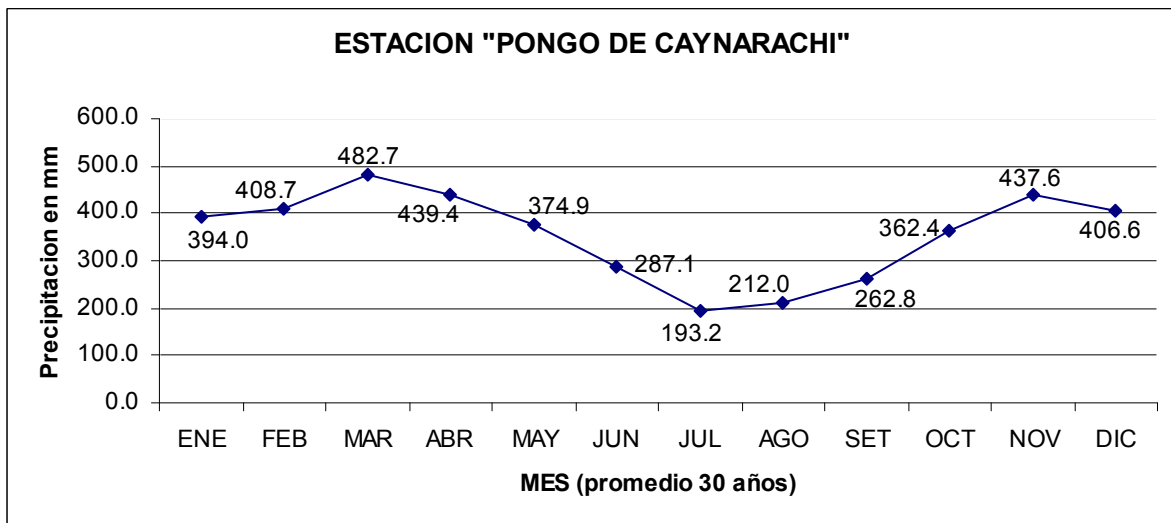
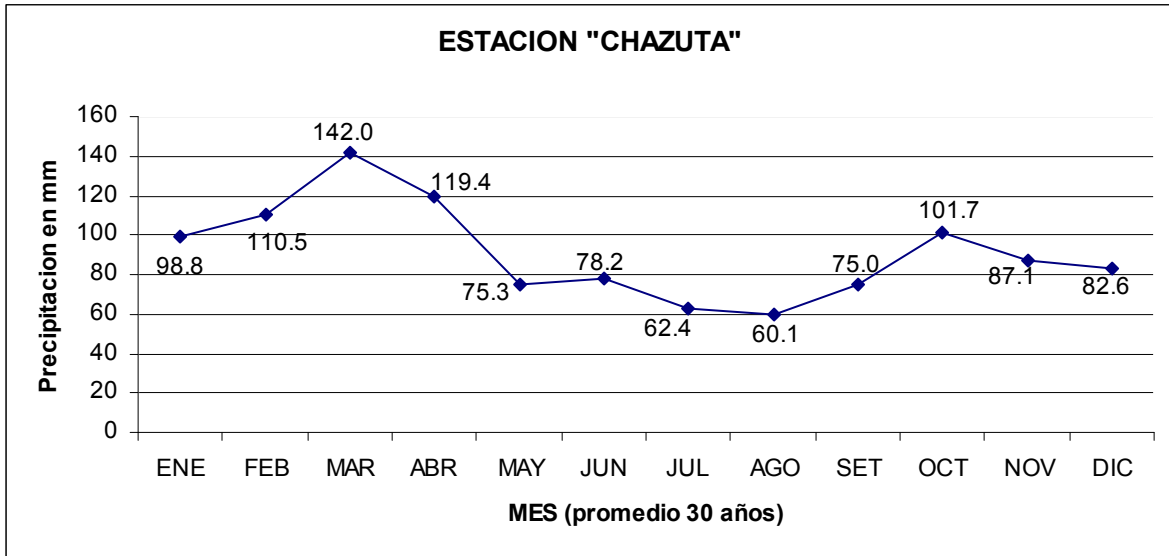
Datos de Precipitación Pluvial en 24 horas (mm) Periodo de Registros Analizados 1966 - 1996 Total Mensual Máximo Extremo (PMME)

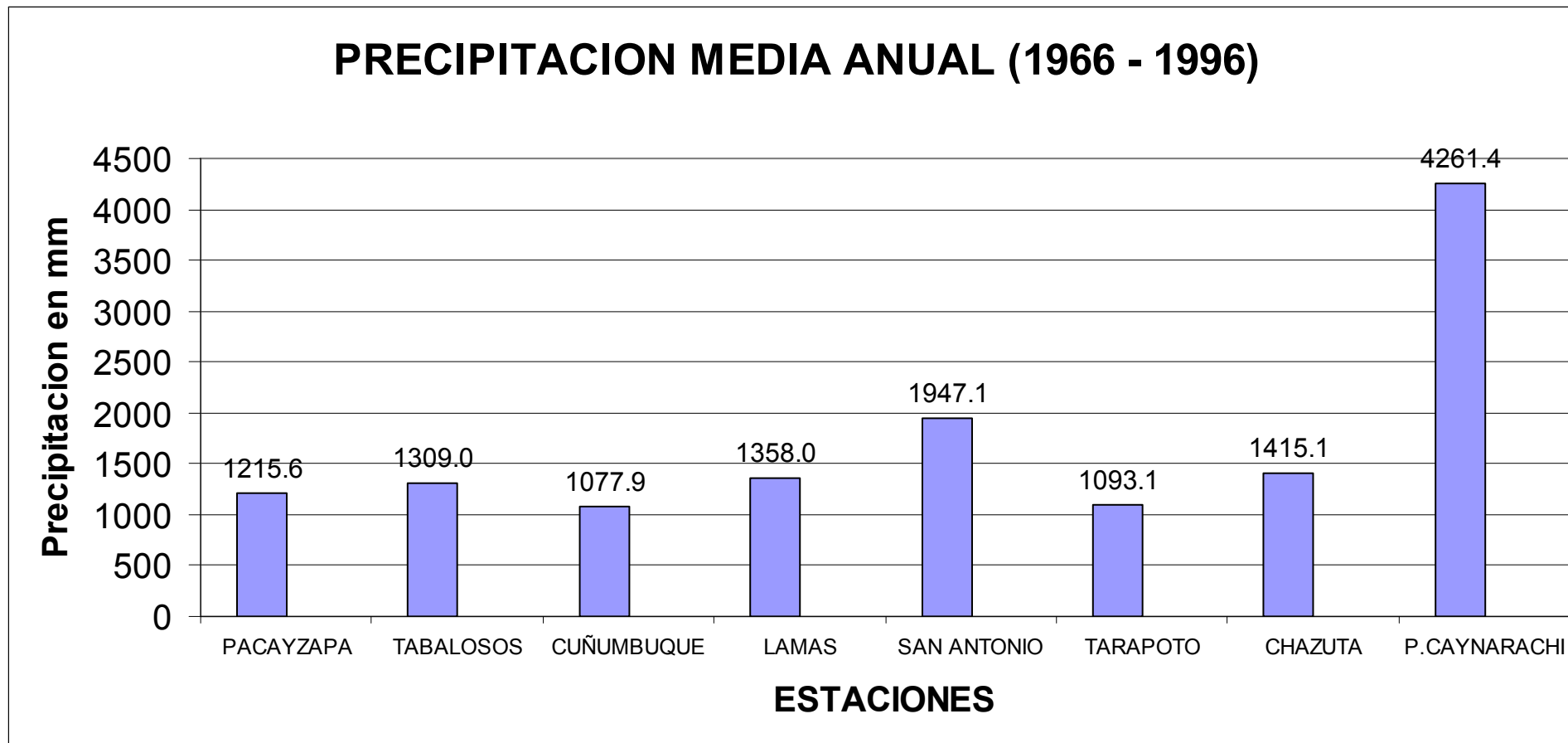
ESTACIÓN	Ene.	Feb.	Mar.	Abr	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	MEDIA ANUAL
PACAYZAPA	89.1	105.4	143.4	145.9	119.8	87.3	66.2	68.8	93.4	112.8	94.4	89.1	1215.6
TABALOSOS	100.7	127.3	157.5	140.1	97.4	86.3	70.8	80.6	107.6	123.0	126.3	91.4	1309.0
CUÑUMBUQUE	82.1	103.8	142.0	121.1	83.1	76.9	53.3	72.2	92.8	92.4	87.0	71.2	1077.9
LAMAS	107.6	131.2	180.1	137.1	116.3	88.0	70.3	67.8	110.6	138.6	110.9	99.5	1358.0
SAN ANTONIO	175.5	188.3	238.2	189.3	158.2	118.3	108.0	125.4	153.9	185.7	147.8	158.5	1947.1
TARAPOTO	98.8	110.5	142.0	119.4	75.3	78.2	62.4	60.1	75.0	101.7	87.1	82.6	1093.1
CHAZUTA	132.0	149.3	183.6	150.5	96.6	79.3	65.0	76.2	93.2	134.8	137.9	116.7	1415.1
PONGO DE CAYNARACHI	394.0	408.7	482.7	439.4	374.9	287.1	193.2	212.0	262.8	362.4	437.6	406.6	4261.4

Fuente: Planillas Pluviométricas SENAMHI – Tarapoto









Las mayores precipitaciones se presentan entre los meses de Febrero a Abril (más altas) y en Octubre, decreciendo en los meses de Mayo a Setiembre y de Diciembre a Enero. Las precipitaciones pluviales anuales, siempre son superiores a 1300 mm.

Los valores totales de las precipitaciones medias anuales (1966 – 1996), muestran en general una mediana regularidad en sus registros en las estaciones de: Pacayzapa, Tabalosos, Cuñumbuque, Lamas, San Antonio, Tarapoto y Chazuta; con excepción de la estación del Pongo de Caynarachi que presenta un valor alto con respecto a las otras estaciones (4261.4 mm), que puede considerarse como extraordinaria.

3.3.2 HIDROLOGIA

Es la ciencia que estudia el agua, su frecuencia y distribución en la superficie de la tierra y su relación con los seres vivientes.

Al tratar la hidrología de la zona, básicamente nos referimos al conocimiento de los efectos naturales y económicos.

La hidrología tiene un papel esencial en todo proyecto, como en su ejecución y operación.

La ciudad de Lamas se encuentra entre los 750 y los 885 m.s.n.m. aproximadamente; la falta de un adecuado sistema de drenaje que permita el encauzamiento de las aguas de lluvias provenientes del segundo y tercer piso, a través de obras que garanticen su evacuación inmediata, constituye un problema al área urbana en el primer piso de esta ciudad, trayendo como consecuencia el deterioro de la infraestructura de viviendas asentadas en las partes bajas, y la integridad física de los moradores.

Lamas de acuerdo a su topografía, tiene subcuencas de drenaje natural, los cuales son un caso condicionante para el proyecto, habiéndose identificado las siguientes: (**Ver Plano N° 05**).

- 1. Sub Cuenca del barrio Ankoallo.-** Colecta las aguas del tercer piso (parte más alta de Lamas) en el Jr. San Martín, las del Jr. Andrés Avelino Cáceres y las deriva hacia la zanja de drenaje natural (costado del Estadio Municipal), para discurrir luego hacia la quebrada Shupishiña.
- 2. Sub Cuenca del barrio Calvario.-** Colecta las aguas de la parte alta en el Jr. San Martín, Jr. Andrés Avelino Cáceres y del Jr. Martín de la Riva y Herrera y las deriva hacia la zanja de drenaje

natural (costado del Hospital de Lamas), para discurrir luego hacia la quebrada Shupishiña.

3. **Sub Cuenca del barrio Quilloallpa.-** Colecta las aguas de la parte alta en el Jr. San Martín (segundo piso), Jr. Martín de la Riva y Herrera y del Jr. Reynaldo Bartra Díaz y las deriva hacia la zanja de drenaje natural (cercano al Cementerio General de Lamas), para discurrir luego hacia la quebrada Shupishiña.
4. **Sub Cuenca del barrio La Plaza - Munichis.-** Colecta las aguas de la parte alta en el Jr. San Martín (segundo piso), Jr. Reynaldo Bartra Díaz y del Jr. Jorge Montero Rosas y las deriva hacia la zanja de drenaje natural (costado de ladrillera Hidalgo), para discurrir luego hacia la quebrada Shupishiña.
5. **Sub Cuenca del barrio Suchiche - Este.-** Colecta las aguas de la parte alta en el Jr. San Martín (primer piso), Jr. Jorge Montero Rosas y del límite del proyecto y las deriva hacia la zanja de drenaje natural para discurrir luego hacia la quebrada Shupishiña.
6. **Sub Cuenca del barrio Suchiche - Oeste.-** Colecta las aguas de la parte alta en el Jr. San Martín (primer piso) y del Jr. Felipe Saavedra Cépeda y las deriva hacia la zanja de drenaje natural para discurrir luego hacia la quebrada Shanantina.
7. **Sub Cuenca del barrio Zaragoza.-** Colecta las aguas de la parte alta en el Jr. San Martín (segundo piso), Jrs. Junín, Mauricio Rengifo – Manco Inca y del Jr. Felipe Saavedra Cépeda y las deriva hacia la gran zanja de drenaje natural para discurrir luego hacia la quebrada Shanantina.
8. **Sub Cuenca del Wayku.-** Colecta las aguas de la parte alta en el Jr. San Martín (tercer piso), Jr. Yahuar Huaca y su prolongación, y los Jrs. Junín - Mauricio Rengifo – Manco Inca y las deriva hacia la gran zanja de drenaje natural para discurrir luego hacia la quebrada Shanantina.
9. **Sub Cuenca del barrio Inca Garcilazo.-** Colecta las aguas de la parte alta en el Jr. San Martín (tercer piso), Centro Turístico “El Mirador” y el Jr. Yahuar Huaca y su prolongación y las deriva hacia la zanja de drenaje natural para discurrir luego hacia la quebrada Shanantina.

En resumen:

Las sub-cuencas: barrio Ankoallo, barrio Calvario, barrio Quilloallpa, barrio La Plaza-Munichis y barrio Suchiche Este, forman la **Cuenca Shupishiña** (parte de la macrocuenca del río Cumbaza).

Las sub-cuencas: barrio Suchiche Oeste, barrio Zaragoza, barrio Wayku e Inca Garcilazo, forman la **Cuenca Shanantina** (parte de la macrocuenca del río Mayo).

El Jr. San Martín es la divisoria de aguas (este y oeste) de la ciudad de Lamas.

3.3.3 EROSION Y SEDIMENTACION

La acción de arrastre de partículas de suelo que se produce durante las lluvias desde las zonas altas del Tercer Piso, la topografía y la exposición del terreno natural a las precipitaciones pluviales, originan la sedimentación de estas partículas del suelo en la zona baja, específicamente en el primer piso.

La **erosión** se debe a agentes externos como: el agua de lluvia y el viento; las heladas no se presentan en la ciudad de Lamas. Así tenemos que la velocidad media del viento para la ciudad de Lamas es de 14 Km/hora, que no sobrepasa los 50 Km/hora, tomando el nombre de: **Depresión Tropical** (Reducción de Desastres por Julio Kuroiwa, Pág. 254).

La textura del suelo, su pendiente y régimen de lluvias son determinantes en el grado de erosión.

Para disminuir la erosión debe recurrirse necesariamente a una Política de Manejo y Conservación de Cuencas, no solo es disponer de dinero y de técnica, sino también de la participación activa de la población.

No ha sido posible tener datos de escorrentía ni de erosión, por lo que tampoco se puede precisar el tiempo de concentración.

Se puede prevenir la erosión superficial de la ciudad de Lamas utilizando cobertura vegetal de especies herbáceas.

La **Inundación**, es un fenómeno hidráulico que en este caso específico es el desbordamiento de las quebradas secas en el barrio Quilloallpa, como consecuencia de la incapacidad de su cauce para contener el caudal que se ha presentado. Pero este control está dentro de las posibilidades humanas.

Las descargas inusitadas de las quebradas secas, pueden llegar a caudales sumamente grandes, que pondrían en peligro el: estadio municipal, el hospital y las viviendas circundantes entre la Av. Víctor Raúl Haya de la Torre y los Jirones Hipólito Unanue, Yurimaguas y Abdías Pinedo Pezo (**Ver Plano N° 06**). Las descargas extraordinarias de dichas quebradas secas van acompañadas de

transporte de sedimentos sólidos produciendo erosión en la parte alta y sedimentación en la parte baja.

3.3.4 HIDROGEOLOGIA

En el área de estudio podemos indicar que existe presencia de aguas subterráneas en los sectores del primer y segundo piso, los que a su vez se manifiestan en afloraciones de agua que tienen mayor connotación en la comunidad **Kechwa Waycu**; existiendo cuatro afloramientos de agua, y uno en el barrio **Zaragoza** (lado oeste de la ciudad); en el barrio **Munichis** existen cuatro afloramientos de agua y cuatro en el barrio **Suchiche** (lado este de la ciudad).

Los afloramientos de agua son aprovechadas por la población en donde se han construido galerías filtrantes.

La ciudad de Lamas presenta un abrupto terreno con **Barrancos** (quebradas secas, profundas y anchas) y una gran pendiente en sus laderas; y en el fondo del cauce llevan pequeños caudales provenientes de los afloramientos de agua (**Ver Plano N° 07**).

3.4 EXPLORACION GEOTECNICA DEL AREA DE ESTUDIO

3.4.1. GENERALIDADES

El propósito de la investigación del suelo de la Ciudad de Lamas, se realiza con la finalidad de conocer el espesor de los estratos y su comportamiento físico – mecánico del terreno de fundación. Realizando estudios del subsuelo, se determinará valores admisibles aplicables para la sobrecarga, debido a edificaciones por construir. Así mismo se determinará el asentamiento o el efecto que produce la carga de la edificación, las vibraciones y otros factores de los cuales se debe conocer, no solamente la magnitud, sino también el desarrollo de los asentamientos según el transcurso del tiempo, para poder establecer el comportamiento de los suelos en el área urbana y de expansión, conocer sus características, determinar el grado de peligro y el nivel de riesgo en los que se encuentren las edificaciones públicas y privadas.

3.4.2 EXPLORACIÓN DE SUELOS

3.4.2.1 RECONOCIMIENTO DE CAMPO

Los trabajos de campo o inspección visual del sitio, fueron realizados por el personal técnico del Proyecto, identificando los lugares y zonas, en las cuales se deberían realizar las excavaciones con la finalidad de determinar el perfil

estratigráfico del área de estudio, identificándose las zonas donde se realizarían las calicatas o “pozos a cielo abierto” distribuidos convenientemente, en la zona urbana y probables zonas de expansión. **(Ver Plano N° 08)**. Los ensayos de laboratorio se realizaron por cuenta del Proyecto y la Municipalidad Provincial de Lamas proporciono la mano de obra para la excavación de las mismas.

3.4.2.2 EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO (CALICATAS)

Con la finalidad de determinar las propiedades índice, el perfil estratigráfico, el esfuerzo admisible por zonas de acuerdo a las características de los suelos, se han realizado 20 calicatas o pozos a cielo abierto, en los puntos previamente identificados.

Muestreo disturbado.- Se han recuperado muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados durante las excavaciones, en cantidad suficiente o representativa, para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos.

Muestreo inalterado.- Se han recuperado muestras inalteradas de 04 calicatas a una profundidad promedio de 3 metros y acondicionadas para el traslado al laboratorio.

Registro de excavaciones.- Paralelamente se realizó el registro de las calicatas, anotándose las principales características de los tipos de suelos encontrados, tales como el buzamiento, humedad, plasticidad, peso volumétrico, etc.

El espaciamiento de las calicatas y las características de cada una de ellas varían de acuerdo a la topografía, y ubicación de las zonas más pobladas o donde se puede extender urbanamente Lamas, tomándose principalmente las zonas donde existe mayor concentración de movimiento local.

Las calicatas fueron realizadas según la Norma Técnica ASTM D 420, las cuales son aplicables a todos los Estudios de Mecánica de Suelos (EMS).

Los autores y especialistas indican que para estudios como el muestreo, a fin de lograr una buena precisión del perfil estratigráfico del suelo, se deben tomar muestras a distancias entre los 40 m y 100 m, pero en realidad para lograr perfiles estratigráficos que sean más reales, se deben tomar muestras en distancias más cortas; lo que traería

como consecuencia un gasto económico muy alto, por lo que, considerando las características geográficas, geológicas y sociales de la zona, hemos optado por realizar la excavación de calicatas en las zonas por donde se concentra el mayor movimiento poblacional y en las zonas urbanas de Lamas donde se realizó nuestra investigación.

Las excavaciones de 20 calicatas o pozos a cielo abierto se realizaron a una profundidad no menor de 3.00 m.

El Estudio de Mecánica de Suelos (EMS), nos ha permitido examinar en su estado natural las características de los tipos de suelo, que constituyen cada estrato de la zona en estudio, haciendo una descripción completa de los mismos, midiendo su potencia y clasificando los suelos en forma precisa por su textura. Las técnicas de muestreos se han realizado según la Norma ASTM D 420.

Las muestras llevadas al Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional de San Martín, fueron las más representativas y en las cantidades reglamentarias por cada tipo de material, escogidos luego del cuarteo respectivo.

Para el transporte de las muestras extraídas, se han utilizado bolsas plásticas y recipientes cerrados herméticamente, a los cuales para su identificación, se les colocó etiquetas con los siguientes datos:

- Nombre del Proyecto.
- Lugar de ubicación.
- Fecha de excavación.
- Número de calicata.
- Número de estrato.
- Tipo de muestra.
- Profundidad de la muestra.
- Técnico responsable.
- Perfil estratigráfico.

3.4.3 ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de las muestras extraídas de suelos mediante la ejecución de los ensayos estándar y especiales que se indican a continuación:

1. ENSAYOS ESTANDAR	NORMA USADA
1.1 Contenido de Humedad Natural	ASTM D2216
1.2 Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D422
1.3 Limite Líquido y Limite Plástico	ASTM D4318

1.4 Clasificación Unificada de Suelos	ASTM D2487
1.5 Peso Específico del Sólido	ASTM D854
1.6 Gravedad Específica de Los Sólidos	ASTM D854
1.7 Peso Volumétrico	ASTM D2937
2. ENSAYOS ESPECIALES	NORMA USADA
2.1 Corte Directo	ASTM D3080
2.2 Consolidación	ASTM D2435
2.3 Químicos	ASTMD512,516
	Norma E- 60

Los ensayos estándar y especiales de laboratorio se han efectuado para cada una de las muestras alteradas e inalteradas respectivamente recopiladas en las calicatas, en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín. **(Ver Plano N° 08)**.

3.4.4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

Con los resultados de los ensayos estándar realizados en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín, se ha elaborado el Cuadro Resumen de las Propiedades Físicas **(VER ANEXO 02)**, el cual muestra el valor de las propiedades estándar más importantes. En la tabla se puede apreciar que los suelos existentes son mayormente de naturaleza arenosa con una componente fina de naturaleza arcillosa limosa (los cuales tienen un Basamento Rocoso deleznable), principalmente, por lo que se espera que los problemas de asentamiento del suelo al nivel de cimentación sean inmediatos y de menor importancia a lo largo de la vida útil de las estructuras. Se debe tener especial cuidado en las zonas donde se tiene presencia de suelos arcillosos y orgánicos, ya que en estos suelos el asentamiento se produce a través del tiempo, siendo perjudiciales para las estructuras. Adicionalmente, de acuerdo a los valores de los Límites de Atterberg (LL menor 40%), se trata de suelos de baja plasticidad, por lo tanto no se esperan problemas de expansión del suelo **(VER CLASIFICACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS)**. En cuanto a la densidad natural del suelo esta es mediana a poco densa, lo cual se reflejará en las condiciones de cimentación de las estructuras.

Los resultados de los ensayos especiales se sintetizan en el mismo Cuadro Resumen indicado líneas arriba, en el cual se puede apreciar que los parámetros de resistencia cortante del terreno de cimentación(ϕ) están en el orden de $4^\circ - 27^\circ$, lo cual corresponde al tipo de suelo encontrado, (orgánico, arcilla y arena limosa – arcillosa). De acuerdo a los parámetros de consolidación obtenidos, los suelos analizados son de mediana compresibilidad ($C_c = 0.22$).

3.4.5. AGRESIÓN DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN

De acuerdo a los resultados de ensayos químicos (**Ver Tabla N° 05**), se puede concluir:

1. El contenido de sales solubles es 0.0021– 0.0024 p.p.m. en promedio; por lo cual no existirán problemas de colapso asociados al contenido de sales en la zona de estudio.
2. El contenido de sulfatos es 0.0001 a 0.0008 p.p.m.; por lo cual no existirá ataque del suelo al concreto, no requiriéndose el empleo de cementos especiales para la cimentación.
3. La presencia de cloruros es de 0.0011 a 0.0017 p.p.m., siendo un nivel muy bajo, por lo cual no se requiere revestimiento adicional por este efecto para las estructuras de cimentación.

3.4.6. CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS PARA EL ÁREA DE ESTUDIO

Los tipos de suelos como resultado de las muestras ensayadas se han clasificado bajo el SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS) (**Ver Plano N° 09**), con la información obtenida mediante los análisis, ensayos de laboratorio y observando el perfil estratigráfico de las calicatas. En vista de ello se ha dividido el área de estudio en 5 zonas que presentan las siguientes características:

ZONA I:

Conformada por suelos areno arcillosos (**SC**), de baja plasticidad, sin presencia del nivel freático, poco densos con una potencia promedio de 0.5 m a 3.0 m, los cuales tienen un basamento rocoso arenisco deleznable; se considera las áreas ubicadas; en los Barrios Suchiche (primer piso), la Plaza, parte de Munichis, Calvario, Quilloallpa; por el Norte, con el área de influencia de la calicata N° 01 (Estadio municipal), y zonas aledañas al límite del proyecto; por el Este, con la carretera que va a Pamashto y las zonas contiguas al límite del proyecto; por el Oeste con una línea quebrada, que partiendo de la prolongación del Jr. Eladio Pashanasi, dobla a la izquierda por el Jr. San Antonio sigue por el Jr. Daniel Alcides Carrión, dobla a la izquierda por el Jr. José Olaya, hasta llegar al Jr. Lima, sigue por el Jr. Garcilazo de la Vega, luego continua por el Jr. Abraham Valdelomar.

ZONA II:

Conformada por suelos Arcillosos de baja plasticidad (**CL**), sin presencia del nivel freático, poco densos, con una potencia de 3.0 m como promedio, teniendo un Basamento Rocosos Deleznable. En esta zona se consideran las áreas ubicadas a lo largo de los barrios Zaragoza San Juan y parte de Ankoallo: Colinda por el Norte con una línea quebrada que partiendo de la prolongación del

Jr. Eladio Pashanasi, dobla a la izquierda por el Jr. San Antonio sigue por el Jr. Daniel Alcides Carrión, dobla a la izquierda por el Jr. José Olaya, hasta llegar al Jr. Lima, sigue por el Jr. Garcilazo de la Vega, luego continua por el Jr. Abraham Valdelomar; por el Sur con las zonas que colindan con límite del Proyecto (zona del campo Zaragoza); por el Oeste, con una línea quebrada, que parte por el Jr. Manco Inca, continua por los Jrs. Huayna Capac, Pachacutec, Luis A. Bruzoni, Cruzando por el Jr. Garcilazo de la Vega, hasta llegar al Jr. San Martín.

ZONA III:

Conformada por suelos Limosos de alta plasticidad (**OH**), sin presencia del nivel freático, poco densos. Se considera el área de influencia de la calicata N° 15 (ubicada en la cuadra 05 del Jr. San Martín).

ZONA IV:

Conformada por suelos orgánicos de alta plasticidad (**SM**), sin presencia del nivel freático, poco densos, con una potencia promedio de 1.5 m a 3.0 m, los cuales tienen un Basamento Rocoso Arenisco Deleznable. En esta zona se considera las zonas que conforman las áreas de influencia de las calicatas N° 14 (ubicada en el Barrio Munichis); N° 01 (ubicada en el Barrio Quilloallpa sector Estadio Municipal); y N° 12 (ubicada en la Comunidad Kechwa Waycu).

ZONA V:

Conformada por suelos areno Limosos-arcillosos de baja plasticidad (**SM-SC**), sin presencia del nivel freático, poco densos con una potencia promedio de 1.5 m a 3.0 m, los cuales tienen un Basamento Rocoso Arenisco Deleznable. En esta zona se considera las zonas que conforman las áreas de influencia de las calicatas N° 8 (ubicada en la comunidad Quechua Waycu); y La N° 06 (ubicada en el Barrio Ankoallo en el sector entre los jirones Abraham Reátegui y Zapata).

LAMAS: CLASIFICACIÓN SUCS

ZONA	CLASIFICACION (SUCS)		DESCRIPCION	SECTORES
I	SC	Suelo Areno arcilloso	Conformada por suelos areno arcillosos, de baja plasticidad, sin presencia del nivel freático, poco densos	Se considera las áreas ubicadas; en los Barrios Suchiche (primer piso), La Plaza, parte de Munichis, Calvario, Quilloallpa; por el Norte, con el área de influencia de la calicata N° 01 (Estadio municipal), y zonas aledañas al límite del Proyecto; por el Este, con la carretera que va a Pamashto y las zonas contiguas al límite del Proyecto; por el Oeste con una línea quebrada, que partiendo de la prolongación del Jr. Eladio Pashanasi, dobla a la izquierda por el Jr. San Antonio sigue por el Jr. Daniel Alcides Carrión, dobla a la izquierda por el Jr. José Olaya, hasta llegar al Jr. Lima, sigue por el Jr. Garcilazo de la Vega, luego continua por el Jr. Abraham Valdelomar.
II	CL	Suelo arcilloso	Conformada por suelos Arcillosos de baja plasticidad, sin presencia del nivel freático, poco densos.	Se consideran las áreas ubicadas a lo largo de los Barrios Zaragoza San Juan y parte de Ankoallo: Colinda por el Norte con una línea quebrada que partiendo de la prolongación del Jr. Eladio Pashanasi, dobla a la izquierda por el Jr. San Antonio sigue por el Jr. Daniel Alcidez Carrión, dobla a la izquierda por el Jr. José Olaya, hasta llegar al Jr. Lima, sigue por el Jr. Garcilazo de la Vega, luego continua por el Jr. Abraham Valdelomar; por el Sur con las zonas que colindan con límite del Proyecto (zona del campo Zaragoza); por el Oeste, con una línea quebrada, que parte por el Jr. Manco Inca, continua por los Jrs. Huayna Capac, Pachacutec, Luis A. Bruzoni, Cruzando por el Jr. Garcilazo de la Vega, hasta llegar al Jr. San Martín.
III	OH	Suelo Orgánico de alta plasticidad	Conformada por suelos Limosos de alta plasticidad, sin presencia del nivel freático, poco densos.	Se considera toda el área de influencia de la calicata N° 15 (ubicada en la cuadra 05 del Jr. San Martín).
IV	SM	Suelo Areno limoso de baja plasticidad	Conformada por suelos orgánicos de alta plasticidad, sin presencia del nivel freático, poco densos.	Se considera las zonas que conforman las áreas de influencia de las calicatas N° 14 (ubicada en el Barrio Munichis); N° 01 (ubicada en el Barrio Quilloallpa sector Estadio Municipal); y N° 12 (ubicada en la Comunidad Kechwa Waycu).
V	SM-SC	Suelo Areno Arcilloso Limoso	Conformada por suelos areno Limosos-arcillosos de baja plasticidad, sin presencia del nivel freático, poco densos.	Se considera las zonas que conforman las áreas de influencia de las calicatas N° 8 (ubicada en la comunidad Quechua Waycu); y La N° 06 (ubicada en el Barrio Ankoallo en el sector entre los jirones Abraham Reátegui y Zapata).

3.4.7. CLASIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA USO DEL SUELO EN PENDIENTE PARA EL ÁREA DE ESTUDIO.

Se proporciona la clasificación Geotécnica de los suelos (**Ver Plano N° 10**), de acuerdo a las pendientes y las características de sus materiales y sus limitaciones Geotécnicas, posibilidades de uso, costo para su desarrollo y nivel de exigencia de los estudios. Esta clasificación fue también recomendada por el Dr. Julio Kuroiwa Horiuchi (Reducción de Desastres 2002). (**Ver Tabla N° 01**). Con la información obtenida durante la inspección visual del sitio y el levantamiento topográfico se tiene:

ZONA (BARRIO)	PENDIENTE %	LIMITACIONES GEOTÉCNICAS	APTITUD DE USO DEL SUELO PARA VIVIENDA
Suchiche	28	Moderada	Moderada
Zaragoza	20	Baja	Alta
Comunidad Waycu	34	Moderada	Moderada
Ankoallo	19	Baja	Alta
Quilloallpa	10	Baja	Alta
Munichis	24	Baja	Alta
Plaza	15	Baja	Alta
San Juan	30	Moderada	Moderada
Calvario	19	Baja	Alta

Existe zonas focalizadas con pendientes entre 30° y 60°, las que se consideran con **limitaciones Geotécnicas Altas a Extremas y de uso inadecuado** para el desarrollo de viviendas, **las que requieren estudios de sitio específicos**. Así tenemos, en los Barrios: **Suchiche** las zonas de Taludes generados por la construcción a media ladera, de la carretera Tarapoto - Lamas; **Munichis** las zonas de barrancos, ubicados: en la intercepción de los Jirones, Domingo Reátegui y Manco Capac; entre Dos de Mayo y Prolongación Domingo Canal Guerra; **Quilloallpa** la zona de barrancos que se inician en la intercepción de los jirones Yurimaguas (salida al Centro Poblado Menor de Pamashto) y Martín de la Riva y Herrera; **Calvario** las zonas ubicadas entre el jirón Lozano Montilla y la Avenida Víctor Raúl Aya de La Torre, otra zona entre el Jirón 16 de octubre y Av. Víctor R. Aya de la Torre; **Plaza** las zonas ubicadas en el barranco que se inicia en la parte posterior de la Iglesia Matriz de Lamas, entre los jirones Junín Y Canal Guerra; **Zaragoza** las zonas ubicadas a lo largo de los barrancos, que en su recorrido cruza al jirón Daniel A. Carrión; **Comunidad Kechwa Waycu** las zonas de los barrancos laterales al jirón Manco Inca, los que se inician a la altura del jirón Alberto Bruzoni, así como las zonas ubicadas entre los jirones Huayna Capac y Pachacutec y la contigua al jirón Alberto Bruzoni, entre los jirones Huascar y Martín de la Riva y Herrera; San Juan las zonas ubicadas en los barrancos que se ubican entre los jirones Lima y José Olaya y la que encuentra en la parte posterior del C E 0256; **Ankoallo** la zona que abarca el talud de Cerro Ankoallo.

3.4.8. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN DE SUELOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Uno de los Métodos de rápida evaluación, propuesto también por el Dr. Julio Kuroiwa (Reducción de Desastres 2002), se basa en la revisión de estudios de campo de lugares en donde ocurrió licuación de suelos, relacionándolos con las características topográficas y geológicas del área de estudio. **(Ver Tabla N° 02)**, con la información obtenida de las visitas de campo y los ensayos de laboratorio, se concluye que no existe potencial de licuación en el área de estudio.

3.4.9. CLASIFICACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

Los sistemas de clasificación de suelos expansivos **(Ver Plano N° 09)**, se basan en el problema que éstos crean en la construcción de cimentaciones (expansión potencial). Para el presente estudio se considera el criterio desarrollado mediante la carta de plasticidad (según Anduljauwad y Al-Sulaimant, 1993), con la información obtenida mediante los análisis, ensayos de laboratorio y observando el perfil estratigráfico de las calicatas, se tiene:

ZONA I:

Conformada por suelos arenos arcillosos de baja plasticidad, con Límites Líquidos entre 24% - 32%, de acuerdo al criterio de clasificación y haciendo uso de la Carta de Plasticidad, se concluye que en la zona, existen suelos con un **potencial de expansión bajo**.

ZONA II:

Conformada por suelos arcillosos de baja plasticidad, con Límites Líquidos entre el intervalo de 32% - 42%, de acuerdo al criterio de clasificación y haciendo uso de la Carta de Plasticidad, se concluye que en la zona, existen suelos con un **potencial de expansión de medio a bajo**.

ZONA III:

Conformada por suelos orgánicos de alta plasticidad, con Límite Líquido de 55.78%, determinado mediante la exploración de suelos de la calicata N° 15, ubicada en la cuadra 05 del jirón San Martín, de acuerdo al criterio de clasificación y haciendo uso de la Carta de Plasticidad, se concluye que en la zona, existen suelos con un **potencial de expansión muy alto**.

ZONA IV:

Conformada por suelos arenos limosos de baja plasticidad, con Límites Líquidos entre el intervalo de 17% - 25%, de acuerdo al criterio de clasificación y haciendo uso de la Carta de Plasticidad,

se concluye que en la zona, existen suelos con un **potencial de expansión bajo**.

ZONA V:

Conformada por suelos areno limosos - arcillosos de baja plasticidad, con Límites Líquidos entre el intervalo de 23% - 28%, de acuerdo al criterio de clasificación y haciendo uso de la Carta de Plasticidad, se concluye que en la zona, existen suelos con un **potencial de expansión bajo**.

3.4.10. CLASIFICACIÓN DE SUELOS COLAPSABLES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Varios investigadores propusieron diversos métodos de clasificación de suelos colapsables (**Ver Plano N° 09**), para evaluar los parámetros físicos de estos suelos en el área de estudio y basándose en el problema que estos crean en la construcción de cimentaciones (asentamientos). Para el presente estudio se considera el método propuesto por Priklonaski (1952). (**Ver Tabla N° 04**), con la información obtenida mediante los análisis, ensayos de laboratorio y observando el perfil estratigráfico de las calicatas, siendo los suelos predominantes en el área de estudio a nivel de cimentación los siguientes:

ZONA I:

Conformada por suelos areno arcillosos de baja plasticidad, con contenido de agua natural (w%) entre el intervalo de 8.93 – 18.49, Límite Plástico (LP%) entre el intervalo de 14.00 – 20.44, Índice Plástico (IP%), entre el intervalo de 7.48 – 14.04; de acuerdo al método propuesto, se concluye que en la zona, **no existen suelos colapsables**.

ZONA II:

Conformada por suelos arcillosos de baja plasticidad, con contenido de agua natural (w%) entre el intervalo de 14.90 – 18.44, Límite Plástico (LP%) entre el intervalo de 10.01 – 22.77, Índice Plástico (IP%), entre el intervalo de 12.53 – 20.61; de acuerdo al método propuesto, se concluye que en la zona del área de influencia de la calicata N° 11 existe la posibilidad de encontrarse **suelos colapsables**.

ZONA III:

Conformada por suelos orgánicos de alta plasticidad, con contenido de agua natural (w%) = 25.72, Límite Plástico (LP%) = 35.96, Índice Plástico (IP%) = 19.82; de acuerdo al método propuesto, se concluye que en la zona, **no existen suelos colapsables**.

ZONA IV:

Conformada por suelos areno limosos de baja plasticidad, con contenido de agua natural (w%) entre el intervalo de 6.42 – 13.88, Límite Plástico (LP%) = NP, Índice Plástico (IP%) = NP; de acuerdo al método propuesto, se concluye que en la zona, **no existen suelos colapsables**

ZONA V:

Conformada por suelos areno limosos - arcillosos de baja plasticidad, con contenido de agua natural (w%) entre el intervalo de 8.71-8.91, Límite Plástico (LP%) entre el intervalo de 19.05-23.54, Índice Plástico (IP%) entre el intervalo de 4.02-4.87; de acuerdo al método propuesto, se concluye que en la zona, **no existen suelos colapsables**

LAMAS: CLASIFICACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS Y COLAPSABLES

ZONA	CLASIFICACION DE SUELOS		SECTORES
	EXPANSIVOS	COLAPSABLES	
I	Suelos con potencial de expansión bajo	Suelos no Colapsables	Se considera las áreas ubicadas; en los Barrios Suchiche (primer piso), La Plaza, parte de Munichis, Calvario, Quilloallpa; por el norte, con el área de influencia de la calicata N° 01(Estadio Municipal), y zonas aledañas no estudiadas; por el Este, con la carretera que va a Pamashto y las zonas no estudiadas (limite del Proyecto); por el Oeste con una línea quebrada, que partiendo de la prolongación del Jr. Eladio Pashanasi, dobla a la izquierda por el Jr. San Antonio sigue por el Jr. Daniel Alcidez Carrión, dobla a la izquierda por el Jr. Marcos Morí, hasta llegar al Jr. Junín, sigue por el Jr. Martín de la Riva, pasando por el Jr. San Martín, para luego seguir por el Jr. Zapata. Y el área de influencia de la calicata N° 4 ubicada a la salida al distrito de Pamashto.
II	Suelos con potencial de expansión de medio a bajo	Suelos Colapsables	Se considera colapsable solo el área de influencia de la calicata N° 11. Deben considerarse varios procedimientos constructivos, para evitar la falla de la cimentación
III	Suelos con potencial de expansión alto	Suelos no Colapsables	Se considera toda el área de influencia de la calicata N° 15 (ubicada en la cuadra 07 del Jr. San Martín). Deben tomarse las precauciones necesarias, que implican, cambio de la naturaleza del suelo expansivo.
IV	Suelos con potencial de expansión bajo	Suelos no Colapsables	Se considera las zonas que conforman el área de influencia de las calicatas N° 14 (ubicada en el Barrio Munichis), y el área de influencia de la calicata N° 01 (ubicada en el Barrio Quilloallpa sector Estadio Municipal)
V	Suelos con potencial de expansión bajo	Suelos no Colapsables	Se considera las zonas que conforman el área de influencia de las calicatas N° 8 (ubicada en la comunidad Quechua Waycu), y el área de influencia de la calicata N° 06 (ubicada en el Barrio Ankoallo en el sector entre los jirones Abraham Reátegui y Zapata).

3.4.11 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

3.4.11.1 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR FALLA AL CORTE

La capacidad de carga admisible de los suelos (**Ver Plano N° 09**), en el área de estudio a la profundidad activa de cimentación (1.50 m). Para el caso de una zapata aislada, se determina en forma general por las fórmulas de KARL TERZAGHI. Asumiremos además que se produce una falla local.

$$q_u = 0.867 C N_c' + \gamma D_f N_q' + 0.4 \gamma B N_\gamma'$$

$$q_{ad} = q_u / F_s$$

Donde:

q_u	: Capacidad Última de Carga
q_{ad}	: Capacidad Admisible de Carga
F_s	: Factor de Seguridad
γ	: Densidad Natural
B	: Ancho de la Zapata
D_f	: Profundidad de la Cimentación
C	: Cohesión
N_c', N_q', N_γ'	: Factores de Carga en Función del Angulo de Fricción " ϕ "

Los resultados obtenidos para cada una de las zonas se muestran a continuación:

ZONA I:

Conformada por Arenas Arcillosas, de plasticidad baja, poco densos, la capacidad portante es de **1.14 Kg/cm²**. se considera las áreas ubicadas; en los Barrios Suchiche (primer piso), La Plaza, parte de Munichis, Calvario, Quilloallpa; por el Norte, con el área de influencia de la calicata N° 01 (Estadio municipal), y zonas aledañas al límite del Proyecto; por el Este, con la carretera que va a Pamashto y las zonas contiguas al límite del Proyecto; por el Oeste con una línea quebrada, que partiendo de la prolongación del Jr. Eladio Pashanasi, dobla a la izquierda por el Jr. San Antonio sigue por el Jr. Daniel Alcides Carrión, dobla a la izquierda por el Jr. José Olaya, hasta llegar al Jr. Lima, sigue por el Jr. Garcilazo de la Vega, luego continua por el Jr. Abraham Valdelomar.

ZONA II:

Conformada por Arenas Arcillosas, de plasticidad baja, poco densos, la capacidad portante es de **0.81 Kg/cm²** En esta zona se consideran las áreas ubicadas a lo largo de los Barrios Zaragoza San Juan y parte de Ankoallo: colinda por el Norte con una línea quebrada que partiendo de la prolongación del Jr. Eladio Pashanasi, dobla a la izquierda por el Jr. San Antonio sigue por el Jr. Daniel Alcides Carrión, dobla a la izquierda por el Jr. José Olaya, hasta llegar al Jr. Lima, sigue por el Jr. Garcilazo de la Vega, luego continua por el Jr. Abraham Valdelomar; por el Sur con las zonas que colindan con límite del Proyecto (zona del campo Zaragoza); por el Oeste, con una línea quebrada, que parte por el Jr. Manco Inca, continua por los Jrs. Huayna Capac, Pachacutec, Luis A. Bruzoni, cruzando por el Jr. Garcilazo de la Vega, hasta llegar al Jr. San Martín.

ZONA III:

Conformada por suelos orgánicos de alta plasticidad, sin presencia del nivel freático, poco densos La capacidad portante es de **0.68 Kg/cm²**. Se considera toda el área de influencia de la calicata N° 15 (ubicada en la cuadra 05 del Jr. San Martín).

ZONA IV:

Conformada por suelos Limosos de baja plasticidad sin presencia del nivel freático, poco densos, La capacidad portante es de **1.33 Kg/cm²** Se considera las zonas que conforman las áreas de influencia de las calicatas N° 14 (ubicada en el Barrio Munichis); N° 01 (ubicada en el Barrio Quilloallpa sector Estadio Municipal); y N° 12 (ubicada en la Comunidad Kechwa Waycu.

ZONA V:

Conformada por suelos areno Limosos-arcillosos de baja plasticidad, sin presencia del nivel freático, poco densos. La capacidad portante es de **1.05 Kg/cm²** Se considera las zonas que conforman las áreas de influencia de las calicatas N° 8 (ubicada en la comunidad Quechua Waycu); y La N° 06 (ubicada en el Barrio Ankoallo en el sector entre los jirones Abraham Reátegui y Zapata).

3.4.11.2 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR ASENTAMIENTO

Para el análisis del asentamiento se utilizará la metodología, en base a la teoría de la Elasticidad presentada por Lambe y Whitman (1969), (**Ver Plano N° 09**), considerando el tipo de cimentación superficial recomendado. Los valores

permisibles Se presentan en la **Tabla N° 06, 07**, el Asentamiento elástico inicial será:

$$S = \frac{\Delta q_s B(1 - u^2) l_w}{E_s}$$

Donde:

- S = Asentamiento en cm.
 Δq_s = Esfuerzo neto transmitido (Kg./m²)
B = Ancho de la cimentación (m)
E_s = Modulo de elasticidad (Kg./m²)(Tabla N° 2)
u = Relación de Poisson (Tabla N° 3)
l_w = Factor de influencia, en función de la forma y rigidez de la cimentación.

ZONA I:

Los valores del Asentamiento obtenidos, para la carga admisible de **1.14 Kg/cm²**, es igual a **1.31cm**. Si el Asentamiento Máximo deseado o permisible es **2.54cm**. Se tiene entonces que: **S = 1.31 cm**. Es menor que **2.54cm**, por lo tanto la capacidad de carga admisible no cambia de valor.

ZONA II:

Los valores del Asentamiento obtenidos, para la carga admisible de **0.81Kg/cm²**, es igual a **1.23 cm**. Si el Asentamiento Máximo deseado o permisible es **2.54cm**. Se tiene entonces que: **S = 1.23 cm**. Es menor que **2.54cm**, por lo tanto la capacidad de carga admisible no cambia de valor

ZONA III:

Los valores del Asentamiento obtenidos, para la carga admisible de **0.68Kg/cm²**, es igual a **3.80 cm**. Si el Asentamiento Máximo deseado o permisible es **2.54cm**. Se tiene entonces que: **S = 3.80 cm**, es mayor que **2.54cm**, El asentamiento máximo deseado, se consigue, para una carga admisible de **0.45Kg cm²**.

ZONA IV:

Los valores del Asentamiento obtenidos, para la carga admisible de **1.33Kg/cm²**, es igual a **1.53 cm**. Si el Asentamiento Máximo deseado o permisible es **2.54cm**. Se tiene entonces que: **S = 1.53 cm**. Es menor que **2.54cm**, por lo tanto la capacidad de carga admisible no cambia de valor.

ZONA V:

Los valores del Asentamiento obtenidos, para la carga admisible de **1.05Kg/cm²**, es igual a **1.18 cm**. Si el Asentamiento Máximo deseado o permisible es **2.54cm**. Se tiene entonces que: **S = 1.18 cm**. Es menor que **2.54cm**, por lo tanto la capacidad de carga admisible no cambia de valor.

CAPITULO IV

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS

4.1. MAPA DE PELIGROS GEOTÉCNICOS

Para la microzonificación geotécnica de la ciudad de Lamas, se ha determinado la resistencia o capacidad admisible y deformación del suelo, que fueron determinadas mediante ensayos de laboratorio. Se observó que los depósitos de suelo natural, sobre los cuales las cimentaciones se construyen, no son homogéneos en la mayoría de los casos.

En general, la intensidad sísmica aumenta en los sitios de terreno blando, y los daños de los sismos importantes han sido sistemáticamente más graves en estos sitios que en los de terreno firme.

Las ondas sufren modificaciones y amplificaciones extraordinarias al transmitirse hacia la superficie a través de los estratos de arcilla sumamente compresibles.

Los fenómenos de origen geotécnico que se han tomado en cuenta para el análisis de su ocurrencia en el área de estudio son:

4.1.1. FENÓMENOS DE ORIGEN GEOTÉCNICOS

Falla por Corte y Asentamiento del Suelo (Capacidad Portante)

Se producen en el suelo de cimentación que presenta una baja capacidad portante y en donde los esfuerzos actuantes inducidos por una estructura de cimentación de alguna obra específica, pueden ocasionar la falla por corte y asentamiento del suelo. Un suelo con una capacidad portante de 1.50 Kg./cm² como mínimo se le considera aceptable para una cimentación común y para valores menores se deberá tener un especial cuidado debido a la posibilidad de una drástica reducción de la capacidad portante en condiciones dinámicas y amplificación de ondas sísmicas.

Cambio de Volumen por Cambios en el Contenido de Humedad

Se producen en los suelos de cimentación con un alto contenido de humedad natural, un alto límite líquido y un alto índice plástico. En aquellos suelos en donde el índice plástico sea mayor al 15% es posible que se produzcan cambios moderados de volumen por cambios de contenido de humedad y que ocurren en las épocas más secas y calurosas del año.

4.1.2. EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOTÉCNICOS

Los peligros de origen geotécnico de mayor incidencia en la ciudad de Lamas se dan por las siguientes razones:

- Falla por corte y asentamiento del suelo (Capacidad portante).
- Cambios de volumen por cambios de contenido de humedad.

4.1.3. ZONIFICACIÓN DE PELIGROS GEOTÉCNICOS

La zonificación de peligros de origen geotécnico para la ciudad de Lamas se presenta en el **PLANO N° 11**, para lo cual se han establecido 4 zonas:

Zona de Peligro Medio (amarillo)

Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente menor de 15° (Suave a Moderada), poca erosión, con posibilidad de uso moderado, la profundidad del nivel freático es mayor al ancho de la cimentación (profundo), la capacidad portante varía entre 1.00 – 1.50 Kg/cm².

Zona de Peligro Alto (anaranjado)

Son aquellas áreas donde el terreno tiene una pendiente de 15° a 30°; no existe erosión severa, son áreas cercanas a las riberas de las quebradas y torrenteras; la profundidad del nivel freático es menor o igual al ancho de la cimentación (menor de 4m), la capacidad portante se encuentra entre 0.50 a 1.00 Kg./cm².

Zona de Peligro “Alto +”(anaranjado con franjas rojas)

Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente de 30° a 60°, zonas adyacentes a las riberas y cauces de quebradas y torrenteras, donde la profundidad del nivel freático es menor al desplante de la zapata (menor a 50 cm.), la capacidad portante es menor a 0.50 Kg./cm². En estos suelos la disminución de la capacidad portante por efecto sísmico es muy alta. Para el uso del suelo se requieren estudios de sitio muy intensos, por las limitaciones Geotécnicas.

Zona de Peligro Muy Alto (rojo)

Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente mayor de 60°. Riberas y cauces de quebradas y zonas adyacentes, cuyo ancho de trabajo estará determinado por la topografía, talud del cauce natural (ancho efectivo del río y/o quebrada). En estas zonas no se deberá permitir el uso del suelo con fines de vivienda por el alto peligro de erosión y socavamiento, que podría llegar al colapso de las estructuras. Las inversiones que se realicen serán para protección, defensa ribereña y recreación. En estas áreas los suelos disminuyen su capacidad portante por la inestabilidad y el efecto Sísmico.

4.1.3.1. SECTORIZACIÓN DE PELIGROS GEOTÉCNICOS

De acuerdo a la zonificación de peligros Geotécnicos presentada en el **PLANO N° 11**, se desprende lo siguiente:

- a) **Sectores de Peligro Medio.**- Se consideran las áreas ubicadas: en los Barrios, Suchiche, Plaza, Quilloallpa, Ankoallo, Zonas de Expansión Urbana, Parte del Territorio del Pueblo Quechua Waycu.
- b) **Sectores de Peligro Alto.**- Se consideran las áreas ubicadas en el los Barrios, Zaragoza, San Juan, Munichis, la parte Oeste de Suchiche y las zonas de transición entre las de peligro medio y “alto +”.
- c) **Sectores de Peligro “Alto+”.**- Considerada en las zonas ubicadas entre las de peligro alto y de peligro Muy Alto y la zona ubicada a la altura de la cuadra 5 del Jr. San Martín, en dichas zonas se podrían manifestar los fenómenos naturales afectando las edificaciones existentes.
- d) **Sector de Peligro Muy Alto.**- Se consideran las áreas de los cauces de las quebradas que se forman por la escorrentía de las aguas de lluvia, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las Riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho variable de 5 – 20 m. Las áreas de taludes con pendientes muy fuertes. Así tenemos por el Sur los taludes que forma el corte a media ladera para la construcción de la carretera Lamas – Tarapoto; por el Norte el talud del Mirador (Sector de Ankoallo) y la zona posterior al Estadio Municipal.

LAMAS: PELIGROS GEOTECNICOS

FENÓMENOS GEOTECNICOS	PELIGROS	ZONIFICACIÓN DE PELIGROS	SECTORES	CAPACIDAD PORTANTE Kg / cm ²	AREAS	
					Ha.	%
* Falla por corte y Asentamiento (Capacidad Portante). * Cambios de Volumen por la Variación en el contenido de humedad (Suelos Expansivos). * Asentamiento por suelos colapsables. * Uso de Suelo en pendiente (Topografía).	MEDIO	Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente menor de 15° (Suave a Moderada), poca erosión, con posibilidad de uso moderado, nivel freático a una profundidad mayor al ancho de la cimentación (profundo), La Capacidad Portante será de 1.00 – 1.50 Kg / cm ² .	Se consideran las áreas ubicadas: en los Barrios, Suchiche, Plaza, Quilloallpa, Ankoallo, Zonas de Expansión Urbana, Parte del Territorio del Pueblo Quechua Wayku.	1.14	277.88	63.41
	ALTO	Son aquellas áreas donde el terreno tiene una pendiente de 15° a 30°; no existe erosión severa, son áreas cercanas a las riberas de ríos, quebradas y torrenteras; nivel freático a una profundidad menor o igual ancho de la cimentación (menor de 4 m), la capacidad portante se encuentra entre 0.50 a 1.00 Kg / cm ² .	Se consideran las áreas ubicadas en el los Barrios, Zaragoza, San Juan, Munichis, la parte Oeste de Suchiche y las zonas de transición entre las de peligro medio y alto más.	0.81	87.73	20.02
	ALTO +	Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente de 30° a 60°, zonas adyacentes a las riberas a cauces de quebradas y torrenteras, donde se tiene que la profundidad del nivel freático es menor al desplante de la zapata (menor a 50 cm), la capacidad portante es menor a 0.50 Kg/cm ² . En estos suelos la disminución de la capacidad portante por efecto sísmico es muy alta. Para el uso del suelo se requieren estudios de sitio muy intensos, por las limitaciones Geotécnicas.	Considerada en las zonas ubicadas entre las de peligro alto y de peligro Muy Alto y la zona ubicada a la altura de la cuadra 5 del Jr. San Martín, en dichas zonas se podría manifestar los fenómenos naturales afectando las edificaciones existentes.	0.45	24.85	5.67
	MUY ALTO	Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente mayor de 60°. Riberas y cauces de quebradas y zonas adyacentes, cuyo ancho de trabajo estará determinado por la topografía, talud del cauce natural (ancho efectivo de la Quebrada). En estas zonas no se deberá hacer uso del suelo con fines de vivienda por el alto peligro de erosión y socavamiento, que podría llegar al colapso de las estructuras. Las inversiones que se realicen serán para protección, defensa ribereña y recreación. En estas áreas los suelos disminuyen su capacidad portante por la inestabilidad y el efecto Sísmico.	Se consideran las áreas de los cauces de las quebradas que se forman por la escorrentía de las aguas de lluvia, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las Riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho variable de 5 – 20 m. Las áreas de taludes con pendientes muy fuertes. Así tenemos por el Sur los taludes que forma el corte a media ladera para la construcción de la carretera Lamas – Tarapoto; por el Norte el Talud del Mirador y la zona posterior al Estadio Municipal.		47.74	10.90

4.2. MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS CLIMÁTICOS

4.2.1. FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICOS CLIMÁTICOS

Los fenómenos de origen geológico climático de mayor incidencia en la ciudad de Lamas son los procesos erosivos que producen socavamientos y deslizamientos en las zonas de taludes o pendientes pronunciadas. El socavamiento produce la acumulación de material (colmatación) en las zonas bajas las cuales son arrastradas por las quebradas y torrenteras.

Así mismo la presencia de afloramientos de agua indican a su vez la presencia de humedad en los estratos del subsuelo, derivados de la acumulación de aguas pluviales en el lecho, que en casos extremos podrían originar asentamientos, en zonas donde existen suelos arenosos, o derrumbes en zonas de pendientes fuertes, y en suelos arcillosos asentamientos por debilitamiento de la resistencia al corte (**Ver Plano N° 12**).

4.2.2. EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS CLIMÁTICOS

Los peligros de origen geológico climático en la ciudad de Lamas son el socavamiento y erosión de suelos.

La pendiente pronunciada de los taludes en los sectores ubicados entre el primer y tercer piso, podría producir socavamiento del talud, representando un alto riesgo para las construcciones ubicadas en esos sectores.

En general en el cauce de los drenes naturales de evacuación de aguas de lluvias en la parte baja, Primer piso (comunidad Kechwa Waycu), representan un riesgo para las viviendas asentadas en estos lugares.

4.2.3. ZONIFICACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICO CLIMÁTICOS

La zonificación de peligros de origen geológicos climáticos para la ciudad de Lamas se presenta en el **PLANO N° 12**, para el cual se han establecido 5 Zonas de acuerdo a la descripción siguiente:

Zona de Peligro Bajo (verde)

Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente suave, y con formaciones geológicas que originan suelos residuales que presentan propiedades geotécnicas aceptables.

En esta zona no ocurren fenómenos geológicos climáticos de gran magnitud por la que se considera de un peligro bajo.

Zona de Peligro Medio (amarillo)

Son aquellas zonas donde el terreno es de pendiente Suave a Moderada (menos de 15°) y sus formaciones geológicas son suelos de origen residual de propiedades geotécnicas adecuadas. En esta zona ocurren pequeños problemas de erosión por acción hídrica en época de lluvias.

Zona de Peligro Alto (anaranjado)

Son aquellas áreas de pendientes moderadas y presentan propiedades geotécnicas medias. En estas zonas se presentan erosiones por acción hídrica en época de lluvias, pequeños derrumbes y licuación de suelos.

Zona de Peligro “Alto+” (anaranjado con franjas rojas)

Son aquellas zonas de terrenos con pendientes fuertes, laderas empinadas y adyacentes a cauces de quebradas. En estas zonas las precipitaciones intensas producen problemas de erosión, socavación, agrietamientos y deslizamientos por acción hídrica, en épocas de lluvias. Para el uso de estos espacios, se deben realizar intensos estudios de sitio, para garantizar la seguridad y vida útil de las edificaciones.

Zona de peligro Muy Alto (rojo)

Son zonas de cauces y riberas de quebradas o de zanjas; terrenos con pendientes muy fuertes y mayor de 60° e inestables, con erosión severa. En este tipo de suelos la amplificación de ondas sísmicas es muy alta.

4.2.3.1. SECTORIZACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICO CLIMÁTICOS

De acuerdo a la zonificación de Peligros Geológicos Climáticos presentado en el **PLANO N° 12**, podemos desprender lo siguiente:

- a) **Sectores de Peligro Bajo.**- Se precisan las zonas del Estadio Municipal, la franja del Jr. San Martín, desde el barrio Suchiche hasta el cruce con el Jr. Zapata y la zona del Colegio Martín de la Riva; además la zona alta de la comunidad Kechwa Waycu ubicada entre el Jr. Wiracocha y el Jr. Ayar Cachi.
- b) **Sectores de Peligro Medio.** Se consideran las áreas correspondientes a las zonas adyacentes a las de peligro bajo, además de algunas zonas planas, en los diferentes barrios.
- c) **Sectores de Peligro Alto.** Se consideran todas las zonas de transición entre las áreas de peligro medio y “alto +” que bordean los taludes existentes.

- d) **Sectores de Peligro “Alto +”.** Se consideran las zonas ubicadas entre las zonas de peligro alto y de peligro muy alto.

- e) **Sectores de Peligro Muy Alto.** Se consideran las áreas de los cauces de las zanjas, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho no menor de 10 m.

LAMAS: PELIGROS GEOLÓGICOS - CLIMATICOS

FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO - CLIMÁTICOS	PELIGROS	ZONIFICACIÓN DE PELIGROS	SECTORES	AREAS	
				Ha.	%
<p>* Falla del suelo por deslizamientos (que pueden ser causados por vibraciones sísmicas o por humedecimiento).</p> <p>* Fallas por licuación de suelos provocados por sismos intensos.</p> <p>* Cambios de Volumen por la Variación en el contenido de humedad (Suelos Expansivos).</p> <p>* Asentamiento en suelos con presencia de napa freática alta.</p> <p>* Uso de Suelos en pendiente alta (mayor de 60°).</p>	BAJO	<p>Son aquellas zonas en donde el terreno es de pendiente suave, y de conformaciones geológicas que originan suelos residuales, los que presentan propiedades geotécnicas aceptables.</p> <p>En esta zona no ocurren fenómenos geológicos – climáticos de gran magnitud, por lo que se considera de peligro bajo.</p>	<p>Se precisan las zonas del estadio municipal, la franja del Jr. San Martín, desde el barrio Suchiche hasta el cruce con el Jr. Zapata y la zona del Colegio Martín de la Riva; además la zona alta del barrio Wayku ubicada entre el Jr. Wiracocha y el Jr. Ayar Cachi..</p>	34.22	7.83
	MEDIO	<p>Zonas donde el terreno es de pendiente Suave a Moderada (menos de 15°) y sus formaciones geológicas son suelos de origen residual de propiedades geotécnicas adecuadas. En esta zona ocurren pequeños problemas de erosión, por la acción hídrica en temporada de lluvias</p>	<p>Se consideran las áreas correspondientes a las zonas adyacentes a las de peligro bajo, además de algunas zonas planas, en los diferentes barrios.</p>	143.01	32.64
	ALTO	<p>Zonas de pendientes moderadas y presentan propiedades geotécnicas medias. En estas zonas se presentan erosiones por acción hídrica en épocas de lluvias, pequeños derrumbes.</p>	<p>Se consideran todas las zonas de transición entre las áreas de peligro medio y “alto más” que bordean los taludes existentes.</p>	188.28	42.97
	ALTO	<p>Zonas adyacentes a las riberas de los cauces de zanjas y torrenteras; terrenos con pendientes fuertes, laderas empinadas cercanas a zanjas y rellenos de cauces antiguos. En estas zonas las precipitaciones intensas producen inundaciones frecuentes. También existen intensos problemas de erosión, agrietamientos y deslizamientos por acción hídrica, en épocas de lluvias. Para el uso de estos espacios, se deben realizar intensos estudios de sitio, para garantizar la seguridad y vida útil de las edificaciones.</p>	<p>Se consideran las zonas ubicadas entre las de peligro alto y de peligro Muy Alto.</p>	24.85	5.67
	MUY ALTO	<p>Son zonas de cauces y riberas de zanjas; terrenos con pendientes muy fuertes y mayor de 60° e inestables, con erosión severa, los cuales generan problemas de deslizamientos de masas de suelo por acción hídrica en época de lluvias. En este tipo de suelos la amplificación de ondas sísmicas es muy alta..</p>	<p>Se consideran las áreas de los cauces de las zanjas, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho no menor de 10 m.</p>	47.74	10.89

4.3. MAPA DE PELIGROS CLIMÁTICOS E HIDROLÓGICOS

4.3.1. FENÓMENOS DE ORIGEN CLIMÁTICOS E HIDROLÓGICOS

En la ciudad de Lamas, los eventos desatados por las lluvias en los últimos años han motivado la preocupación de la población y del gobierno local, esto ha generado un concepto de peligros como variable en la formulación de planes de ordenamiento local. Estos fenómenos son originados por 3 factores:

- El acelerado crecimiento de la población urbana sin tener en cuenta la planificación urbana, con presencia de viviendas y asentamientos humanos en zonas de riesgo.
- La intervención descontrolada de las laderas altas a través de la deforestación de los cerros que a su vez contienen las fuentes de captación de los ojos de agua (en las raíces de los árboles y arbustos que todavía quedan), con presencia de una agricultura inadecuada, originando la alteración del ciclo hidrológico.
- Los cambios climáticos presentados en los últimos años genera una probabilidad de ocurrencia de lluvias de alta intensidad sobre las cuencas y subcuencas hidrográficas, generando inundaciones en el área urbana.

4.3.2. EVALUACIÓN DE PELIGROS CLIMÁTICOS E HIDROLÓGICOS

La ciudad de Lamas se ubica en la parte más alta del anticlinal Lamas y está bordeada por laderas empinadas y algunas ondulaciones y planicies leves. Dichas áreas, rurales y urbanas, drenan sus aguas hacia las quebradas Shupishiña (por el Nor Este) y Shanantina (por el Sur Oeste). Para encarar el problema trataremos el caso del peligro, para los eventos más excepcionales y riesgos existentes.

4.3.3. ZONIFICACIÓN DE PELIGROS CLIMÁTICOS E HIDROLÓGICOS

En el **PLANO N° 13** se muestra el Mapa de Peligros climáticos, hidrológicos e hidráulicos de la ciudad de Lamas, el cual se divide en 5 sectores según el grado de peligro:

Zona de Peligro Bajo (verde)

Esta zona comprende los terrenos con pendientes muy suaves a moderadas. En esta zona las precipitaciones sólo producen inundaciones superficiales repentinas, no ocurren fenómenos climáticos de gran magnitud tampoco se presentan inundaciones generados por las zanjas y/o quebradas.

Zona de Peligro Medio (amarillo)

Son aquellas áreas de pendiente moderada. En esta zona las precipitaciones intensas producen inundaciones de corta duración. Existe transporte moderado de sedimentos y casos excepcionales son inundados por las quebradas.

Zona de Peligro Alto (anaranjado)

Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente fuerte, el flujo de escorrentía es repentino e intenso y el transporte de sedimentos es moderado a intenso; son áreas inundables temporalmente en sus quebradas o zanjas.

Zona de Peligro “Alto +” (anaranjado con franjas rojas)

Son aquellas zonas adyacentes a las quebradas y torrenteras, los terrenos con pendientes fuertes, laderas empinadas cercanas a las quebradas y rellenos de cauces antiguos. En estas zonas las precipitaciones intensas producen flujos rápidos de agua y suelos erosionados, así como fuertes erosiones laterales en la zanjas. Para el uso de estos espacios, se deben realizar intensos estudios de sitio, para garantizar la seguridad y vida útil de las edificaciones.

Zona de Peligro Muy Alto (rojo)

Son aquellas zonas de cauces de quebradas, torrenteras y rellenos de cauces antiguos, terrenos con pendiente muy pronunciada y mayores de 60°. En estas zonas las precipitaciones intensas producen fuertes erosiones laterales en la zanjas, con deslizamientos de flujos de lodos y colmatación de material de arrastre en las zonas bajas.

4.3.3.1. SECTORIZACIÓN DE PELIGROS CLIMÁTICOS, HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

De acuerdo a la zonificación de peligros climáticos, hidrológicos e hidráulicos presentada en el **PLANO N° 13**, se desprende lo siguiente:

- a) **Sectores de Peligro Bajo**, se consideran las áreas en las cuales no se presentan inundaciones y cuentan con buen sistema de drenaje, ubicados entre el segundo y tercer piso del área urbana (zona de expansión). Corresponde a la zona adyacente a la divisoria de aguas cercana al Jr. San Martín, desde el barrio Suchiche hasta el sector del mirador que pasa hacia el Colegio Martín de la Riva.
- b) **Sectores de Peligro Medio**, se consideran las áreas comprendidas entre los sectores de peligro bajo y alto, correspondiente a parte de los barrios Ankoallo, Calvario, Suchiche, así como la parte colindante entre los barrios Ankoallo y Waycu.

- c) **Sectores de Peligro Alto**, se consideran todas las áreas adyacentes a las de peligro “alto +” y las zonas de transición correspondientes a los taludes existentes del segundo al tercer piso y adyacentes a los cauces de las zanjas. Además de las calles que recogen el mayor flujo de aguas, como el Jr. San Martín en el sector que baja hacia la carretera a Shanao, el Jr. Jorge Montero.
- d) **Sectores de Peligro “Alto +”**, se consideran las zonas ubicadas entre las de peligro alto y de peligro Muy Alto, adyacente a las zanjas existentes.
- e) **Sectores de Peligro Muy Alto**, se consideran las áreas de los cauces de todas las zanjas, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las Riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho no menor de 10 m.

LAMAS: PELIGROS CLIMÁTICOS, HIDROLÓGICOS

FENÓMENOS DE ORIGEN CLIMÁTICO, HIDROLÓGICO E HIDRÁULICOS	PELIGROS	ZONIFICACIÓN DE PELIGROS	SECTORES	AREAS	
				Ha.	%
<p>* Falla del suelo por deslizamientos (que pueden ser causados por vibraciones sísmicas o por humedecimiento).</p> <p>* Fallas por licuación de suelos provocados por sismos intensos.</p> <p>* Cambios de Volumen por la Variación en el contenido de humedad (Suelos Expansivos).</p> <p>* Asentamiento en suelos con presencia de napa freática alta.</p> <p>* Uso de Suelos en pendiente alta (mayor de 60°).</p>	BAJO	Esta zona comprende los terrenos con pendientes muy suaves a moderadas. En esta zona las precipitaciones solo producen inundaciones superficiales repentinas, no ocurren fenómenos climáticos de gran magnitud tampoco se presentan inundaciones generados por ríos y/o quebradas.	Se consideran las áreas en las cuales no se presentan inundaciones y cuentan con buen sistema de drenaje, ubicados entre el segundo y tercer piso del área urbana (zona de expansión). Corresponde a la zona adyacente a la divisoria de aguas cercana al Jr. San Martín, desde el barrio Suchiche hasta el sector del mirador que pasa hacia el Colegio Martín de la Riva.	254.07	57.98
	MEDIO	Áreas de pendiente moderada. En esta zona las precipitaciones intensas producen inundaciones de corta duración. Existe transporte moderado de sedimentos y en casos excepcionales son inundados por ríos y /o quebradas.	Se consideran las áreas comprendidas entre los sectores de peligro bajo y alto, correspondiente a parte de los barrios Ankoallo, Calvario, Suchiche, así como la parte colindante entre los barrios Ankoallo y Wayku.	71.87	16.40
	ALTO	Áreas donde el terreno es de pendiente fuerte, el flujo de escorrentía es repentino e intenso y el transporte de sedimentos es moderado a intenso; son áreas inundables temporalmente por ríos y /o quebradas.	Se consideran todas las áreas adyacentes a las de peligro "alto más" y las zonas de transición correspondientes a los taludes existentes del segundo al tercer piso y adyacentes a los cauces de las zanjas. Además de las calles que recogen el mayor flujo de aguas, como el Jr. San Martín en el sector que baja hacia la carretera a Shanao, el Jr. Jorge Montero.	62.32	14.22
	ALTO	Zonas adyacentes a las riberas de los cauces de ríos, quebradas y torrenteras, terrenos con pendientes fuertes, laderas empinadas cercanas a los ríos y quebradas y rellenos de cauces antiguos. Las precipitaciones intensas producen inundaciones frecuentes. Para el uso de estos espacios, se deben realizar intensos estudios de sitio, para garantizar la seguridad y vida útil de las edificaciones.	Se consideran las zonas ubicadas entre las de peligro alto y de peligro Muy Alto, adyacente a las zanjas existentes.	17.68	4.04
	MUY ALTO	Son aquellas áreas de riberas y de cauces de ríos, quebradas y torrenteras, terrenos con pendiente muy pronunciada y mayores de 60°. En estas zonas las precipitaciones intensas producen inundaciones muy frecuentes, con deslizamientos de flujos de lodos y colmatación de material de arrastre en las zonas bajas. Son áreas inundables continuamente por ríos y quebradas.	Se consideran las áreas de los cauces de todas las zanjas, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico. Así como las Riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho no menor de 10 m.	32.26	7.36

4.4. MAPA DE PELIGROS MÚLTIPLES

4.4.1. ZONIFICACIÓN DE PELIGROS MÚLTIPLES

Tomando en cuenta la posibilidad de ocurrencia simultánea de fenómenos de origen geológico (sismos), geológicos-climáticos, geotécnicos y climáticos hidrológicos en el área de estudio que comprende la ciudad de Lamas, se procedió a preparar el Mapa de Peligros Múltiples que se presenta en el **PLANO N° 14**.

Zona de Peligro Medio (amarillo)

Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente menor de 15° (Suave a Moderada), poca erosión, con posibilidad de uso moderado, nivel freático mayor al ancho de la cimentación (profundo), La Capacidad Portante será de 1.00 a 1.50 Kg/cm².

Zona de Peligro Alto (anaranjado)

Zonas donde el terreno tiene una pendiente de 15° a 30°; no existe erosión severa. En esta zona las precipitaciones producen: torrenteras e inundaciones medias repentinas, flujo de escorrentía y transporte de sedimentos repentino a moderado, flujos de lodos. Se presentan problemas de derrumbes, agrietamientos y deslizamientos de suelos. La capacidad portante del terreno se encuentra entre 0.50 Kg/cm² a 1.00 Kg/cm² y su amplificación por ondas sísmicas es alta.

Zona de Peligro “Alto +” (anaranjado con franjas rojas)

Son aquellas zonas adyacentes a las riberas de las quebradas y torrenteras, terrenos con pendientes fuertes. En estas zonas existen intensos problemas de erosión, socavamientos y deslizamientos por acción hídrica, en épocas de lluvias. Se presenta licuación de suelos arenosos, limosos o pantanosos en forma localizada, con presencia de la napa freática alta. En estas zonas las precipitaciones ocasionan inundaciones medias a profundas en forma repentina, con flujos de lodo, colmatación de material de arrastre. La capacidad portante es menor a 0.50 Kg/cm². En estos suelos la disminución de la capacidad portante por efecto sísmico es muy alta.

Para el uso de estos espacios, se deben realizar intensos estudios de sitio, para garantizar la seguridad y vida útil de las edificaciones.

Zona de Peligro Muy Alto (rojo)

Son aquellas zonas de cauces de ríos, quebradas y torrenteras, terrenos inestables, con erosión severa, con pendiente muy pronunciada y mayores de 60°. En estas zonas las precipitaciones intensas producen flujos rápidos y torrenteras, con erosión y socavación de suelos e inundaciones frecuentes, con deslizamientos de flujos de lodos, colmatación de material de arrastre en las zonas bajas y de poca pendiente. Incluye áreas inundables por desborde de quebradas o con procesos de socavación fuertes; la amplificación por ondas sísmicas es muy alta .

4.4.1.1. SECTORIZACIÓN DE PELIGROS MÚLTIPLES

La zonificación de peligros múltiples para la ciudad de Lamas se presenta en el **PLANO N° 14**, para lo cual se han establecido 4 zonas:

- a) **Sectores de Peligro Medio**, Se consideran las áreas ubicadas en el barrio Ankoallo, y hacia la parte baja que va al Estadio, entre la plazuela Ankoallo y el pasaje Bolívar, sector que continua circundando la ciudad hasta la salida a la carretera a Shanao, por el oeste; incluye el Colegio Martín de la Riva y Herrera hasta el sector mirador, reservorio y planta de tratamiento de Agua Potable de EMAPA⁹, continuando hacia el barrio Suchiche por el sector comprendido entre el Jr. San Martín y el Jr. 16 de Octubre, donde limita con las laderas de fuerte pendiente. Incluye también parte del barrio Quilloallpa, hacia el Hospital y excluyendo los sectores de zanjas.
- b) **Sectores de Peligro alto**. Se consideran las áreas ubicadas entre las zonas de peligro “alto +” y de peligro medio, focalizándose parcialmente en los barrios Calvario, Quilloallpa, Munichis, Zaragoza, San Juan, Suchiche y la comunidad Kechwa Wayku.
- c) **Sectores de Peligro “Alto +”**. Se consideran las zonas ubicadas entre las de peligro alto y peligro muy alto, adyacentes a las riberas de las zanjas, quebradas y de las zonas de pendiente muy fuerte.
- d) **Sector de Peligro Muy Alto**. Se consideran las áreas de los cauces de zanjas, quebradas y torrenteras, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico; que incluye las riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho de 5 - 20 m; así mismo, las zonas ubicadas en los taludes de pendiente fuerte, contiguos al sector del Mirador (barrio Ankoallo) y del cerro Santa Rosa (barrio Suchiche).

⁹ EMAPA: Empresa Municipal de Agua Potable, Empresa prestadora de servicios de agua y desagua en la región San Martín

LAMAS: PELIGROS MULTIPLES

PELIGROS MÚLTIPLES	PELIGROS	ZONIFICACIÓN DE PELIGROS	SECTORES	AREAS	
				Ha.	%
<p>* Tomando en cuenta la posibilidad de ocurrencia simultanea de fenómenos de origen geológico (sismos), geológicos-climáticos, geotécnicos y climáticos hidrológicos en el área de estudio</p>	MEDIO	<p>Zonas donde el terreno es de pendiente Suave a Moderada (menos de 15°) y sus formaciones geológicas son suelos de origen residual de propiedades geotécnicas adecuadas para la cimentación de estructuras. Las precipitaciones intensas producen: flujo de escorrentía y transporte de sedimentos repentino y moderado, inundaciones superficiales, la capacidad portante del terreno se encuentra entre 1.0 Kg/cm² a 1.5 Kg/cm² y la amplificación de ondas sísmica es media. Se recomienda el uso urbano de media a alta densidad.</p>	<p>Se consideran las áreas ubicadas en el barrio Ankoallo, y hacia la parte baja que va al Estadio, entre la plazuela Ankoallo y el pasaje Bolívar, sector que continua circundando la ciudad hasta la salida a la carretera a Shanao, por el oeste; incluye el Colegio Martín de la Riva y Herrera hasta el sector mirador, reservorio y planta de tratamiento de Agua Potable de EMAPA , continuando hacia el barrio Suchiche por el sector comprendido entre el Jr. San Martín y el Jr. 16 de Octubre, donde limita con las laderas de fuerte pendiente. Incluye también parte del barrio Quilloallpa, hacia el Hospital y excluyendo los sectores de zanjas.</p>	101.01	25.33
<p>* Falla del suelo por deslizamientos (que pueden ser causados por vibraciones sísmicas o por presencia de humedad).</p>	ALTO	<p>Zonas con pendiente de 15° a 30°; no existe erosión severa, las precipitaciones producen: flujos de escorrentía y transporte de sedimentos repentino a moderado, flujos de lodos e inundaciones medias repentinas. Se presentan problemas de derrumbes, agrietamientos y deslizamientos de suelos. La capacidad portante del terreno se encuentra entre 0.5 Kg./cm² a 1.0 Kg./cm² y su amplificación por ondas sísmicas es alta.</p>	<p>Se consideran las áreas ubicadas entre las zonas de peligro "alto +" y de peligro medio, focalizandose parcialmente en los barrios Calvario, Quilloallpa, Munichis, Zaragoza, San Juan, Suchiche y la comunidad Kechwa Wayku.</p>	254.60	58.10
<p>* Las lluvias ocasionan flujos de torrenteras e inundaciones medias repentinas, flujo de escorrentía y transporte de sedimentos intenso.</p> <p>* Cambios de Volumen por la Variación en el contenido de humedad (Suelos Expansivos).</p> <p>* Asentamiento en suelos con presencia de napa freática alta.</p>	ALTO +	<p>Áreas adyacentes a cauces de quebradas y torrenteras, terrenos con pendientes fuertes de 30° a 60°. En estas zonas existen, en épocas de lluvias, intensos problemas de erosión, agrietamientos y deslizamientos por acción hídrica. Se presenta licuación de suelos arenosos, limosos o pantanosos en forma localizada, con presencia de la napa freática superficial. En estas zonas las precipitaciones ocasionan inundaciones medias a profundas en forma repentina, con flujos de lodo, colmatación de material de arrastre. La capacidad portante es menor a 0.50 Kg / cm². En estos suelos la disminución de la capacidad portante por efecto sísmico es muy alta.</p> <p>Para el uso de estos espacios, se deben realizar intensos estudios de sitio, para garantizar la vida útil de las edificaciones y seguridad de sus ocupantes.</p>	<p>Se consideran las zonas ubicadas entre las de peligro alto y peligro muy alto, adyacentes a las riberas de las zanjas, quebradas y de las zonas de pendiente muy fuerte.</p>	24.85	5.67
<p>* Uso de Suelos en pendiente alta (mayor de 60°).</p>	MUY ALTO	<p>Son aquellas zonas de cauces de quebradas y torrenteras, terrenos inestables, con erosión severa, con pendiente muy pronunciada y mayores de 60°. En estas zonas las precipitaciones intensas producen flujos rápidos y torrenteras, con erosión y socavación de suelos e inundaciones frecuentes, con deslizamientos de flujos de lodos, colmatación de material de arrastre en las zonas bajas y de poca pendiente. Incluye áreas inundables por desborde de quebradas o con procesos de socavación fuertes. La amplificación por ondas sísmicas es muy alta.</p>	<p>Se consideran las áreas de los cauces de zanjas, quebradas y torrenteras, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico; que incluye las riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho de 5 - 20 m; así mismo, las zonas ubicadas en los taludes de pendiente fuerte, contiguos al sector del Mirador (barrio Ankoallo) y del cerro Santa Rosa (barrio Suchiche).</p>	47.74	10.90
				95	

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. La geomorfología actual de la parte media del valle del río Huallaga, que incluye a la ciudad de Lamas, está condicionado por el alineamiento morfo-estructural montañoso en dirección NO–SE, correspondiente a las cadenas montañosas de la Cordillera Sub Andina; específicamente al anticlinal Lamas que, en este sector, va paralelo al río Mayo (SO) y a la quebrada Shupishiña (NE).
2. El clima de Lamas es ligero a moderadamente húmedo y semicálido. La temperatura promedio es de 23.2°C. La precipitación pluvial anual es de 1358.00 mm.
3. La estratigrafía y litología de la ciudad está formada por un basamento rocoso con afloramientos arcillosos; en general, el anticlinal Lamas está conformada por rocas areniscas y lutitas del cretáceo y terciario, levantándose encima de los 860 m.s.n.m
4. Según el mapa de zonificación sísmica del país, la Región San Martín, se encuentra en la zona II, con una sismicidad media.
5. La actividad sísmica de la zona de estudio está vinculada a fallas superficiales de activación reciente, presentándose los hipocentros a profundidades mayores a 33 Km.

El sismo del 25 de Setiembre del año en curso en evidencia la actividad tectónica intermedia (71 á 120 Km. de profundidad), asociada a la deformación interna de la Placa de Nazca por debajo de la Cordillera de los Andes y, por ende, a la interacción entre la placa oceánica y la placa continental.

6. El relieve de la ciudad de Lamas presenta zonas bien definidas:
 - El primer piso, que corresponde al barrio Huayco (Comunidad Kechwa Wayku)
 - El segundo piso, que incluye los barrio, San Juan, Zaragoza, Suchiche, La Plaza, Muniches y Quilloallpa (donde están el Hospital y el Estadio Municipal)
 - El tercer piso, donde se ubican los barrios Calvario y Ankoallo (parte más alta de la ciudad)
 - Las laderas montañosas que circundan los tres pisos (desde el barrio Huayco hasta el tercer piso), en algunos sectores de los cuales se muestran procesos de expansión urbana.
 - Las zanjas, que se inician en los diferentes pisos y que continúan conforme la topografía accidentada.
 - Los sectores de ingreso a la ciudad, tanto desde Cacatachi como desde Shanao.

7. De acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se ha determinado en las diferentes zonas, los siguientes tipos de suelos: **(Ver Plano N° 09)**.

ZONA I:

Conformada por suelos areno arcillosos **(SC)**, de baja plasticidad, sin presencia del nivel freático, poco densos, se considera las áreas ubicadas; en los Barrios Suchiche (primer piso), La Plaza, parte de Munichis, Calvario, Quilloallpa; por el Oeste colinda con el área conformada por suelos arcillosos(zona II); por el Norte colinda con el área del Estadio Municipal; por el Este con la zona del Límite del Proyecto Y por el sur con la Zona expansión urbana (salida a Tarapoto).

ZONA II:

Conformada por suelos Arcillosos de baja plasticidad **(CL)**, sin presencia del nivel freático, poco densos. En esta zona se consideran las áreas ubicadas a lo largo de los Barrios Zaragoza, San Juan y parte de Ankoallo: Colindando; por el Norte con el área conformada por suelos arcillosos (Zona I); por el sur con el Campo Zaragoza; y por el Oeste con la Comunidad Kechwa Wayku.

ZONA III:

Conformada por suelos Limosos de alta plasticidad **(OH)**, sin presencia del nivel freático, poco densos. Se considera toda el área de influencia de la calicata N° 15 (ubicada en la cuadra 05 del Jr. San Martín).

ZONA IV:

Conformada por suelos orgánicos de alta plasticidad **(SM)**, sin presencia del nivel freático, poco densos. En esta zona se considera las zonas que conforman las áreas de influencia de las calicatas N° 14 (ubicada en el Barrio Munichis); N° 01 (ubicada en el Barrio Quilloallpa sector Estadio Municipal); y N° 12 (ubicada en la Comunidad Kechwa Wayku).

ZONA V:

Conformada por suelos areno Limosos-arcillosos de baja plasticidad **(SM-SC)**, sin presencia del nivel freático, poco densos. En esta zona se considera las zonas que conforman las áreas de influencia de las calicatas N° 8 (ubicada en la comunidad Quechua Wayku); y La N° 06 (ubicada en el Barrio Ankoallo en el sector entre los jirones Abraham Reátegui y Zapata).

8. La capacidad de carga admisible en el área de estudio es:

En la zona I : la capacidad portante es de 1.14 Kg/cm².
En la zona II : la capacidad portante es de 0.81 Kg/cm².
En la zona III : la capacidad portante es de 0.45 Kg/cm².
En la zona IV : la capacidad portante es de 1.33 Kg/cm².
En la zona V : la capacidad portante es de 1.05 Kg/cm².

9. Los fenómenos de origen Geotécnico de mayor incidencia en el área de estudios son: Falla por Corte y Asentamiento del Suelo (Capacidad

Portante), cambios de volumen por el incremento del contenido de humedad, pérdida de resistencia mecánica por suelos colapsables.

10. Dentro de los fenómenos de Origen Geológicos – Climáticos podemos citar aquellos ocurridos en la faja Sub andina, donde se ubica la zona de estudio, la cual muestra la presencia de fallas regionales tanto longitudinales como transversales al rumbo andino, las que eventualmente podrían reactivarse, por corresponder a zonas sísmicas activas. Donde los sismos tienen ocurrencia a profundidades mayores de 70 Km. siendo de naturaleza superficial a intermedia y pertenecen a unidades de deformación mesozoica y paleozoica.
11. Los peligros de origen Geológicos – Climáticos de mayor incidencia en el área de estudio, son por deslizamientos, socavamientos, desprendimiento de rocas y derrumbes en laderas, procesos que se ven favorecidos por la alta pendiente del terreno, baja o pobre consistencia de las partículas de los materiales y el agua de lluvia en su acción de erosión, transporte y sedimentación, siendo de especial interés los procesos que ocurren en las laderas o taludes de la ciudad de Lamas.
12. Las principales referencias relacionadas con desastres o daños a la población ocurridos por los fenómenos anteriormente descritos, son:
 - Terremoto de Moyobamba, del 20 de Junio de 1968, con daños ocasionados en diferentes ciudades de la región, con énfasis en el Alto Mayo.
 - Terremoto de Moyobamba, del 13 de Mayo de 1968.
 - Terremoto de Saposoa ocurrido el 20 de marzo de 1972, con daños ocasionados en diferentes ciudades de la región: Saposoa, Juanjui, Bellavista, San Hilarión, Tarapoto, entre otras. El epicentro se detectó a 11 Km. al NE de Saposoa. De origen tectónico y relacionado con la falla geológica superficial cercana al epicentro. Los daños en Juanjui y Saposoa se relacionan con la mala calidad de los materiales de construcción, la naturaleza del suelo y la presencia de una napa acuífera muy superficial, dichos peligros no se tomaron en cuenta antes del suceso.
 - Terremoto de Rioja, del 16 de Abril de 1990.
 - Terremoto de Moyobamba, del 24 de Mayo de 1991.
13. Dentro de los fenómenos de origen climáticos e hidrológicos podemos citar aquellos ocurridos en la ciudad de Lamas, relacionados con el flujo de las aguas pluviales, asociado a constantes reducciones del ancho efectivo de la sección transversal de su cauce (en las zonas más ocupadas, como cruces de calles). Por ello se considera altamente peligrosa, la construcción de viviendas sobre dichas riberas y áreas adyacentes, debido a la presencia de procesos erosivos, socavaciones y transportes de sedimentos de carácter repentino, intenso y frecuente. Así mismo, los relacionados con las lluvias torrenciales, con las tormentas eléctricas, con los vientos fuertes, e inclusive con granizadas, los que se han presentado en diferentes momentos de su historia.
Cabe indicar que los procesos de variación brusca de la temperatura, derivado de la fuerte deforestación existente tanto a nivel local como a nivel

regional y macro-regional, se manifiestan en presencia de eventos extremos cada vez más frecuentes.

14. Las principales referencias relacionadas con desastres o daños a la población ocurridos por los fenómenos anteriormente descritos, son:

▪ Sismos:

- 1968, Iniciado a las 3:30 p.m., con 2 min. de duración, dejó una persona fallecida, 10 viviendas destruidas, 150 viviendas y un centro educativo (0255) afectados. La ayuda recibida consistió en carpas, víveres, algunos materiales de construcción. Estuvo presente el Presidente de la república, Arq. Fernando Belaunde Terry.
- 31 de Mayo de 1970. El Terremoto de Huaraz repercutió en esta zona. Se presentó a las 3 de la tarde de un domingo, con una duración de 20 sg. aproximadamente, continuando en los días siguientes movimientos de menor intensidad. Dejó un saldo de una persona fallecida, 5 viviendas destruidas, 60 viviendas afectadas, además de un hospital evangélico, dos centros educativos (La Comercial y La Sagrada Familia), el local de la iglesia Católica y de la Policía. Algunos postes de luz cayeron. Muchas viviendas se quedaron agrietadas; varias de ellas en la actualidad no aparentan dichos daños por el tarrajeo o el pintado.
- 4 de Abril de 1991. Evento que en Tabalosos, a 12 Km. de Lamas, destruyó una vivienda y afectó a otras 7, una escuela, el local municipal y al local comunal de partido alto. Afectó también 500 m de la carretera marginal, impidiendo el tránsito por algunos días; la alcantarilla de la carretera marginal sobre la quebrada Polaponta, quedó tapada, embalsando y rebasando sus aguas, lo que impidió el paso de los vehículos.

La Municipalidad Provincial informó a los transportistas que cubren las rutas. Los carros de ruta hacían transbordo de pasajeros y carga. El Ministerio de Transportes y el Gobierno Regional proporcionaron maquinarias y equipos para la rehabilitación de la carretera.

15. Tomando en cuenta la posibilidad de ocurrencia simultanea de fenómenos de origen geológico (sismos), geológicos-climáticos, geotécnicos y climáticos hidrológicos en el área de estudio que comprende la ciudad de Lamas, se procedió a preparar el Mapa de Peligros Múltiples que se presenta en el **PLANO N° 13**.

Zona de peligro Medio:

Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente menor de 15° (Suave a Moderada), poca erosión, con posibilidad de uso moderado, nivel freático (profundo) mayor al ancho de la cimentación, La Capacidad Portante es de 1.00 a 1.50 Kg/cm².

Zona de peligro Alto:

Zonas donde el terreno tiene una pendiente de 15° a 30°; no existe erosión severa, En esta zona las precipitaciones producen: torrenceras e

inundaciones medias repentinas, flujo de escorrentía y transporte de sedimentos repentino a moderado, flujos de lodos. Se presentan problemas de derrumbes, agrietamientos y deslizamientos de suelos. La capacidad portante del terreno se encuentra entre 0.50 Kg/cm² a 1.00 Kg/cm² y su amplificación por ondas sísmicas es alta.

Zona de peligro “Alto +”:

Son aquellas zonas adyacentes a las riberas de las quebradas y torrenteras (zanjas), terrenos con pendientes fuertes. En estas zonas existen intensos problemas de erosión, socavamientos y deslizamientos por acción hídrica, en épocas de lluvias. Se presenta licuación de suelos arenosos, limosos o pantanosos en forma localizada, con presencia de la napa freática superficial. En estas zonas las precipitaciones ocasionan inundaciones medias a profundas en forma repentina, con flujos de lodo, colmatación de material de arrastre. La capacidad portante es menor a 0.50 Kg/cm². En estos suelos la disminución de la capacidad portante por efecto sísmico es muy alta.

Para el uso de estos espacios, se deben realizar intensos estudios de sitio, para garantizar la seguridad y vida útil de las edificaciones.

Zona de peligro Muy Alto:

Son aquellas zonas de cauces de ríos, quebradas y torrenteras, terrenos inestables, con erosión severa, con pendiente muy pronunciada y mayores de 60°. En estas zonas las precipitaciones intensas producen flujos rápidos y torrenteras, con erosión y socavación de suelos e inundaciones frecuentes, con deslizamientos de flujos de lodos, colmatación de material de arrastre en las zonas bajas y de poca pendiente. Incluye áreas inundables por desborde de quebradas o con procesos de socavación fuertes; la amplificación por ondas sísmicas es muy alta .

Sectorización de Peligros Múltiples

De acuerdo a la zonificación de peligros múltiples presentada en el **PLANO N° 13**, se desprende lo siguiente:

- a) **Sectores de Peligro Medio.** Se consideran las áreas ubicadas en el barrio Ankoallo, y hacia la parte baja que va al Estadio, entre la plazuela Ankoallo y el pasaje Bolivar, sector que continua circundando la ciudad hasta la salida a la carretera a Shanao, por el oeste; incluye el Colegio Martín de la Riva y Herrera hasta el sector mirador, reservorio y planta de tratamiento de Agua Potable de EMAPA¹, continuando hacia el barrio Suchiche por el sector comprendido entre el Jr. San Martín y el Jr. 16 de Octubre, donde limita con las laderas de fuerte pendiente. Incluye también parte del barrio Quilloallpa, hacia el Hospital y excluyendo los sectores de zanjas.
- b) **Sectores de Peligro Alto.** Se consideran las áreas ubicadas entre las zonas de peligro “alto +” y de peligro medio, focalizandose parcialmente

¹ EMAPA: Empresa Municipal de Agua Potable, Empresa prestadora de servicios de agua y desagua en la región San Martín

en los barrios Calvario, Quilloallpa, Munichis, Zaragoza, San Juan, Suchiche y la comunidad Kechwa Wayku.

c) Sectores de Peligro “Alto +”. Se consideran las zonas ubicadas entre las de peligro alto y peligro muy alto, adyacentes a las riberas de las zanjas, quebradas y de las zonas de pendiente muy fuerte.

d) Sector de Peligro Muy Alto. Se consideran las áreas de los cauces de zanjas, quebradas y torrenteras, correspondiente al ancho efectivo o de trabajo hidráulico; que incluye las riberas adyacentes a estos cauces, en un ancho de 5 - 20 m; así mismo, las zonas ubicadas en los taludes de pendiente fuerte, contiguos al sector del Mirador (barrio Ankoallo) y del cerro Santa Rosa (barrio Suchiche).

16. Los asentamientos humanos en la ciudad de Lamas se ha establecido en forma desordenada, sin tener en cuenta Normas elementales de Planeamiento Urbano.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Para futuras edificaciones y diseño de estructuras para todas las zonas sin excepción, considerar los efectos de un sismo de grado VIII de intensidad.
2. Las cimentaciones a considerar serán zapatas rectangulares superficiales desplantadas a 1.50 m de profundidad mínima, conectadas con vigas y/o plateas de cimentación en las zonas de suelos de características arcillosas, consideradas como zonas de peligro medio y peligro alto.
3. Los elementos de la cimentación deberán ser diseñados de modo que la presión de contacto o carga estructural del edificio entre el área de cimentación sea inferior o cuando menos igual a la presión de diseño o capacidad admisible.
4. Previamente a las labores de excavación de las zanjas para los cimientos de las construcciones, se deberá realizar la explanación y nivelación, eliminando todos los materiales de relleno, en los lugares que exista, o compactar los mismos, y con los estudios de sitio que correspondan, para garantizar la seguridad y vida útil de las edificaciones.
5. Considerar que en el área de estudio se presentan precipitaciones pluviales de gran intensidad, y existiendo una topografía abrupta, es necesario y urgente solucionar esta problemática mediante **el diseño de sistemas de drenaje adecuados**, para evacuar las aguas pluviales tomando como base la topografía y el área de captación y que permita proteger las laderas existentes.
Es necesario diseñar el sistema de drenaje desde las áreas de menor captación hacia las áreas de mayor captación, (donde se priorizará la inversión), y de ahí derivarlos a las quebradas correspondientes.

6. Priorizar las acciones de limpieza, refacción y/o habilitación de las cunetas y/o alcantarillas existentes en los diferentes sectores de la ciudad.
7. Considerar que en las áreas en las que todavía se manifiestan procesos erosivos y de socavación, se deberán **diseñar obras de protección**, tomando como base la experiencia de las obras ya ejecutadas y que han cumplido con su objetivo y/o que están funcionando (muros de contención, entre otros).

También se deberán considerar para los moradores ubicados en las áreas adyacentes a las zanjas y barrancos, lo siguiente:

- Delimitar los cauces de las zanjas y quebradas.
 - No construir viviendas en los cauces naturales y restringirlas en las riberas, mediante Ordenanza Municipal.
 - Respetar la franja marginal de las quebradas y determinar el ancho de dicha franja en las zanjas existentes.
 - Revisar el estado y seguridad de las viviendas existentes en las riberas y cauces de las zanjas, y en los casos correspondientes proceder a su reubicación.
8. Las zonas de pendientes pronunciadas o taludes se deberán reforestar con especies apropiadas al clima primaveral de la ciudad de Lamas, para evitar la erosión hídrica y deslizamientos de suelos, debiendo también restringirse su uso para la construcción de viviendas, mediante Ordenanza Municipal.
 9. La población y las autoridades locales y regionales deberán tomar medidas para controlar, prevenir y mitigar los desastres causados por fenómenos naturales en todas las zonas, priorizando aquellas consideradas de peligro medio, de peligro alto y de peligro "alto +".
 10. Si bien la tasa de crecimiento poblacional en el área urbana de Lamas es baja (0.95%, tendencia '42 - '93), las condiciones de habitabilidad por el clima primaveral y su cercanía a la ciudad de Tarapoto, y la condición de Capital Folklórica de la Amazonía, obligan a revisar las condiciones de seguridad de la ciudad y de sus viviendas, donde se observan construcciones con materiales de baja calidad y sin el diseño sismo-resistente que le corresponde. Por ellos es urgente la evaluación del estado actual y ubicación de las construcciones e inversiones en la ciudad de Lamas (estudio de vulnerabilidad) y riesgo como insumo para el Plan de Desarrollo Urbano.
 11. Las autoridades locales y regionales deberán promover campañas de difusión sobre los desastres ocurridos, con la finalidad de crear conciencia en la población y reconocer como se comporta la naturaleza e incentivar el conocimiento e investigación de dichos fenómenos, que permita disminuir los riesgos de las inversiones en la reconstrucción de Lamas, garantizando el bienestar social y evitar las pérdidas de vidas humanas.
 12. Protección de manantiales en la ciudad de Lamas, por ser parte de su identidad cultural e historia.

13. Dado el intenso proceso de erosión a la que están sometidas algunas zonas de la ciudad de Lamas y la certeza que este proceso seguirá incrementándose, se recomienda **labores de prevención y control de la erosión hídrica**, de acuerdo a una política de priorización, siendo indispensable un estudio detallado sobre el drenaje pluvial de Lamas.
14. El conjunto de modificaciones violentas del clima de Lamas, tiene que tomarse en cuenta en las labores de prevención de daños, planeamiento y diseño.
15. El proceso de reconstrucción de la ciudad de Lamas, debe guardar armonía con su identidad como ciudad folklórica de la Selva, conservando su tradición haciendo uso de materiales sismo resistente como la quincha mejorada en sus paredes, madera en puertas y ventanas, teja en los techos y ladrillos pasteleros en los pisos.
16. La Municipalidad de Lamas, deberá organizar la asistencia técnica de la Universidad Nacional de San Martín (UNSM), del Colegio de Ingenieros del Perú zonal Tarapoto (CIP), entre otras Instituciones públicas y privadas, mediante convenios de participación multisectorial.
17. Las construcciones públicas, e implementación de futuras viviendas, deberán ser construidas, en la zona de expansión urbana, ubicada en el Barrio Suchiche, en el sector del cerro Santa Rosa y zonas aledañas o contiguas a la carretera a Tarapoto, que de acuerdo al Mapa de Peligros, estas áreas pertenecen a la zona de Peligro Medio.

5.3. PROYECTOS IDENTIFICADOS

1. DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE LAMAS

I. DENOMINACION DEL PROYECTO

PROYECTO : DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE LAMAS

II. UBICACION

REGION : SAN MARTIN
PROVINCIA : LAMAS
LOCALIDAD : LAMAS

III. BENEFICIARIOS

Población de la ciudad de Lamas y de la Comunidad Nativa Kechwa

IV. OBJETIVO

Evacuar las aguas de lluvia, canalizándolas hacia las partes bajas y quebradas existentes, evitando la erosión y colmatación en los cauces.

IV. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Luego de precisar las cuencas y cauces existentes, se trata de dar solución a la presencia de aguas provenientes de las lluvias y chubascos que se presentan en la ciudad, aguas cuya capacidad de infiltración se ve disminuida por el incremento de áreas techadas y por la disminución de huertas y vegetación; Por tal razón, las aguas pluviales se incrementan conforme discurren cota abajo, y al encontrar suelos y cauces desprotegidos, los erosionan y socavan. El crecimiento de la ciudad y la disminución de las huertas también origina el estrangulamiento de los cauces en diferentes sectores, lo que genera un alto riesgo de colapso de las construcciones existentes por socavación e inundación.

Ello obliga a elaborar un PROYECTO DE DRENAJE PLUVIAL para la ciudad, que identifique las cuencas y cauces existentes, a fin de proponer un sistema de evacuación conforme la topografía y que pueda controlarse conforme discurren las aguas y con incremento de la vegetación, evitando la erosión y socavación.

V. COSTO APROXIMADO DEL PROYECTO

Elaboración del Expediente Técnico: S/.25,000.00

VI. PRIORIDAD : ALTA

2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA CIUDAD DE LAMAS

I. DENOMINACION DEL PROYECTO

PROYECTO : LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA CIUDAD DE LAMAS

II. UBICACION

REGION : SAN MARTIN
PROVINCIA : LAMAS
LOCALIDAD : LAMAS

III. BENEFICIARIOS

Población de la ciudad de Lamas y de la Comunidad Nativa Kechwa

IV. OBJETIVO

Obtener el Levantamiento Topográfico de la ciudad de Lamas, considerado como herramienta básica para el desarrollo local.

IV. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Realizar el levantamiento topográfico de la ciudad de Lamas, utilizando el equipo de Estación Total.

V. COSTO APROXIMADO DEL PROYECTO

Levantamiento Topográfico: S/.18,000.00

VI. PRIORIDAD : ALTA

3. PLAN DE DESARROLLO DE LA CIUDAD DE LAMAS

I. DENOMINACION DEL PROYECTO

PROYECTO : PLAN DE DESARROLLO URBANO DE LA
CIUDAD DE LAMAS

II. UBICACION

REGION : SAN MARTIN
PROVINCIA : LAMAS
LOCALIDAD : LAMAS

III. BENEFICIARIOS

Población de la ciudad de Lamas y de la Comunidad Nativa Kechwa

IV. OBJETIVO

Elaborar el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Lamas, que permita orientar el desarrollo urbano local y la planificación del crecimiento de la ciudad.

IV. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Con el levantamiento topográfico de la ciudad de Lamas, complementando el levantamiento catastral iniciado por COFOPRI, y teniendo como base el Mapa de Peligros, el equipo técnico municipal con la asesoría de especialistas deberá formular el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Lamas, incorporando el tema de vulnerabilidad y riesgos frente a desastres.

V. COSTO APROXIMADO DEL PROYECTO

Elaboración del Plan Maestro: S/.50,000.00

VI. PRIORIDAD : ALTA

4. RECONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE LAMAS CON QUINCHA PREFABRICADA

I. DENOMINACION DEL PROYECTO

PROYECTO : RECONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE LAMAS CON QUINCHA PREFABRICADA

II. UBICACION

REGION : SAN MARTIN
PROVINCIA : LAMAS
LOCALIDAD : LAMAS

III. BENEFICIARIOS

Población de la ciudad de Lamas y de la Comunidad Nativa Kechwa

IV. OBJETIVO

Iniciar el proceso de reconstrucción de viviendas sismorresistentes en la ciudad de Lamas, con el sistema de Quincha Prefabricada.

IV. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Luego del terremoto del 25 de setiembre, la ciudad de Lamas y muchas otras de nuestra Selva, han mostrado su alta vulnerabilidad ante los terremotos, básicamente por estar contruidos con tapial o adobe, materiales frágiles ante la presencia de sismos, cuyos registros muestran su recurrencia en esta zona del país.

La quincha mejorada es un sistema sismorresistente y que requiere difundirse tanto por la seguridad que proyecta como por los bajos costos del mismo.

Se plantea la construcción, en una primera etapa, de 50 módulos, financiados por el Ministerio de Vivienda, entidades bancarias u otras organizaciones. En forma previa se ejecutarán dos módulos básicos, uno en la Universidad Nacional de San Martín, que permita aprovechar el nivel técnico y mostrar el proceso constructivo, y otro, en el barrio nativo Wayku.

V. COSTO APROXIMADO DEL PROYECTO

Costo de un módulo de Quincha Prefabricada: S/20,000.00

VI. PRIORIDAD : ALTA

5. REFORZAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DE TAPIAL DE LA COMUNIDAD NATIVA DE LAMAS

I. DENOMINACION DEL PROYECTO

PROYECTO : REFORZAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DE TAPIAL DE LA COMUNIDAD NATIVA DE LAMAS

II. UBICACION

REGION : SAN MARTIN
PROVINCIA : LAMAS
LOCALIDAD : LAMAS

III. BENEFICIARIOS

Población de la Comunidad Nativa Kechwa – Lamista y de la ciudad de Lamas.

IV. OBJETIVO

Protección de las viviendas de la población nativa Kechwa – Lamista, construidas con paredes de tapial (tierra apisonada), techos de madera y cobertura de tejas de arcilla.

IV. DESCRIPCION DEL PROYECTO

La característica principal de las viviendas de la comunidad nativa Kechwa – Lamista, corresponde a paredes de tapial (tierra apisonada), puertas de madera, sin ventanas, techos de madera rolliza y cobertura de tejas de arcilla (las que incrementan su peso con la humedad de las lluvias).

El sismo del 25 de Setiembre puso de manifiesto la fragilidad de las viviendas de tapial, muchas de las cuales mostraban “acumulación de efectos sísmicos” manifestados en paredes agrietadas y desplomadas, algunas de las cuales podrían reforzarse y otras, deberían demolerse.

Se plantea revisar las propuestas de reforzamiento de viviendas de tapial, y ejecutar la o las propuestas que resulten más convenientes.

V. COSTO APROXIMADO DEL PROYECTO

Sin determinar.

VI. PRIORIDAD : ALTA

6. PROTECCIÓN DE MANANTIALES DE LA CIUDAD DE LAMAS

I. DENOMINACION DEL PROYECTO

PROYECTO : PROTECCIÓN DE MANANTIALES DE LA CIUDAD DE LAMAS

II. UBICACION

REGION : SAN MARTIN
PROVINCIA : LAMAS
LOCALIDAD : LAMAS

III. BENEFICIARIOS

Población de la ciudad de Lamas y de la Comunidad Nativa Kechwa

IV. OBJETIVO

Protección de los manantiales de la ciudad de Lamas, como fuente de vida, tradición y cultura.

IV. DESCRIPCION DEL PROYECTO

La ciudad de Lamas se encuentra en una de las partes más altas de su entorno y en la divisoria de aguas del anticlinal Lamas, donde la fuente tradicional de agua corresponde a manantiales que afloran en sus laderas. Actualmente, la fuente principal de agua potable corresponde a un sistema por gravedad, pero cuya captación ve cada vez más disminuido su caudal, debido a la deforestación existente en la parte alta de su cuenca.

A su vez, el crecimiento demográfico y la presión urbana generan el agotamiento del agua subterránea, debido a que los suelos disminuyen su capacidad de infiltración por el incremento de áreas techadas y por la disminución de huertas y vegetación

Esta problemática generalizada, obliga a tomar en cuenta la recuperación de los manantiales, protegiendo las partes altas y zonas de captación de aguas de lluvia (del ámbito urbano), las que por infiltración alimentan a dichos manantiales. Así mismo, se debe promover la protección e intangibilidad de la fuente principal de agua potable de la ciudad.

Por lo tanto, se plantea proteger la floresta todavía existente en algunas áreas libres (huertas), así como revegetar y arborizar las partes altas de la ciudad y los entornos de las laderas y manantiales. Así como, elaborar la Ordenanza de Protección e Intangibilidad de la fuente de agua potable de la ciudad, con la participación de organizaciones e instituciones locales.

V. COSTO APROXIMADO DEL PROYECTO

Sin determinar.

VI. PRIORIDAD : ALTA

BIBLIOGRAFIA

1. ALVA HURTADO J.E., MENESES J.F Y GUZMAN V. (1984). "Distribución de Máximas Intensidades Sísmica Observadas en el Perú". V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna Perú.
2. ALVA HURTADO J.E. (1984). "Dinámica de Suelos". UNI-FIC Sección de Post Grado. Lima – Perú 2002.
3. CANALES RUMICHE, PAUL STEWARD, Ing. TANTAJULCA ROMERO, DENIS WILTER. "Microzonificación de Usos de Suelos de la Ciudad de Huanchaco ante Peligros Naturales: Sismos e inundaciones"
4. CASTILLO ALVA, J. (1993). "Estudio de Peligro Sísmico en el Perú".
5. ESPINOZA A.F., CASAVARDE L.A., MICHAEL J.A., ALVA-HURTADO J. Y VARGAS-NEUMANN J. "CATALOGO SISMICO DEL PERU". IGN, UNI, PUCP - Perú; USA-DIGS; IGN-España.US Geological Survey Madrid, 1985.
6. FUKUMOTO S., ALVA HURTADO J. E., MENESES J.F. Y NISHIMURA T. (1991), " The Mayo 29, 1990, Rioja Eartuqueke", Fourth Internacional Conference on Seismic Zonation, Stanford University, Stanford, California, Vol II, pág. 801-810.
7. INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO (PERU), Geología del Cuadrángulo de Tarapoto.
8. INADUR, Instituto de Desarrollo Urbano (TARAPOTO).
9. JUAREZ BADILLO – RICO RODRÍGUEZ. Mecánica de Suelos – Tomo I.
10. JUAREZ BADILLO – RICO RODRÍGUEZ. Mecánica de Suelos–Tomo II.
11. KUROIWA, H, J. (2002). Reducción de Desastres – Viviendo en Armonía con la Naturaleza.
12. KUROIWA, H, J. (1999). "Prevención de Desastres". Editorial Bruño. Lima – Perú.
13. 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.
14. SILGADO E. (1978), "Histograma de los Sismos más Nobles Ocurridos en el Perú (1513-1974)". Instituto de Geología y Minería. Boletín N° 3. Serie C. Lima, Perú.

ANEXO N° 01

REGISTRO CATALOGO SISMICO

Cuadro C.1 REGISTRO DE SISMICIDAD : Región San Martín										
ORDENADO POR FECHAS										
(4.0° – 9.5°, Latitud Sur ; 73.0° é 79°.0 Longitud Oeste)										
Fuente: Catálogo Sísmico del Perú: Cuadrángulos 6,7,10,11										
N°CS	N°	Fecha	HORA	Lat. S	Long. O	Profundidad		Magnitud		
			(Tiemp. Univ)	(deg.)	(deg.)	(Km.)		m _b	M _s	
39	1	1925-09-12	09 26 0.0	8.00	75.00					
45	2	1926-03-07	20 33 38.0	5.00	76.50	150.0			6.5	PAS
62	3	1928-05-14	22 14 46.0	5.00	78.00				7.3	PAS
63	4	1928-05-15	02 36 4.0	5.00	78.00					
66	5	1928-05-21	17 02 25.0	5.00	78.00					
67	6	1928-05-26	14 03 15.0	5.00	78.00					
69	7	1928-07-18	19 05 0.0	5.50	79.00				7.0	PAS
73	8	1929-05-01	22 03 32.0	5.00	78.50					
74	9	1929-05-25	11 59 38.0	8.50	75.50	150.0			6.3	PAS
84	10	1931-07-11	05 56013	8.50	74.50	120.0				
105	11	1933-10-01	02 40 42.0	7.00	75.25	120.0			6.3	PAS
119	12	1934-10-29	23 25 23.0	5.00	78.00	110.0			6.0	PAS
131	13	1936-05-06	03 38 55.0	8.00	75.00	160.0				
142	14	1937-08-02	03 26 54.0	4.70	73.00	400.0				
155	15	1938-01-16	21 41 47.0	6.00	75.00	100.0			6.0	PAS
177	16	1939-11-26	06 26 18.0	8.50	77.50	130.0			6.8	PAS

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

182	17	1940-01-07	21 34 48.0	6.50	78.00	100.0					
213	18	1942-01-08	15 12 31.0	6.00	78.50	110.0				6.5	PAS
240	19	1942-11-06	13 31 10.0	6.00	77.00	130.0					
243	20	1942-11-11	02 02 36.0	6.50	75.50						
265	21	1943-04-05	03 08 58.0	6.50	76.00	140.0					
294	22	1945-07-12	09 12 8.0	8.50	74.50	150.0					
297	23	1945-08-06	23 02 10.0	6.00	76.50	100.0					
298	24	1945-08-09	03 13 32.0	6.00	76.50						
301	25	1945-08-29	13 38 32.0	4.50	78.50						
303	26	1945-09-29	04 27 46.0	6.00	77.00						
313	27	1946-11-10	17 42 53.0	8.50	77.50						
334	28	1949-08-05	07 49 29.0	6.50	77.00	100.0					
346	29	1950-02-07	21 16 16.0	7.20	74.00	160.0					
347	30	1950-03-14	03 10 2.0	8.00	74.00	150.0				6.8	PAS
354	31	1950-05-31	09 21 45.0	8.00	74.00	150.0					
359	32	1950-06-30	10 54 12.0	6.20	75.30	96.0					
363	33	1950-07-17	08 56 30.0	9.00	78.00						
366	34	1950-08-27	14 26 12.0	8.00	74.50	150.0					
384	35	1951-04-03	04 59 34.0	7.00	74.90	150.0					
408	36	1952-03-31	00 50 40.0	6.00	79.50						
419	37	1952-09-24	17 38 42.0	7.10	74.70						
422	38	1952-11-14	11 40 44.0	6.60	76.90						
433	39	1953-04-17	00 02 50.0	5.20	77.20					6.0	PAS
436	40	1953-06-30	13 23 14.0	8.00	76.50						

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

631	63	1959-04-25	20 23 36.0	8.00	76.00					
632	64	1959-04-26	05 21 38.0	8.50	75.25					
644	65	1959-07-05	15 53 37.0	8.00	74.00	200.0				
653	66	1959-08-15	18 28 57.0	8.00	79.50					
655	68	1960-01-04	15 05 39.0	5.50	77.50					
671	69	1960-01-30	05 07 24.0	5.50	77.50					
672	70	1960-02-08	19 06 16.0	8.50	74.50	200.0				
674	71	1960-02-14	18 20 46.0	6.00	75.50	150.0				
680	72	1960-05-06	18 53 59.0	7.50	74.50	60.0				
696	73	1960-09-13	21 55 34.0	5.00	74.50	119.0				
703	74	1960-10-21	04 18 44.4	7.20	73.80	100.0				
706	75	1960-11-20	10 49 13.4	8.40	77.60	55.0				
716	76	1960-12-23	14 34 37.9	4.80	75.60	82.0				
739	77	1961-03-24	02 13 14.1	8.50	74.70	175.0				
741	78	1961-04-02	11 14 28.1	8.60	75.00	115.0				
762	79	1961-06-27	05 39 57.7	8.50	76.10	33.0	N			
767	80	1961-07-08	05 49 2.0	6.20	77.10	15.0				
774	81	1961-07-30	07 25 46.8	5.40	78.70	42.0				
808	82	1961-11-11	21 46 59.5	8.10	75.00	117.0				
812	83	1961-11-29	20 38 9.2	7.20	76.40	33.0	N			
820	84	1962-01-08	10 44 22.3	4.10	77.40	100.0				
825	85	1962-02-27	00 04 43.5	6.20	77.00	61.0				
827	86	1962-02-28	13 44 42.0	8.90	75.80	33.0				
833	87	1962-04-07	12 24 16.5	8.20	75.00	140.0				

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

839	88	1962-04-07	02 10 2.2	6.30	79.90	25.0					
853	89	1962-07-10	19 21 39.6	6.50	75.20	46.0					
861	90	1962-07-28	02 36 26.0	4.10	79.70	110.0					
863	91	1962-08-17	07 26 33.4	4.70	79.40	96.0					
865	92	1962-08-29	12 23 20.8	8.00	73.60	165.0					
896	93	1963-01-05	11 05 8.2	7.40	73.40	178.0					
901	94	1963-01-17	19 30 59.9	8.30	75.10	124.0					
904	95	1963-02-03	11 18 9.3	9.10	77.10	33.0					
919	96	1963-04-03	01 35 59.3	4.80	78.40	33.0					
922	97	1963-04-13	02 20 57.9	6.30	76.70	125.0	6.1		6.9	PAS	
927	98	1963-05-10	13 05 22.5	8.00	74.40	143.0	4.4				
939	99	1963-06-18	15 39 55.4	5.30	78.50	33.0	4.4				
940	100	1963-06-20	10 23 18.4	7.60	74.70	133.0	3.9				
947	101	1963-06-30	12 43 56.5	8.80	77.90	94.0	4.2				
946	102	1963-06-31	11 09 49.8	7.30	75.20	43.0	4.3				
986	103	1963-10-06	12 10 47.8	9.00	75.00	82.0	4.1				
997	104	1963-10-30	01 17 31.1	4.80	77.90	20.0	5.3				
998	105	1963-10-31	23 19 15.3	4.90	77.70	60.0	4.5				
1001	106	1963-11-03	04 24 48.4	4.30	78.30	146.0	4.2				
1006	107	1963-11-06	01 28 46.6	4.20	77.70	170.0	4.1				
1016	108	1963-11-15	00 18 52.4	4.70	76.80	152.0	4.3				
1031	109	1963-12-18	01 42 13.5	7.40	76.00	33.0	4.0				
1041	110	1964-01-03	13 27 44.5	5.00	77.30	33.0	4.2				
1043	111	1964-01-05	18 33 54.7	8.00	74.50	150.0	5.2				

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

1062	112	1964-02-15	04 46 5.0	7.60	75.70	33.0		4.1			
1063	113	1964-02-16	10 03 37.7	7.60	75.90	31.0		4.5			
1065	114	1964-02-18	10 33.23.0	8.30	78.00	33.0		4.1	ISC		
1070	115	1964-02-21	21 52 12.4	7.70	79.50	36.0		4.3			
1079	116	1964-03-14	02 14 2.0	7.80	75.40	33.0		4.2			
1084	117	1964-03-22	07 05 39.7	5.50	77.10	147.0		5.1			
1087	118	1964-03-24	06 36 19.5	5.20	78.60	33.0		4.0			
1089	119	1964-03-25	12 44 59.4	7.50	74.30	156.0		3.8			
1090	120	1964-03-26	05 25 2.8	5.10	78.60	100.0		4.8			
1113	121	1964-05-17	07 52 58.7	7.90	74.30	152.0		3.9			
1124	122	1964-06-03	07 49 30.8	5.20	78.60	33.0		4.2			
1129	123	1964-06-09	15 31 29.6	4.77	77.90	40.0		4.4	ISC		
1152	124	1964-08-04	13 06 22.2	5.10	78.60	33.0		4.1			
1158	125	1964-08-18	00 26 51.8	7.20	74.40	156.0		5.3			
1159	126	1964-08-19	14 00 37.8	6.90	75.50	14.0		4.4			
1167	127	1964-09-21	13 27 32.9	7.20	74.30	150.0		4.6			
1168	128	1964-09-29	18 46 15.3	8.60	74.50	170.0		4.1			
1174	129	1964-10-07	17 02 34.4	6.30	78.60	23.0		3.7			
1183	130	1964-11-02	06 50 58.2	4.10	76.90	91.0		6.0			
1189	131	1964-11-20	10 30 36.0	5.00	77.80	292.0		3.7			
1191	132	1946-11-21	17 24 24.1	4.80	76.60	107.0		4.4			
1196	133	1964-1129	17 08 25.7	4.80	79.30	81.0		4.6			
1197	134	1964-12-01	02 33 19.6	7.00	75.50	254.0		3.6			
1202	135	1964-12-07	15 55 56.8	6.40	76.20	177.0		4.7			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

1205	136	1964-12-15	16 20 11.0	7.20	76.90	33.0		4.8			
1226	137	1965-01-23	14 48 28.0	8.30	75.10	33.0		4.2			
1236	138	1965-02-13	10 05 24.3	5.90	77.60	69.0		4.5	ISC		
1239	139	1965-02-19	23 01 50.0	7.52	74.68	138.0		4.4	ISC		
1240	140	1965-02-20	18 00 14.0	4.40	79.10	266.0		3.9			
1242	141	1965-03-05	07 18 30.6	4.02	79.40	231.0		3.8	ISC		
1247	142	1965-03-12	22 54 44.7	5.80	77.80	52.0		4.9			
1256	143	1965-04-04	20 09 41.1	8.80	74.50	143.0		5.3			
1260	144	1965-04-15	02 00 10.4	5.72	75.60	33.0		4.4	ISC		
1261	145	1965-04-22	22 14 4.1	6.02	78.68	118.0		4.6	ISC		
1285	146	1965-06-08	05 46 49.6	4.01	78.20	33.0		4.2	ISC		
1298	147	1965-07-02	02 28 13.0	7.60	76.90	21.0		4.4			
1297	148	1965-07-02	01 09 47.6	7.70	76.80	46.0		4.4			
1332	149	1965-08-22	12 24 22.5	7.80	74.50	141.0		4.7			
1335	150	1965-09-06	16 25 53.5	9.30	75.90	31.0		4.4			
1347	151	1965-09-20	18 10 40.3	6.30	75.00	139.0		5.1			
1357	152	1965-10-08	22 28 48.6	8.30	76.00	141.0		5.2			
1359	153	1965-10-10	19 35 0.1	7.70	74.60	140.0		4.3			
1380	154	1965-11-26	00 25 49.2	4.70	77.20	120.0		4.4			
1381	155	1965-11-29	17 07 2.0	6.00	78.60	37.0		5.5			
1388	156	1965-12-03	09 55 49.7	4.50	79.90	89.0		4.5			
1409	157	1966-01-01	19 51 56.1	7.80	74.70	165.0		4.6			
1451	158	1966-03-23	06 10 11.6	6.50	79.30	33.0		3.9			
1452	159	1966-03-23	21 57 9.8	7.20	74.70	140.0		5.1			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

1469	160	1966-05-01	08 04 26.1	6.90	77.00	48.0		4.5			
1475	161	1966-05-07	06 48 40.7	5.20	76.20	101.0		4.3			
1477	162	1966-05-11	00 01 32.2	7.10	74.50	152.0		4.0			
1515	163	1965-06-21	12 51 23.0	4.30	77.00	104.0		4.5			
1518	164	1966-06-30	10 49 52.4	6.80	76.80	21.0		4.8			
1536	165	1966-08-06	14 38 43.7	7.40	74.70	156.0		5.1			
1544	166	1966-08-21	09 39 19.8	4.10	79.10	120.0		4.1			
1547	167	1966-08-24	15 41 1.4	7.70	74.30	142.0		4.2			
1558	168	1966-09-06	21 04 32.5	4.90	76.80	123.0		4.3			
1559	169	1966-09-07	10 20 46.1	9.30	74.60	105.0		4.5			
1564	170	1966-09-10	20 08 59.1	5.10	78.60	48.0		4.3			
1566	171	1966-09-17	12 55 23.4	5.00	77.40	87.0		4.3			
1584	172	1966-10-16	15 18 22.0	9.30	75.90	134.0		4.0			
1620	173	1966-11-04	08 55 50.8	4.40	77.80	57.0		4.6			
1621	174	1966-11-04	09 15 1.0	4.40	77.80	86.0		4.5			
1623	175	1966-11-07	20 31 30.2	7.70	75.90	115.0		5.0			
1655	176	1966-12-23	18 59 5.1	7.40	74.70	139.0		5.2			
1666	177	1967-01-29	18 27 44.1	4.63	77.84	74.0		4.2			
1675	178	1967-02-13	10 25 44.0	5.18	75.41	39.0		5.3			
1691	179	1967-03-24	15 38 48.3	6.72	74.98	138.0		4.8			
1698	180	1967-04-02	01 35 34.9	8.63	75.87	28.0		4.6			
1705	181	1967-04-13	05 30 4.0	6.16	76.52	41.0		4.8			
1709	182	1967-04-22	19 29 33.3	5.76	79.82	33.0	N	4.3			
1713	183	1967-04-30	08 39 7.8	8.49	74.87	163.0	D	4.9			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

1719	184	1967-05-12	02 21 41.2	7.15	73.11	58.0		4.3			
1762	185	1967-07-14	10 08 45.5	6.40	77.40	146.0		4.6			
1778	186	1967-08-01	16 49 57.6	8.50	75.00	118.0		4.4			
1781	187	1967-08-05	14 46 32.9	8.20	75.10	132.0		4.3			
1780	188	1967-08-05	08 26 17.7	8.10	74.90	33.0		4.5	ISC		
1801	189	1967-09-04	16 06 8.7	9.20	77.30	33.0		4.8			
1806	190	1967-09-20	09 33 54.1	8.00	74.50	145.0		5.1			
1822	191	1967-10-20	04 39 12.0	5.10	75.20	116.0		4.0	ISC		
1852	192	1967-12-11	14 16 7.1	5.50	77.70	118.0		4.7			
1853	193	1967-12-11	21 57 1.9	9.10	75.10	33.0		4.5	ISC		
1860	194	1967-12-23	22 .57 43.7	6.60	78.50	43.0		4.5			
1863	195	1967-12-29	23 57 48.5	7.90	74.40	135.0		4.3			
1870	196	1968-01-08	23 43 20.4	8.89	74.62	33.0		4.4	ISC		
1872	197	1968-01-13	04 03 43.3	8.24	75.20	33.0		4.3	ISC		
1891	198	1968-03-08	08 23 0.0	4.20	77.90	106.0		4.2			
1902	199	1968-04-07	23 49 4.5	5.00	78.00	68.0		4.9			
1906	200	1968-04-17	06 54 19.6	5.60	77.10	36.0		4.9			
1924	201	1968-05-27	04 15 37.0	8.10	76.90	103.0		4.2	ISC		
1927	202	1968-06-05	13 53 51.0	7.90	74.42	157.0		4.4			
1931	203	1968-06-19	17 33 8.0	6.41	76.54	112.0		4.2			
1953	204	1968-06-19	14 40 29.0	6.80	78.80	155.0		3.9	ISC		
1937	205	1968-06-19	09 01 24.0	4.60	78.70	128.0		4.3	ISC		
1941	206	1968-06-19	09 11 21.0	4.10	77.40	278.0		4.4	ISC		
1951	207	1968-06-19	12 46 13.0	5.62	77.31	33.0	N	4.7			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

1940	208	1968-06-19	09 05 48.9	5.37	77.26	26.0		5.3	ISC		
1956	209	1968-06-19	17 07 44.5	5.52	77.25	33.0	N	5.0			
1938	210	1968-06-19	09 01 59.0	5.90	77.20	147.0		4.3	ISC		
1957	211	1968-06-19	18 54 51.0	6.60	77.20	220.0		3.9	ISC		
1959	212	1968-06-19	23 38 58.5	5.70	77.18	33.0	N	5.1		4.4	H
1954	213	1968-06-19	16 54 30.0	5.64	77.17	33.0	N	4.8			
1946	214	1968-06-19	10 18 46.3	5.57	77.16	33.0	N	4.9			
1934	215	1968-06-19	08 13 35.0	5.56	77.15	28.0		6.4		6.9	H
1945	216	1968-06-19	09 35 20.3	5.14	77.13	33.0		4.0	ISC		
1935	217	1968-06-19	08 36 26.7	5.30	77.13	33.0		4.7	ISC		
1949	218	1968-06-19	11 00 6.0	5.30	77.12	33.0		4.5	ISC		
1944	219	1968-06-19	09 28 1.0	5.70	77.12	38.0		4.7			
1958	220	1968-06-19	21 19 11.2	5.66	77.10	33.0		4.5	ISC		
1948	221	1968-06-19	10 57 25.0	5.53	77.09	33.0		4.7			
1950	222	1968-06-19	12 42 17.0	5.62	77.09	23.0		4.4			
1955	223	1968-06-19	17 06 10.0	5.70	77.07	33.0	N	4.5			
1952	224	1968-06-19	14 20 17.0	5.59	77.04	33.0	N	4.3			
1942	225	1968-06-19	09 17 20.9	5.75	77.00	91.0		4.6	ISC		
1943	226	1968-06-19	09 27 11.0	5.56	76.95	255.0		4.3			
1939	227	1968-06-19	09 24 59.0	5.40	76.86	33.0	N	4.3	ISC		
1963	228	1968-06-20	02 38 38.4	5.59	77.33	33.0	N	5.8		5.7	H
1965	229	1968-06-20	08 11 10.5	5.76	77.33	33.0	N	5.3			
1960	230	1968-06-20	00 11 10.5	5.53	77.32	33.0	N	4.4			
1964	231	1968-06-20	05 4 45.0	5.47	77.25	33.0	N	4.3			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

1966	232	1968-06-20	15 51 56.5	5.72	77.25	33.0	N	4.7		4.7	H
1961	233	1968-06-20	00 28 14.0	5.41	77.03	33.0	N	4.3			
1962	234	1968-06-20	00 47 48.0	5.51	76.97	33.0	N	4.4			
1970	235	1968-06-21	07 24 17.0	5.45	77.31	25.0		4.8			
1968	236	1968-06-21	00 26 7.8	5.72	77.28	22.0		5.6			
1971	237	1968-06-21	07 31 17.3	5.49	77.23	33.0	N	4.9			
1972	238	1968-06-21	12 28 54.0	5.49	77.19	15.0	G	4.4			
1969	239	1968-06-21	02 19 59.0	5.5	77.06	33.0		4.3			
1973	240	1968-06-21	12 51 41.0	5.46	76.95	33.0	N	4.1			
1980	241	1968-06-22	20 16 55.0	5.60	77.25	33.0	N	4.4			
1979	242	1968-06-22	18 34 7.0	5.50	77.11	33.0		4.5			
1974	243	1968-06-22	04 02 19.5	5.74	77.07	25.0	D	4.6			
1977	244	1968-06-22	09 16 50.0	5.51	77.03	34.0		4.6			
1978	245	1968-06-22	11 59 13.0	5.62	77.03	33.0	N	4.3			
1975	246	1968-06-22	04 24 45.0	5.58	76.99	33.0	N	4.6			
1982	247	1968-06-23	19 09 48.0	5.64	77.33	33.0	N	4.2			
1983	248	1968-06-23	19 18 29.0	7.10	76.70	33.0		4.3	ISC		
1984	249	1968-06-24	02 59 34.0	5.76	77.34	33.0	N	4.4			
1986	250	1968-06-24	14 03 48.0	5.76	77.14	53.0	D	4.7			
1985	251	1968-06-24	10 58 59.0	5.53	77.10	23.0		4.2			
1988	252	1968-06-25	10 03 51.0	5.50	77.26	33.0	N	4.2			
1987	253	1968-06-25	03 03 4.0	6.20	76.50	224.0		3.7	ISC		
1991	254	1968-06-26	06 33 49.0	5.76	77.56	33.0	N	4.3			
1995	255	1968-06-26	20 51 9.6	5.58	77.29	33.0	N	4.4			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

1989	256	1968-06-26	04 53 45.3	5.69	77.20	27.0		4.9			
1990	257	1968-06-26	05 17 33.2	6.40	77.20	194.0		3.8	ISC		
1994	258	1968-06-26	16 34 12.7	5.58	77.17	34.0		5.0			
1992	259	1968-06-26	06 46 41.0	6.20	76.70	153.0		4.1	ISC		
1998	260	1968-06-27	20 27 4.0	5.96	77.80	114.0		4.3	ISC		
1996	261	1968-06-27	07 10 35.0	5.57	77.07	37.0		4.4			
1997	262	1968-06-27	09 35 4.0	5.76	76.60	67.0		4.0	ISC		
1999	263	1968-06-27	11 47 45.0	7.54	74.25	102.0		4.5			
2001	264	1968-06-29	18 43 26.0	5.55	77.05	33.0	N	4.5			
2002	265	1968-06-30	02 09 47.0	5.36	77.15	24.0		4.1			
2003	266	1968-07-01	11 08 23.0	5.68	77.14	52.0		4.8			
2005	267	1968-07-03	15 24 54.0	5.53	77.14	33.0	N	4.2			
2006	268	1968-07-05	06 45 42.0	5.49	76.87	33.0	N	4.4			
2008	269	1968-07-07	23 48 8.2	5.76	77.06	27.0		5.5		5.2	H
2007	270	1968-07-07	12 35 50.0	5.42	77.29	34.0		4.4			
2010	271	1968-07-08	08 45 47.0	5.69	76.87	33.0	N	4.8			
2012	272	1968-07-14	10 01 11.0	5.43	77.29	33.0	N	4.5			
2013	273	1968-07-14	15 19 59.0	5.44	76.89	33.0	N	4.2			
2014	274	1968-07-16	12 30 57.0	5.69	77.19	33.0	N	4.6			
2015	275	1968-07-16	13 18 43.2	5.68	77.16	27.0	D	5.0			
2016	276	1968-07-16	14 01 51.0	5.69	77.02	33.0	N	4.5			
2017	277	1968-07-23	07 14 48.3	5.68	77.02	116.0		4.0			
2021	278	1968-07-27	22 06 9.0	5.50	76.63	139.0		4.2			
2022	279	1968-07-28	18 36 10.3	5.61	76.95	46.0		5.0			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

2023	280	1968-08-02	10 09 30.9	5.75	77.43	76.0		4.3			
2028	281	1968-08-18	06 38 25.8	6.75	78.41	156.0		3.9			
2033	282	1968-08-22	02 47 34.6	6.31	76.75	185.0		3.7			
2034	283	1968-08-24	06 40 49.4	5.74	76.93	102.0		4.4			
2036	284	1968-08-25	01 39 16.7	6.34	77.11	191.0		3.8			
2037	285	1968-08-27	11 19 14.6	5.81	77.35	26.0		4.9		4.3	H
2041	286	1968-09-02	23 01 53.4	5.95	77.41	104.0		4.3			
2043	287	1968-09-07	17 41 56.8	5.53	76.87	63.0		5.0			
2046	288	1968-09-09	00 37 43.2	8.73	74.52	120.0		6.0			
2052	289	1968-09-11	00 56 29.2	5.88	76.47	282.0		3.7			
2057	290	1968-09-18	04 23 40.3	9.27	75.72	41.0		4.3			
2077	291	1968-11-07	02 44 30.1	5.90	77.15	42.0		4.3			
2083	292	1968-11-19	07 18 56.2	5.36	77.31	20.0	G	4.7			
2087	293	1968-11-29	09 31 5.1	5.70	76.92	110.0		4.1			
2093	294	1968-12-04	11 33 22.0	7.34	74.45	112.0		4.2			
2098	295	1968-12-10	00 58 59.4	5.76	77.44	85.0		4.4			
2109	296	1969-01-01	08 04 34.0	5.95	77.07	97.0		4.3			
2110	297	1969-01-04	05 38 6.7	6.05	77.71	34.0		4.2			
2116	298	1969-01-15	08 19 58.2	6.28	78.35	164.0		4.1			
2123	299	1969-02-03	21 37 33.5	5.74	77.09	40.0		4.9			
2126	300	1969-02-06	14 36 41.2	5.84	78.38	33.0	N	4.2			
2129	301	1969-02-21	00 52 8.6	8.93	75.39	135.0		4.4			
2132	302	1969-02-23	16 59 13.1	6.70	74.48	33.0		4.5	ISC		
2136	303	1969-03-04	00 11 39.0	6.32	76.73	203.0		4.5			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

2139	304	1969-03-05	23 18 59.6	6.57	76.20	33.0		4.6			
2140	305	1969-03-08	13 37 5.6	5.53	77.06	44.0		4.6			
2145	306	1969-03-17	16 31 42.0	8.39	75.18	33.0	N	4.4			
2146	307	1969-03-21	23 34 41.5	5.64	77.16	51.0		4.7			
2157	308	1969-04-10	21 32 22.2	4.89	78.08	110.0					
2160	309	1969-04-19	09 21 46.4	5.32	77.17	26.0		5.0			
2164	310	1969-05-03	04 09 30.6	5.58	77.23	21.0		4.3			
2170	311	1969-05-18	20 01 34.0	5.49	77.00	61.0		4.3			
2171	312	1969-05-19	01 41 30.4	5.18	76.47	33.0	N	3.9			
2173	313	1969-05-21	00 40 27.4	8.56	77.18	78.0		4.2			
2199	314	1969-07-05	04 55 33.7	5.64	77.16	37.0		5.2		5.1	H
2202	315	1969-07-11	13 51 25.7	4.17	76.55	122.0	D	4.6			
2217	316	1969-08-02	13 50 0.0	8.45	77.31	33.0	N	4.7			
2229	317	1969-08-22	12 59 47.3	8.51	77.00	28.0		4.5			
2238	318	1969-09-08	12 43 40.0	6.07	77.54	125.0		4.1			
2287	319	1969-12-10	09 46 47.6	7.36	74.83	164.0		4.3			
2300	320	1970-01-03	02 08 13.2	6.30	77.78	130.0		4.3			
2309	321	1970-01-26	09 15 6.7	7.75	74.46	155.0	G	4.5			
2310	322	1970-01-30	05 41 52.3	4.16	76.82	125.0	G	4.5			
2311	323	1970-02-01	12 29 42.4	7.16	76.90	33.0		4.4	ISC		
2314	324	1970-02-09	02 16 24.2	5.36	76.52	80.0		4.7			
2343	325	1970-04-16	10 26 58.9	5.62	77.09	43.0		4.8			
2349	326	1970-05-14	07 00 19.0	4.49	78.90	61.0		4.2	ISC		
2354	327	1970-05-27	09 52 33.6	6.15	76.47	51.0		4.6			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

2370	328	1970-06-01	06 05 43.0	9.24	77.59	34.0		5.2	ISC		
2371	329	1970-06-01	06 11 56.7	8.79	77.24	45.0		4.7			
2387	330	1970-06-04	02 28 45.3	8.78	75.39	70.0		4.5	ISC		
2395	331	1970-06-05	10 13 2.7	5.65	77.79	43.0		5.1			
2399	332	1970-06-07	18 58 21.8	8.27	77.15	48.0		4.7			
2413	333	1970-06-24	01 43 40.1	8.68	74.91	123.0		4.5			
2424	334	1970-07-07	06 03 45.6	7.72	74.31	160.0	G	4.8			
2425	335	1970-08-18	04 34 18.4	7.35	76.55	145.0	G	4.4			
2447	336	1970-08-27	08 22 52.7	4.03	76.58	135.0		4.9	ISC		
2458	337	1970-10-04	20 20 4.5	8.92	75.60	37.0		4.1			
2461	338	1970-10-09	06 51 31.0	7.50	76.70	65.0		4.3	ISC		
2479	339	1970-11-16	12 22 21.5	8.60	74.94	139.0	D	4.9			
2511	340	1970-12-12	05 37 47.8	5.92	74.99	29.0		4.8			
2571	341	1971-01-27	23 22 54.9	4.30	75.23	24.0		4.8			
2576	342	1971-02-10	08 13 18.8	4.84	78.54	108.0		4.4			
2580	343	1971-03-16	00 25 3.0	8.46	77.81	34.0		4.8			
2592	344	1971-04-24	03 34 32.2	6.03	77.22	69.0		4.3			
2593	345	1971-04-26	14 26 30.5	7.19	74.88	75.0		4.6			
2595	346	1971-05-04	22 50 54.2	7.35	79.17	153.6					
2596	347	1971-05-04	17 28 10.9	8.27	77.84	34.0		4.9			
2608	348	1971-05-22	14 50 1.2	7.24	76.1	71.0		4.4			
2610	349	1971-05-23	22 29 18.1	7.61	74.50	153.0	D	4.4			
2625	350	1971-06-24	05 07 12.6	7.34	73.64	33.0	A				
2639	351	1971-08-10	22 44 9.7	7.91	75.10	115.0		4.41			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

2651	352	1971-09-09	01 37 23.1	7.35	74.60	150.0	D	5.1			
2652	353	1971-09-12	00 46 13.2	7.21	79.98	64.0		4.7			
2690	354	1971-11-29	01 01 41.2	6.95	75.79	20.0		4.3			
2714	355	1972-02-12	22 42 21.6	4.20	76.94	132.0		4.4			
2726	356	1972-03-20	13 33 3.6	6.70	77.99	0.0	A				
2728	357	1972-03-20	19 09 49.1	6.94	77.94	0.0	A				
2727	358	1972-03-20	16 50 27.1	6.81	76.85	33.0	N	5.4		4.3	H
2724	359	1972-03-20	07 33 49.6	6.77	76.79	64.0	D	6.1		6.9	PAS
2725	360	1972-03-20	07 51 4.8	6.64	76.77	50.0	G	5.4			
2731	361	1972-03-22	04 49 43.5	6.86	76.63	39.0		4.1			
2732	362	1972-03-24	03 01 4.3	7.01	76.75	87.5					
2735	363	1972-04-01	09 12 52.5	7.01	76.47	49.5					
2738	364	1972-04-04	07 00 4.9	6.95	76.58	104.3	A				
2739	365	1972-04-04	14 37 30.8	7.16	73.90	0.0	A				
2745	366	1972-04-06	18 48 36.1	6.87	76.64	60.0					
2782	367	1972-05-25	21 59 18.4	7.22	76.38	207.1					
2786	368	1972-06-01	00 54 21.8	6.61	76.51	15.0					
2788	369	1972-06-02	18 32 51.7	6.75	77.16	52.2					
2805	370	1972-06-21	08 25 16.6	7.82	74.44	153.0	D				
2806	371	1972-06-24	06 35 39.3	4.45	78.22	0.0	A				
2807	372	1972-06-25	12 18 58.9	5.01	79.92	68.0					
2823	373	1972-07-12	02 32 25.4	7.67	74.10	0.0	A				
2853	374	1972-08-18	12 42 8.5	7.07	74.29	0.0	A				
2856	375	1972-08-20	16 39 32.3	7.56	74.67	147.0	D				

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

2860	376	1972-08-26	12 30 26.9	7.73	78.98	0.0	A				
2872	377	1972-09-17	18 42 52.8	7.83	75.54	219.7					
2882	378	1972-09-29	01 20 44.7	8.47	74.99	140.0	D				
2891	379	1972-10-10	09 26 5.1	6.71	74.77	138.0	D				
2894	380	1972-10-14	06 13 16.4	7.69	74.03	0.0	A				
2904	381	1972-10-29	04 55 11.6	5.55	76.48	52.5					
2908	382	1972-11-04	12 58 10.1	7.56	73.17	0.0	A				
2912	383	1972-11-11	17 26 19.2	7.65	78.36	0.0	A				
2920	384	1972-12-02	11 34 57.7	5.13	76.05	54.2					
2930	385	1972-12-17	02 29 55.7	8.80	75.48	0.0	A				
2932	386	1972-12-19	02 43 41.0	4.83	77.10	191.0					
2940	387	1972-12-26	17 51 15.5	6.70	73.44	0.0	A				
2947	388	1973-01-21	18 12 29.9	7.95	74.39	147.0	D	5.1			
2951	389	1973-01-30	17 36 20.7	5.55	77.08	48.0		4.6			
2954	390	1973-02-06	04 09 6.0	5.18	78.42	92.0		4.8			
2955	391	1973-02-07	06 10 21.8	7.42	74.81	140.0	D	5.3			
2961	392	1973-02-28	13 36 39.6	9.15	77.57	33.0	N	4.8			
2965	393	1973-03-01	20 44 25.6	5.63	78.72	0.0	A				
2982	394	1973-03-18	18 09 8.9	8.84	74.60	231.3					
2988	395	1973-03-28	16 48 21.2	7.22	76.51	157.0		4.2			
3006	396	1973-04-23	00 00 33.3	6.82	73.89	0.0	A				
3038	397	1973-06-09	13 24 9.2	4.67	77.22	109.0	D	4.6			
3057	398	1973-07-10	23 39 16.4	8.73	77.29	27.2		4.5			
3058	399	1973-07-13	19 06 58.3	6.78	76.32	96.9		4.4			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

3071	400	1973-07-28	06 10 30.7	5.01	73.94	59.9					
3086	401	1973-08-07	05 56 24.8	5.68	77.10	58.0		4.7			
3085	402	1973-08-07	02 52 35.5	7.23	76.36	0.0	A				
3094	403	1973-08-27	05 24 8.7	8.27	76.91	0.0	A				
3101	404	1973-09-10	03 32 8.9	7.80	73.84	0.0	A				
3104	405	1973-09-16	04 34 8.6	5.43	76.81	0.0					
3105	406	1973-09-18	12 58 25.2	7.03	76.14	133.0	D	5.8			
3106	407	1973-09-20	00 00 22.5	4.17	78.24	177.9					
3115	408	1973-10-09	04 36 49.9	4.14	76.24	136.0		4.5			
3141	409	1973-11-08	05 24 15.0	7.29	74.61	179.9		4.5			
3145	410	1973-11-11	01 53 12.4	5.93	75.16	139.0	D	4.8			
3156	411	1973-11-26	03 24 42.2	6.64	75.17	49.0		4.7			
3157	412	1973-11-26	10 05 24.8	8.96	75.05	0.0	A				
3158	413	1973-11-29	05 29 35.0	5.61	76.06	0.0	A				
3174	414	1974-01-12	06 00 11.2	6.11	76.65	260.8					
3179	415	1974-01-14	17 35 17.0	8.56	77.74	33.0		5.2		4.5	H
3178	416	1974-01-14	15 52 47.3	8.57	77.55	4.0		5.2		4.5	H
3184	417	1974-01-21	02 34 44.4	4.25	77.78	129.0		4.4			
3201	418	1974-02-08	06 22 11.5	8.32	77.18	81.0		4.6			
3202	419	1974-02-09	02 02 28.2	8.96	75.06	162.0		4.5			
3207	420	1974-02-12	08 33 15.3	5.78	74.49	22.0	D	4.6			
3211	421	1974-03-05	00 55 45.0	6.46	77.71	235.0		4.0			
3222	422	1974-03-21	19 28 24.1	4.53	73.40	48.0		4.8			
3229	423	1974-04-01	15 34 12.4	4.91	77.70	76.0		4.6			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

3234	424	1974-04-11	09 59 44.1	8.38	77.77	0.0	A	4.7			
3239	425	1974-04-18	03 28 44.0	5.64	77.04	28.0	D	4.6			
3251	426	1974-05-13	03 28 44.0	5.60	78.87	33.0	A				
3263	427	1974-05-29	23 51 44.3	9.21	75.09	104.0		4.6			
3268	428	1974-06-07	04 04 13.9	8.82	75.82	25.0		4.9			
3277	429	1974-06-19	23 25 45.3	8.73	76.15	32.0		4.4			
3290	430	1974-07-05	19 36 43.0	7.39	77.28	294.4		3.9			
3305	431	1974-07-29	21 47 58.8	4.16	75.63	160.3		4.3			
3310	432	1974-08-11	17 05 30.3	6.56	77.43	128.1		4.1			
3328	433	1974-09-16	02 47 15.1	7.79	74.44	163.2					
3394	434	1974-10-18	04 09 40.4	4.04	77.64	127.0		4.3			
3418	435	1974-11-11	11 43 53.7	7.33	76.72	74.0		4.7			
3421	436	1974-11-15	02 50 22.9	5.73	79.96	33.0	A				
3434	437	1974-12-05	11 57 31.3	7.69	74.45	162.0	D	6.0			
3436	438	1974-12-06	06 52 49.4	7.84	74.82	167.0		4.4			
3437	439	1974-12-07	11 35 21.5	8.03	76.21	0.0	A				
3441	440	1974-12-09	20 57 11.1	6.80	74.60	0.0	A				
3446	441	1974-12-18	20 31 27.8	4.53	77.66	0.0	A				
3464	442	1975-01-22	15 07 31.5	7.75	74.47	153.0	D	4.6			
3467	443	1975-02-01	12 50 44.5	5.94	79.53	33.0	N	4.7			
3477	444	1975-02-22	11 39 34.1	8.50	75.23	97.0		4.4			
3484	445	1975-03-18	17 21 23.4	4.32	77.01	98.0	D	6.2		6.5	PAS
3491	446	1975-04-01	08 14 43.4	7.88	74.51	0.0	A				
3516	447	1975-05-18	11 15 44.2	6.60	76.94	0.0	A	4.3			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

3522	448	1975-06-03	20 18 2.0	6.17	75.15	33.0	D	5.0		5.2	S
3529	449	1975-06-11	16 37 36.8	5.97	73.36	0.0	A	4.6			
3537	450	1975-06-29	03 32 7.2	6.94	77.42	0.0	A				
3547	451	1975-07-31	10 42 31.9	5.22	78.83	92.8					
3559	452	1975-08-16	00 53 53.7	5.38	76.08	123.0	D	5.7			
3562	453	1975-08-24	15 30 8.7	5.49	77.22	33.0	N	5.1		4.3	Z
3594	454	1975-11-15	06 33 23.5	7.29	75.64	32.5					
3598	455	1975-11-29	06 26 56.2	5.12	77.57	33.0		4.8			
3601	456	1975-12-08	01 50 19.1	5.51	77.30	78.0		5.0			
3647	457	1976-04-18	10 52 43.6	8.39	75.01	135.0	D	4.7			
3653	458	1976-05-07	05 10 49.3	8.62	74.72	133.0		5.3			
3667	459	1976-05-23	22 21 2.1	6.96	74.07	33.0	N	4.7			
3692	460	1976-07-08	12 46 16.9	4.75	79.72	80.0		4.6			
3695	461	1976-07-13	09 21 45.9	7.44	73.93	33.0	A	4.9			
3717	462	1976-09-02	02 34 29.3	4.24	79.70	33.0	A				
3720	463	1976-09-14	04 38 24.0	5.37	77.21	29.0					
3726	464	1976-09-24	06 49 10.4	6.92	75.84	33.0	A				
3764	465	1976-12-20	16 56 41.5	6.85	77.18	68.2		5.0	GS		
3780	466	1977-02-01	14 37 56.8	8.88	74.54	156.0		4.9			
3789	467	1977-02-24	07 11 50.8	8.55	74.52	138.0		4.9			
3790	468	1977-03-01	01 02 25.6	8.75	74.75	141.0		4.6			
3814	469	1977-03-30	18 53 36.8	5.24	78.52	21.0	D	5.0			
3825	470	1977-05-01	00 09 6.2	6.11	77.13	123.0	D	4.9			
3827	471	1977-05-03	22 43 37.0	5.93	75.59	133.0		4.7			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

3838	472	1977-05-09	17 57 39.8	8.38	77.43	34.0		4.8			
3844	473	1977-05-13	13 35 16.9	5.75	77.09	49.0		5.0			
3872	474	1977-06-13	01 02 1.8	5.62	77.41	33.0	N	4.7			
3881	475	1977-07-10	03 06 52.2	9.23	75.76	31.0		4.9			
3883	476	1977-07-19	00 48 32.2	8.91	76.93	123.0		4.7			
3884	477	1977-07-20	16 45 0.8	7.36	74.00	33.0	A				
3886	478	1977-07-24	23 25 36.4	5.58	77.39	33.0	N	4.8			
3890	479	1977-07-30	05 22 19.2	4.58	77.21	33.0	N	4.9		4.5	Z
3893	480	1977-08-05	08 09 34.0	4.73	77.49	352.8					
3903	481	1977-08-26	05 46 51.7	7.98	74.48	149.0		4.6			
3913	482	1977-09-20	17 17 59.5	4.05	79.88	164.0		4.7	GS		
3917	483	1977-09-28	01 01 52.1	5.71	77.04	81.0		4.7			
3931	484	1977-11-02	14 33 15.5	5.73	75.33	177.0	A				
3952	485	1977-12-26	21 17 33.1	8.44	75.94	15.8					
3967	486	1978-02-02	06 15 1.9	8.88	75.68	45.0		4.6			
3976	487	1978-03-14	17 20 47.3	4.67	77.76	69.0	D	4.8			
3980	488	1978-03-24	00 31 22.1	5.22	75.59	42.0		5.3			
3988	489	1978-04-11	22 57 48.5	5.73	75.01	148.0		4.7			
4003	490	1978-05-04	11 26 11.9	8.07	76.00	131.0		5.1			
4017	491	1978-05-28	06 07 4.0	6.71	74.57	75.0		4.9			
4020	492	1978-06-09	07 34 58.8	7.77	74.54	152.0	D	5.0			
4019	493	1978-06-09	04 08 39.2	7.81	73.72	33.0	N	4.6			
4025	494	1978-06-28	09 04 52.7	5.37	79.56	33.0	N				
4047	495	1978-08-30	00 26 3.6	5.30	78.41	127.0		5.0			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

4065	496	1978-11-04	09 09 19.0	8.37	76.03	131.0		5.0		3.9	ISC
4076	497	1978-11-22	06 24 17.6	7.34	75.90	33.0	N	4.9			
4090	498	1978-12-28	09 55 7.5	8.15	74.65	187.4					
4093	499	1979-01-06	01 31 47.6	8.88	75.73	33.0	N	5.7		5.7	ISC
4100	500	1979-01-21	12 33 47.7	8.65	74.88	134.0		5.0			
4104	501	1979-01-27	13 38 58.2	5.29	76.65	56.8		4.5			
4120	502	1979-02-26	06 33 33.4	8.29	75.11	131.0		4.9		4.0	ISC
4131	503	1979-03-16	07 03 34.1	4.02	76.64	46.0		4.4			
4140	504	1979-04-18	19 36 30.2	7.71	74.52	155.0	D	4.7			
4153	505	1979-05-15	15 13 4.8	8.62	75.97	143.0		4.8			
4154	506	1979-05-20	01 43 24.5	6.32	77.39	33.0	A	4.4			
4165	507	1979-06-01	20 40 53.7	7.49	75.16	108.0		4.9			
4175	508	1979-06-09	20 50 30.1	8.70	75.87	33.0	A				
4197	509	1979-07-30	13 43 14.9	7.06	78.08	33.0	N	4.6			
4219	510	1979-09-13	04 40 58.7	5.36	77.52	34.0		5.0			
4226	511	1979-10-09	16 57 5.3	6.35	76.28	118.0	D	5.0			
4230	512	1979-10-11	17 48 37.2	5.41	77.21	33.0	N	5.2			
4229	513	1979-10-11	17 47 31.8	5.41	77.13	33.0	N	4.9			
4240	514	1979-11-18	13 50 45.4	6.46	73.91	33.0	N	5.0			
4248	515	1979-12-13	15 30 18.0	7.91	72.23	98.0	A				
4274	516	1980-01-22	01 08 5.5	4.44	77.86	121.0		4.4			
4275	517	1980-01-31	00 24 34.0	7.62	74.39	155.0	D	4.8			
4282	518	1980-02-18	02 45 53.0	8.98	74.78	33.0	A				
4285	519	1980-02-24	11 00 50.6	4.77	77.35	142.0		4.6			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

4304	520	1980-03-29	11 56 29.4	7.66	74.32	148.0	D	4.7			
4305	521	1980-04-02	23 14 34.1	8.62	74.69	138.0		4.6			
4306	522	1980-04-04	06 25 25.4	7.89	74.41	154.0	D	5.0		4.0	ISC
4318	523	1980-05-04	23 29 3.2	5.12	78.81	127.0		4.6			
4323	524	1980-05-16	04 52 53.8	7.92	73.75	186.0	D	5.3		4.0	ISC
4342	525	1980-06-16	21 47 32.5	8.71	74.81	144.0		4.9			
4352	526	1980-07-10	17 41 22.4	8.43	75.76	46.5					
4358	527	1980-07-25	00 11 43.1	8.06	74.52	168.0		4.6			
4361	528	1980-08-05	10 21 49.9	5.2	79.11	33.0	A	4.5			
4371	529	1980-09-03	11 17 59.5	5.64	79.36	75.9		4.3			
4373	530	1980-09-04	20 18 58.5	4.80	77.75	33.0	A				
4377	531	1980-09-16	22 08 22.6	7.11	75.81	33.0	N	4.9			
4378	532	1980-09-17	15 39 6.4	6.73	76.99	132.6		4.4			
4387	533	1980-10-01	14 21 15.3	9.03	76.70	33.0	N				
4391	534	1980-10-10	19 10 1.8	8.44	74.64	135.0		4.7			
4399	535	1980-11-02	18 21 15.6	4.53	79.44	95.0	D	5.0		3.1	ISC
4417	536	1980-11-21	13 20 33.0	8.68	75.93	33.0	A	4.4			
4494	537	1981-04-11	10 22 8.7	5.50	77.34	33.0	N	4.9			
4526	538	1981-04-27	16 22 33.7	4.46	77.03	127.0		4.8			
4543	539	1981-05-09	19 48 25.5	7.11	75.64	133.3		4.3			
4542	540	1981-05-09	02 56 7.9	8.33	75.07	205.0	A				
4554	541	1981-05-23	07 01 59.5	8.55	74.61	222.9	A				
4556	542	1981-05-24	08 51 6.0	5.58	78.76	33.0	N	4.2			
4559	543	1981-05-26	04 45 51.7	4.91	76.43	102.3		4.6			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

4573	544	1981-06-18	07 14 42.8	8.75	75.06	160.5					
4575	545	1981-06-21	23 58 59.9	4.86	76.91	102.0	D	5.1			
4591	546	1981-06-28	12 56 20.0	7.82	74.30	132.9		4.8			
4602	547	1981-07-13	19 47 34.8	6.71	76.82	33.0	N	4.9			
4625	548	1981-08-03	13 37 47.4	5.35	78.13	91.0	D	4.9			
4631	549	1981-08-16	21 46 53.6	8.61	74.65	147.0	D	4.9			
4632	550	1981-08-16	23 11 21.7	8.60	74.52	149.0	D	4.8			
4654	551	1981-09-10	19 41 60.0	8.62	77.11	226.8		4.2			
4662	552	1981-09-19	01 27 17.1	7.87	76.40	252.5					
4726	553	1981-11-30	07 48 39.5	5.15	77.65	89.2		4.4			
4772	554	1982-01-27	17 14 28.0	7.06	74.40	161.0	D	5.1			
4775	555	1982-02-02	07 11 29.2	8.74	74.51	33.0	A				
4780	556	1982-02-04	18 57 43.6	4.99	77.51	33.0	N	5.3		4.0	ISC
4791	557	1982-02-24	09 57 49.2	8.95	74.59	240.0		4.2			
4797	558	1982-03-01	01 34 13.1	7.58	76.71	146.0		4.7			
4799	559	1982-03-03	20 54 2.4	6.83	76.10	121.9		4.7			
4811	560	1982-03-19	03 05 18.0	5.77	75.32	33.0	N				
4826	561	1982-04-12	09 12 23.1	6.76	77.06	183.6		3.8			
4833	562	1982-04-18	14 15 57.1	5.62	77.54	61.0	D	4.6			
4857	563	1982-05-25	05 19 1.8	5.47	77.44	17.0	D	4.9			
4875	564	1982-06-31	00 33 11.0	4.47	78.39	33.0	A				
4910	565	1982-08-10	04 51 48.6	5.35	77.37	33.0	N	5.5		4.5	ISC
4914	566	1982-08-12	08 27 6.3	6.68	75.79	33.0	A	4.7			
4915	567	1982-08-12	08 27 29.0	8.46	75.38	33.0	N				

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

4944	568	1982-09-11	08 01 41.1	7.58	75.56	40.0		4.8			
4977	569	1982-10-22	23 12 48.3	9.08	74.50	180.8		4.0			
5026	570	1982-12-18	10 15 6.2	6.39	77.69	33.0	N	5.4		4.3	Z
5057	571	1983-02-27	01 20 26.4	4.01	76.40	126.6		4.2			
5060	572	1983-02-28	13 54 50.5	7.34	76.40	33.3		5.1		4.2	Z
5072	573	1983-04-04	02 01 10.4	5.58	78.78	52.7		4.7			
5076	574	1983-04-12	12 07 54.5	4.84	78.10	104.2		6.6	PAS		
5081	575	1983-04-15	10 08 20.5	5.98	75.66	118.0		5.6			
5085	576	1983-04-21	19 40 55.0	9.17	75.36	107.6		4.5			
5118	577	1983-07-21	02 33 28.5	8.56	74.66	154.1		4.7			
5125	578	1983-08-04	07 44 25.4	4.02	76.58	99.4		4.9			
5131	579	1983-08-21	15 47 17.02	4.98	76.01	129.9	S	4.6			
5140	580	1983-09-20	02 13 56.9	8.03	76.62	132.0		4.4			
5153	581	1983-11-03	07 41 11.5	4.01	78.42	92.8	D	5.9			
5157	582	1983-11-13	22 38 45.7	5.59	77.06	29.2		5.0		3.9	Z
5161	583	1983-11-22	15 15 15.0	5.01	78.11	25.6		5.2			
5164	584	1983-11-27	17 48 3.7	4.89	76.16	111.0	D	4.8			
5177	585	1983-12-25	05 32 40.2	5.09	73.36	33.0	N	5.4			
5189	586	1984-02-08	14 20 12.9	7.26	76.47	33.9		5.0			
5197	587	1984-03-06	21 40 4.9	5.31	77.27	120.0		4.8			
5198	588	1984-03-11	07 43 49.0	6.45	76.09	33.0	N	4.8			
5225	589	1984-06-03	04 10 26.9	7.80	76.78	33.9		5.3			
5226	590	1984-06-05	04 15 24.4	7.82	76.71	33.0	N	5.8		5.1	Z,
5227	591	1984-06-05	22 33 20.1	7.75	76.10	33.0	N	5.0			

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
 PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES

5231	592	1984-06-14	08 08 23.0	7.28	76.72	33.0	N	4.6			
5238	593	1984-07-11	06 09 41.7	6.51	77.04	47.5		4.9			
5241	594	1984-07-24	11 49 58.4	8.43	74.73	132.8	D	5.3			
5243	595	1987-07-29	06 02 29.1	5.29	76.60	36.8		4.4			
5246	596	1987-07-30	07 19 41.9	8.54	75.02	142.9		4.1			
5250	597	1987-08-09	02 00 40.9	8.33	74.54	217.5					
5252	598	1987-08-18	16 38 26.8	7.72	77.02	139.0					
5263	599	1987-10-03	23 55 20.1	6.21	75.84	50.6	D	5.3			
5268	600	1987-11-23	18 40 11.8	8.16	76.13	99.1		5.9			
5271	601	1987-12-13	19 36 2.7	7.25	77.38	97.0		5.0			

ANEXO N° 03

**MEMORIA DE CÁLCULO DE LA
CAPACIDAD DE CARGA
ADMISIBLE**

3.4.5.1 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR FALLA DE CORTE

La capacidad última y capacidad admisible de carga serán determinadas aplicando la teoría de Karl Tersaghi, utilizando la siguientes expresiones:

$$q_u = 0.867 C N_c' + \gamma D_f N_q' + 0.4 \gamma B N_\gamma'$$

$$q_{ad} = q_u / F_s$$

Donde:

- q_u : Capacidad Última de Carga
 q_{ad} : Capacidad Admisible de Carga
 F_s : Factor de Seguridad
 γ : Densidad Natural
 B : Ancho de la Zapata
 D_f : Profundidad de la Cimentación
 C : Cohesión
 N_c', N_q', N_γ' : Factores de Carga en Función del Angulo de Fricción " ϕ "

ZONA I (SC):

- Angulo de fricción interna : ϕ = 25.00°
- Cohesión : C = 0.13 kg/cm²
- Densidad Natural : γ_n = 1.796 x 10⁻³ kg/cm³
- Nivel freático : D_w = No presenta
- Prof. de la cimentación : D_f = 1.5m
- Factor de carga : N_c' = 14.80

- $N'q = 5.60$
- $N'\gamma = 2.25$
- Ancho de la cimentación : $B = 1.5m$
- Factor de seguridad : $Fs = 3$

Utilizando la ecuación propuesta se obtiene:

$$Q_u = 3.42 \text{ kg/cm}^2$$

$Q_{ad} = 1.14 \text{ Kg./cm}^2$

ZONA II (CL):

- Angulo de fricción interna : $\phi = 15.00^\circ$
- Cohesión : $C = 0.19 \text{ Kg./cm}^2$
- Densidad Natural : $\gamma_n = 1.88 \times 10^{-3} \text{ Kg./cm}^3$
- Nivel freático : $D_w = \text{No presenta}$
- Prof. de la cimentación : $D_f = 1.5m$
- Factor de carga : $N'c = 9.67$
- $N'q = 2.73$
- $N'\gamma = 0.57$
- Ancho de la cimentación : $B = 1.5m$
- Factor de seguridad : $Fs = 3$

Utilizando la ecuación propuesta se obtiene:

$$Q_u = 2.43 \text{ kg/cm}^2$$

$Q_{ad} = 0.81 \text{ kg/cm}^2$

ZONA III (OH):

- Angulo de fricción interna : ϕ = 4.00°
- Cohesión : C = 0.30 Kg./cm²
- Densidad Natural : γ_n = 1.82 x 10⁻³ Kg./cm³
- Nivel freático : Dw = No presenta
- Prof. de la cimentación : Df = 1.5m
- Factor de carga : N'c = 6.51
N'q = 1.30
N'γ = 0.055
- Ancho de la cimentación : B = 1.5m
- Factor de seguridad : Fs = 3

Utilizando la ecuación propuesta se obtiene:

$$Q_u = 2.052 \text{ kg/cm}^2$$

$Q_{ad} = 0.68 \text{ kg./cm}^2$

ZONA IV (SM):

- Angulo de fricción interna : ϕ = 32.00°
- Cohesión : C = 0.03 Kg./cm²
- Densidad Natural : γ_n = 1.912 x 10⁻³ Kg./cm³
- Nivel freático : Dw = No presenta
- Prof. de la cimentación : Df = 1.5m
- Factor de carga : N'c = 21.16
N'q = 9.82
N'γ = 5.51
- Ancho de la cimentación : B = 1.5m
- Factor de seguridad : Fs = 3

Utilizando la ecuación propuesta se obtiene:

$$q_u = 3.999 \text{ kg/cm}^2$$

$q_{ad} = 1.33 \text{ kg. /cm}^2$

ZONA V (SM-SC):

- Angulo de fricción interna : $\phi = 27.00^\circ$
- Cohesión : $C = 0.08 \text{ Kg./cm}^2$
- Densidad Natural : $\gamma_n = 1.749 \times 10^{-3} \text{ Kg./cm}^3$
- Nivel freático : $D_w = \text{No presenta}$
- Prof. de la cimentación : $D_f = 1.5\text{m}$
- Factor de carga : $N'_c = 16.30$
 $N'_q = 6.54$
 $N'_\gamma = 2.88$
- Ancho de la cimentación : $B = 1.5\text{m}$
- Factor de seguridad : $F_s = 3$

Utilizando la ecuación propuesta se obtiene:

$$q_u = 3.15 \text{ kg/cm}^2$$

$q_{ad} = 1.05 \text{ kg. /cm}^2$

3.4.5.2. CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR ASENTAMIENTO

Se calculará en Base a la teoría de la elasticidad conociendo el tipo de cimentación superficial recomendado, el asentamiento inicial elástico para:

$$S = \frac{\Delta q_s B(1 - u^2) l_w}{E_s}$$

Donde:

- S = Asentamiento en cm.
- Δq_s = Esfuerzo neto transmitido (Tn./m²)
- B = Ancho de la cimentación (m)
- E_s = Modulo de elasticidad (Tn. /m²)
- u = Relación de Poisson
- l_w = Factor de influencia, en función de la forma y rigidez de la cimentación

ZONA I (SC):

$$S_p = \frac{\Delta q_s B(1 - u^2) l_w}{E_s}$$

S_p = Asentamiento probable

Δq_s = 11.40 Tn/m²

B = 1.5m

E_s = 1000 Tn/m²

u = 0.25

l_w = 0.82

$$S_p = 1.31 \text{ cm}$$

OK < 2.54 cm

Por lo tanto la capacidad portante será:

$$Q_{ad} = 1.14 \text{ kg/cm}^2$$

ZONA II (CL) :

$$Sp = \frac{\Delta qs B(1 - u^2) lw}{Es}$$

Sp = Asentamiento probable

$\Delta qs = 8.1 \text{ Tn./m}^2$

B = 1.5m

Es = 700 Tn./m²

u = 0.35

lw = 0.82

Sp = 1.23cm	OK < 2.54 m
--------------------	-------------

Por lo tanto la capacidad portante será:

Qad = 0.81 kg/cm²

ZONA III (OH) :

$$Sp = \frac{\Delta qs B(1 - u^2) lw}{Es}$$

Sp = Asentamiento probable

$\Delta qs = 6.8 \text{ Tn/m}^2$

B = 1.5m

Es = 200 Tn/m²

u = 0.30

lw = 0.82

Sp = 3.8 cm	≅ 2.54 cm
--------------------	-----------

Por lo tanto la capacidad portante será:

Qad = 0.45 kg/cm²

ZONA IV (SM) :

$$S_p = \frac{\Delta q_s B(1 - u^2) l_w}{E_s}$$

$S_p =$ Asentamiento probable

$\Delta q_s =$ 13.3 Tn/m²

$B =$ 1.5m

$E_s =$ 1000 Tn/m²

$u =$ 0.25

$l_w =$ 0.82

$S_p =$ 1.53 cm

OK < 2.54 cm

Por lo tanto la capacidad portante será:

$Q_{ad} =$ 1.33 kg/cm²

ZONA V (SM-SC) :

$$S_p = \frac{\Delta q_s B(1 - u^2) l_w}{E_s}$$

$S_p =$ Asentamiento probable

$\Delta q_s =$ 10.5 Tn/m²

$B =$ 1.5m

$E_s =$ 1000 Tn/m²

$u =$ 0.30

$l_w =$ 0.82

$S_p =$ 1.18 cm

OK < 2.54 cm

Por lo tanto la capacidad portante será:

$Q_{ad} =$ 1.05 kg/cm²

ANEXO N° 04

TABLAS

TABLA N° 1
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA USO DEL SUELO EN PENDIENTES

CARACTERÍSTICAS	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3	CLASE 4
Características importantes del sitio	<ul style="list-style-type: none"> - Menos de 15° de pendientes. Poca erosión - Plataforma en corte - Corte de la pendiente < 15°; y altura del corte < 30 m 	<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente 15° ~ 30° No desestabilizado, ni erosión severa - Terreno coluvial < 15°, no inestabilidad o erosión severa 	<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente 30° ~ 60° No desestabilizado, ni erosión severa. - Pendiente < 15° pero con antecedentes de deslizamiento - Terreno coluvial < 15°, inestabilidad genera 	<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente < 60° . - Pendiente entre 30° y 60° inestables o erosión severa. - Terrenos coluviales 60 – 60°
Limitaciones geométricas	Baja	Moderada	Alta	Extrema
Posibilidad de uso para desarrollo	Alta	Moderada	Baja	Probablemente inadecuada
Costo de obras para su desarrollo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Nivel de estudios de sitio requerido	Normal	Normal	Intenso	Muy intenso

Fuente: UNDRO, 1991

TABLA N° 2

MÉTODO EXPEDITIVO PARA PREDECIR EL POTENCIAL DE LICUACIONES

RANGO	TOPOGRAFIA Y GEOLOGIA	POTENCIAL DE LICUACION
A	Causes presentes y antiguos de ríos, pantanos, terrenos reclamados, ondonadas entre dunas	PROBABLE
B	Deltas de deposición de suelos, diques naturales, dunas, llanuras de inundación, playas y otros y otros tipos de llanuras	POSIBLE
C	Terrazas, Colinas, montañas	NO PROBABLE

TABLA N° 03

CLASIFICACION DE SUELOS EXPANSIVOS

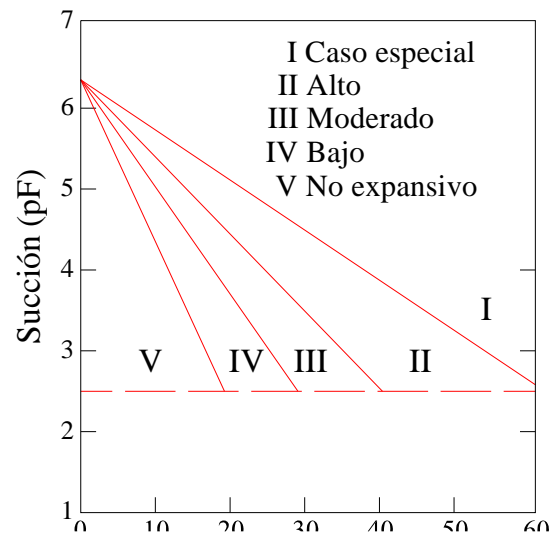
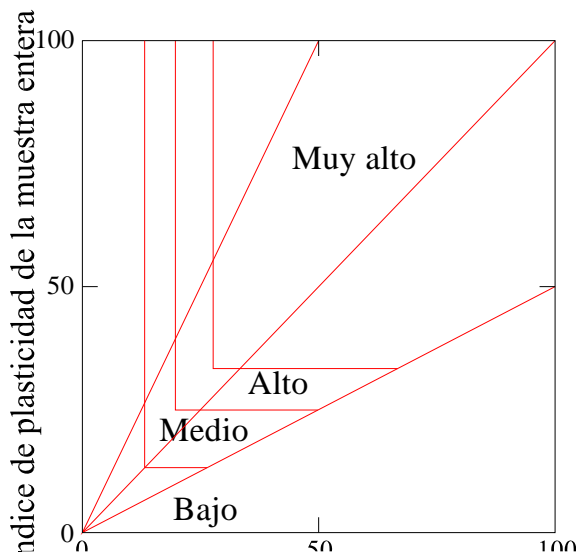
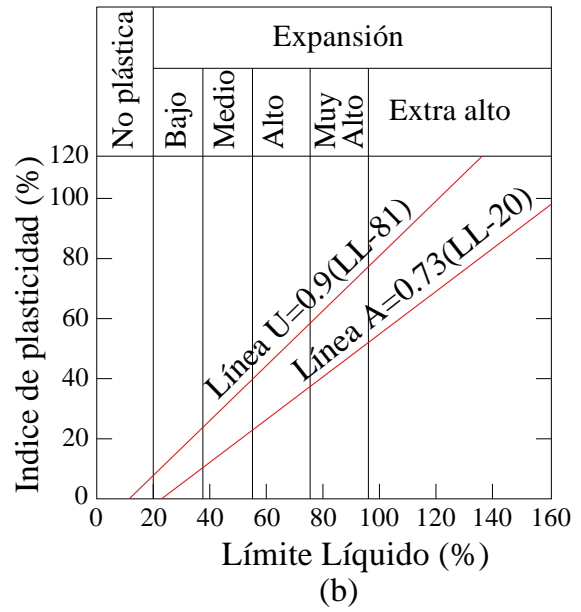
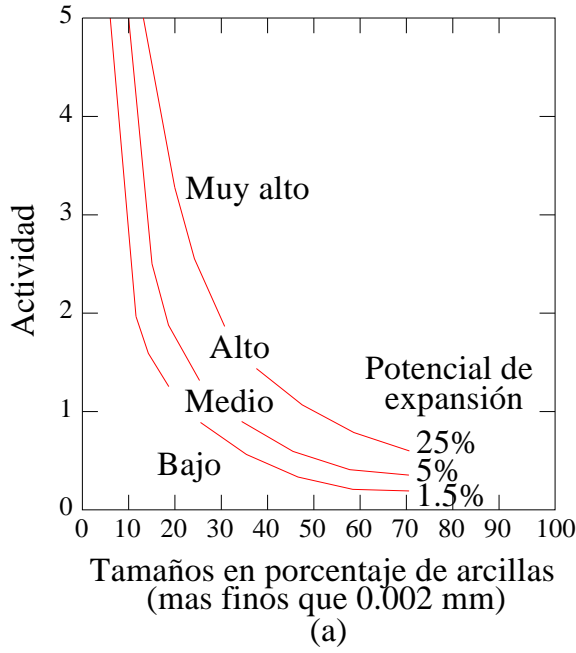


TABLA N° 04
IDENTIFICACIÓN DE SUELOS COLAPSABLES

INVESTIGADOR	AÑO	CRITERIOS
Denisov	1951	Coeficiente de hundimiento: $K = \frac{\text{relación de vacíos en el límite líquido}}{\text{relación de vacíos natural}}$ K= 0.5 – 0.75: muy colapsable K= 1.0: limoarcilloso no colapsable K= 1.5 – 2.0: suelos no colapsables
Clevenger	1958	Si el peso específico seco es menor que 80 lb/pie ³ (≈ 12.6 KN/m ³), el asentamiento será grande; si el peso específico seco es mayor que 90 lb/ pie ³ (≈ 14.1 KN/m ³), el asentamiento será pequeño
Priklonski	1952	$K_p = \frac{\text{contenido de agua natural} - \text{límite plástico}}{\text{Índice de plasticidad}}$ K _p < 0: suelos muy colapsables K _p > 0.5: suelos no colapsables K _p > 1.0: suelos expansivos
Gibbs	1961	Razón de colapso: $R = \frac{\text{contenido de agua en saturación}}{\text{límite líquido}}$ Esto fue puesto en forma gráfica
Soviet Building Code	1962	$L = \frac{e_0 - e_L}{1 + e_0}$ Donde e ₀ = relación de vacíos y e _L = relación de vacíos en el límite líquido. Para una grado de saturación natural menor que 60%, si L > 0.1, se trata de un suelo colapsable
Feda	1964	$K_L = \frac{w_0 - LP}{S_r \cdot IP}$ Donde w ₀ = contenido de agua natural, S _r = grado de saturación natural, LP = límite plástico e IP = índice de plasticidad. Para S _r < 100%, si K _L > 0.85, se trata de un suelo asentable.
Benites	1968	Una prueba de dispersión en la que s g de suelo se vierten en 12 ml de agua destilada y el espécimen se cronometra hasta que se dispersa; tiempos de dispersión de 20 a 30 segundos fueron obtenidos para suelos colapsables de Arizona.
Handy	1973	Loes de lowa con contenido de arcilla (<0.002 mm): < 16%: alta probabilidad de colapso 16 – 24%: probabilidad de colapso 24 – 32%: menos del 50% de probabilidad de colapso > 32%: usualmente seguro contra el colapso

TABLA N° 05
ELEMENTOS QUÍMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION

Presencia en el Suelo de:	p.p.m.	Grado de Alteración	Observaciones
* Sulfatos	0 – 1000 1000 - 2000 2000 - 20000 > 20000	Leve Moderado Severo Muy Severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación.
** Cloruros	> 6000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos
** Sales Solubles Totales	> 15000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación.

* Comité 318 – 83 ACI
 ** Experiencia Existente

TABLA N° 06

(BOWLES, 1977)

TIPO DE SUELO	Es (Ton/m ²)
ARCILLA: MUY BLANDA	30 - 300
BLANDA	200 - 400
BLANDA MEDIA	450 - 900
DURA	700 - 2000
ARCILLA ARENOSA	3000 - 4250
SUELOS GLACIARES	1000 - 16000
LOESS	1500 - 6000
ARENA LIMOSA	500 - 2000
ARENA: SUELTA	1000 - 2500
DENSA	5000 - 10000
GRAVA ARENOSA: DENSA	8000 - 20000
SUELTA	5000 - 14000
ARCILLA ESQUISTOSA	14000 - 140000
LIMOS	200 - 2000

TABLA N° 07

(BOWLES, 1977)

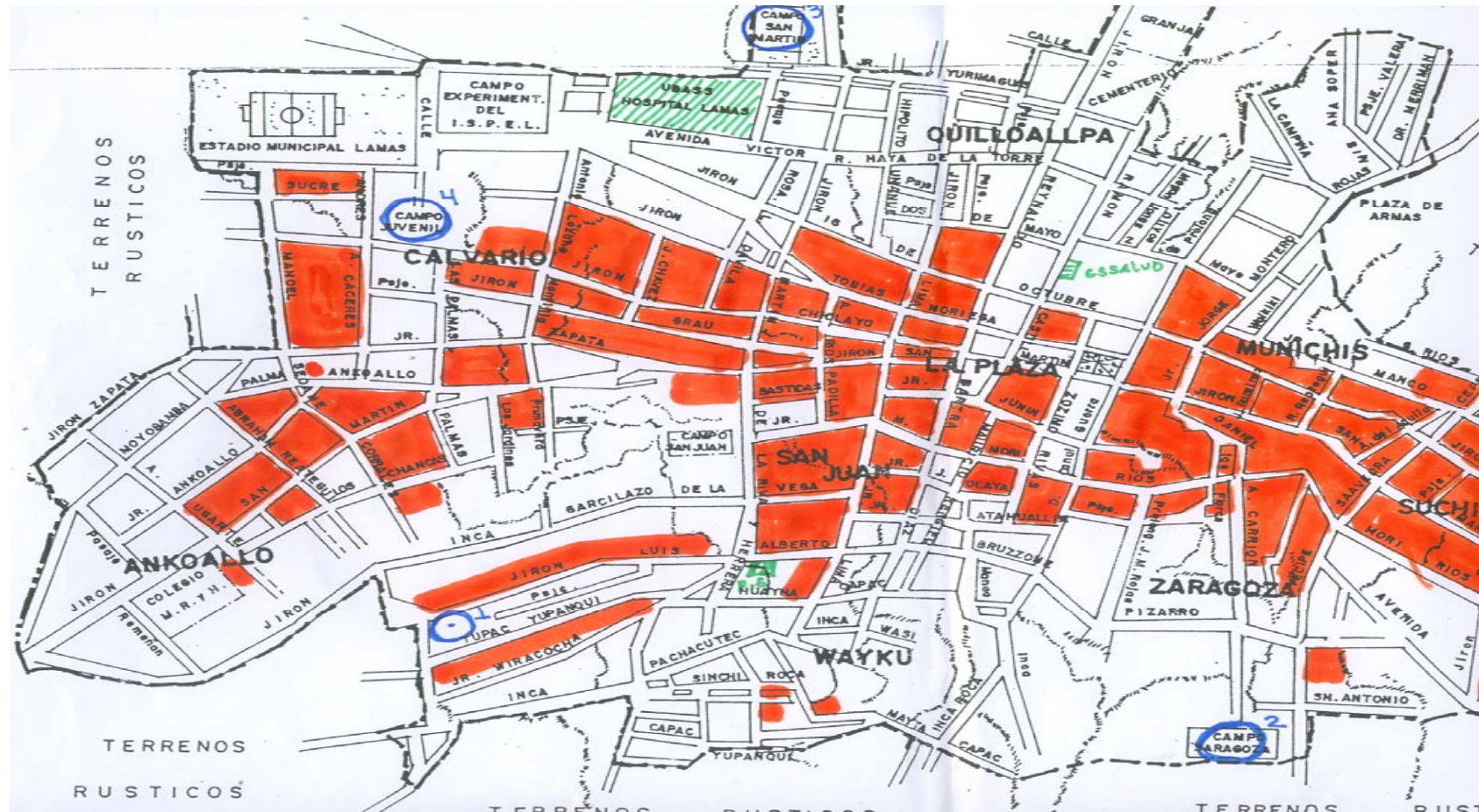
TIPO DE SUELO	u
ARCILLA: SATURADA	0.4 - 0.5
NO SATURADA	0.1 - 0.3
ARENOSA	0.2 - 0.3
LIMO	0.3 - 0.35
ARENA: DENSA	0.2 - 0.15
DE GRANO GRUESO	0.15
DE GRANO FINO	0.25
ROCA	0.1 - 0.4
LOESS	0.1 - 0.3
HIELO	0.30
CONCRETO	0.15

ANEXO N° 05

DISTRIBUCION ESPACIAL DE VIVIENDAS AFECTADAS POST DESASTRE

DISTRIBUCION ESPACIAL DE VIVIENDAS AFECTADAS POST DESASTRE

Distrito de Lamas. Provincia de Lamas. Región San Martín. Setiembre 2005



- Viviendas afectadas
- Albergues
- Establec. De salud

(Fuente: Dirección Regional de Defensa Civil)

ANEXO N° 06

INFORMES DE LAS

INSTITUCIONES VINCULADAS

CON EL SISMO DEL 25 DE

SETIEMBRE DEL 2005.



• Noticias del Mes

• Noticias Anteriores

• Boletines



⊕ Noticias

Brigadistas de la Cruz Roja Peruana intervienen en las poblaciones afectadas por sismo en selva peruana

Movimiento telúrico afectó severamente a la provincia de Lamas

Fecha de Publicación: 29/09/05



Un terremoto de 7.0 grados de magnitud en la escala de Richter sacudió la noche del domingo gran parte del territorio peruano. El Instituto Geofísico del Perú (IGP) informó que el epicentro del terremoto se registró a 90 kilómetros al suroeste de la ciudad de Moyobamba, en el departamento de San Martín, a 100 kilómetros de profundidad.

El sismo, que duró aproximadamente 50 segundos, tuvo una réplica en algunas ciudades

de los departamentos de Lima, La Libertad, Piura, Tumbes, Cajamarca, Iquitos e, inclusive, en algunos poblados de países vecinos como Ecuador y Colombia.



Minutos después de ocurrido el movimiento telúrico diez brigadistas de la Cruz Roja Peruana filial Moyobamba se dirigieron a la provincia de Lamas (cercana a la ciudad de Tarapoto), lugar en donde el terremoto ha dañado severamente las estructuras de unas 100 viviendas, de las cuales 95 se encuentran inhabilitadas.

De acuerdo con los reportes de la Presidenta de la filial Moyabamba de la CRP, en esta localidad se ha registrado la muerte de una persona y el traslado de 20 heridos, dos de los cuales se encuentran en estado grave por lo que fueron derivados al Hospital de Tarapoto. Hasta el momento muchos pobladores de Lama permanecen fuera de sus casas a la espera de ayuda.



Otras poblaciones afectadas por el sismo, aunque en menor magnitud, son Calzada, Yantalo y la misma Moyobamba.

Ante la emergencia y las difíciles condiciones climáticas de la región debido a las constantes lluvias torrenciales, la Cruz Roja Peruana ha puesto a disposición de Defensa Civil más de 1000 frazadas, 50 carpas impermeables y 200 fardos de ropa que están destinadas para salvaguardar la integridad física de las personas en este tipo de contingencia.

Sin embargo, la magnitud de los daños causados por el movimiento telúrico hace necesario el envío de ayuda urgente a las poblaciones afectadas, por lo que se hace un llamado para abastecer de mayor cantidad de carpas, ropas, medicina, frazadas y alimentos no perecibles.

Para más información sírvase tomar contacto con:
Miguel Mantilla E. / Asesor de Prensa / Cruz Roja Peruana / Telf. 265-8783 /
93299735email : prensa@cruzroja.org.pe



Terremoto en San Martín



Un fuerte terremoto de siete grados en la escala Richter afectó el domingo por la noche a la selva alta Peruana, enclavada en una falla ubicada en la parte oriental de la Cordillera de los Andes. El sismo se registró a las 20,55, hora de Perú, del domingo y su epicentro se ubicó a 85 kilómetros de Moyobamba, capital de la [Región San Martín](#), región en la que los últimos movimientos sísmicos de considerable magnitud se habían producido en 1990 y 1991 (ver [antecedentes](#)). La zona impactada por el terremoto abarca a los departamentos de San Martín, Amazonas, Cajamarca, La Libertad y Loreto. Una de las localidades más afectadas es [Lamas](#), capital de la provincia del mismo nombre en la Región San Martín.

En esta página, Soluciones Prácticas - ITDG pone a su disposición las últimas noticias sobre las áreas afectadas por el terremoto, los daños y necesidades, y las acciones de atención de la emergencia que realizan instituciones públicas y privadas, más adelante se informará también del desenvolvimiento de las acciones de rehabilitación y reconstrucción. La información proviene principalmente de los Comités de Defensa Civil (Regional de San Martín, y Provinciales y Distritales de las zonas afectadas), con quienes el equipo de Soluciones Prácticas - ITDG viene trabajando en coordinación estrecha. Se incluyen también informes técnicos producidos por organismos científicos que nos ayudan a comprender al naturaleza del fenómeno producido.



Ponemos asimismo a su disposición, información histórica sobre los sismos de 1990 y 1991, lo que contribuirá a comprender que este evento no es un hecho aislado, sino una más de las amenazas frente a las cuales debemos estar alertas, preparados y fundamentalmente en capacidad para prevenir sus impactos. Finalmente, ofrecemos una diversidad de recursos de información técnica que estamos seguros serán de mucha utilidad a quienes están involucrados en el proceso de atención de la emergencia y la reconstrucción.



TERREMOTO EN SAN MARTÍN

- [Cronología del Desastre](#)
- [Evaluación de Emergencia de Lamas](#)
- [Información INDECI](#)
- [Imágenes](#)



**Domingo 25 de
setiembre 2005**

20:55 horas, un terremoto de 7 grados en la escala de Richter se registra en la provincia de Moyabamba en la región San Martín.

El Instituto Geofísico del Perú, localiza el epicentro a 85 kilómetros al Nor – Este de Moyobamba cerca al caserío de Jepelacio y con una profundidad de 115 km.

El sismo dura aproximadamente 30 segundos y afecta gravemente la ciudad de Lamas y pueblos aledaños en la región San Martín, y llega a afectar en menor grado las Regiones La Libertad, Amazonas, Ancash, Loreto, Madre de Dios, sintiéndose además en parte del territorio de Colombia, Ecuador y Brasil.

- [Ver: Proyecto de apoyo a la población de Rioja y Moyobamba en las acciones de reconstrucción 1990](#)



Contáctenos: coe@indec.gov.pe

NOR ORIENTE DEL PERÚ:

Información Complementaria al 18 de Octubre 2005 - 16:00 horas



CUADRO RESUMEN - EVALUACION DE DAÑOS

REGIONES	AMAZONAS	ANCASH	CAJAMARCA	LA LIBERTAD	LORETO	SAN MARTIN	TOTAL
Vida y Salud							
Personas Damnificadas	2,709	25	95	485	25	4,100	7,439
Personas Afectadas	5,866	155	680	1,940	100	13,650	22,391
Familias Damnificadas	542	5	19	97	5	820	1,488
Familias Afectadas	1,176	31	136	388	20	2,730	4,481
Personas Heridas	17	0	6	3	5	30	61
Personas Fallecidas	0	0	0	1	0	4	5
Viviendas							
Viviendas Destruídas	542	5	18	93	5	820	1,483
Viviendas Afectadas	1,176	31	136	388	20	2,730	4,481
Infraestructura de Salud							
Establecimiento de Salud Destruídos	0	1	3	0	0	7	11
Establecimiento de Salud Afectados	6	2	4	0	3	26	41
Infraestructura Educativa							
CC.EE. Destruídos	8	1	5	17	1	26	58
CC.EE. Afectadas	56	0	3	8	12	4	83
Universidad Afectada	1	0	0	0	0	0	1
IST Afectado	1	0	0	1	5	0	7
Infraestructura Locales Públicos							
Oficina Pública Afectada Local COMUSI	8	0	1	0	2	0	11
Destruído	4	0	0	0	0	0	4
Local Comunal Afectado	11	0	0	4	0	0	15
Iglesia Destruída	2	0	0	0	0	0	2
Iglesia Afectada	24	0	0	4	1	2	31
Otros	0	0	0	0	0	1	1
Vías de Comunicación							
Aeródromo Afectado	0	0	0	0	0	0	0
Carreteras Afectadas (Km.)	2.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	3.50
Puente colapsado	0	0	0	1	0	0	1
Puente afectado	0	0	0	0	0	0	0
Infraestructura de Servicios Públicos esenciales							
Agua	0	0	Afectada	Afectada	0	0	
Desagüe	1	0	Afectada	0	Afectado	Afectado	
Electricidad	0	0	Afectada	0	Afectada	Afectado	

Fuente: Comités Regionales de Defensa Civil 18/10/2005 -16:00 horas

Relación de Fallecidos

- Sra. Carmen Sánchez (65 años) - La Libertad
- Sr. Nicanor Agüero (32 años) - San Martín
- Sra. Paquita Rodríguez Melo (72 años) - San Martín
- Niño Lázaro Céspedes Coral (09 años) - San Martín
- Dionisio Medina Chape (78 años) - San Martín

Fuente: MINSA - 01/10/2005 - 09:00 horas

Acciones Tomadas:

- Comité Regional de Defensa Civil en coordinación con las instituciones y población viene efectuando tareas de remoción de escombros en la zona afectada en Lamas, habiendo implementado los siguientes albergues temporales:
 - CAMPO DEPORTIVO EL WAYKU
 - CAMPO DEPORTIVO ZARAGOZA
 - CAMPO DEPORTIVO SAN MARTIN
 - CAMPO DEPORTIVO JUVENIL (CALVARIO)
 - CERRO SANTA ROSA -SUCHICHE - ALTO
 - CAMPO FERIAL
 - BAJO 16 DE OCTUBRE - MARACANA
 - HOSPITAL LAMAS
 - CAMPO DEPORTIVO CUCHIS (SAN JUAN)
 - PARQUE INFANTIL ANCOHALLO
 - BARRIO DE MUNICHIS
 - SERPOST
 - PEDAGOGICO
 - UCSHAPAMPA - SUCHICHE BAJO
- Equipos de trabajo de las Fuerzas Armadas en coordinación con las autoridades del Comité Regional de Defensa Civil tienen a cargo la remoción de escombros.
- El día Sábado 01 de Octubre, en un avión DC-8 de la FAP se envió del siguiente apoyo logístico para la Región San Martín:

ARTICULO	UND / MED	CANTIDAD	PESO UNIT.	PESO TOTAL KG.	PROCEDENCIA
TECHO					
Calaminas galvanizadas	UND	1,500	3.00	4,500	Indeci
Carpas	UND	500	30.00	15,000	Indeci/Cruz Roja
ABRIGO					
Camas	UND	400	8.00	3,200	Indeci
Colchas 11/2 plaza	UND	944	0.85	802	Indeci
Colchones	UND	385	3.00	1,155	Indeci
Pañales	PAQ	287	1.80	517	Indeci
Paños húmedos	UNID	600	0.40	240	Indeci
ALIMENTOS					
Leche en polvo	LATAS	600	6.25	3,750	PRONAA (PMA)
ENSERES					
Biberon	UNID	600	0.07	42	Indeci
Kit de higiene	KIT	500	1.00	500	Indeci
Filtros Agua *	UND	200	1.00	200	Cruz Roja
Purificadores Ttipo Vela*	UND	400	0.10	40	Cruz Roja
TOTAL				29,946	

* Se debe entregar cada filtro con dos purificadores.

Fuente: INDECI

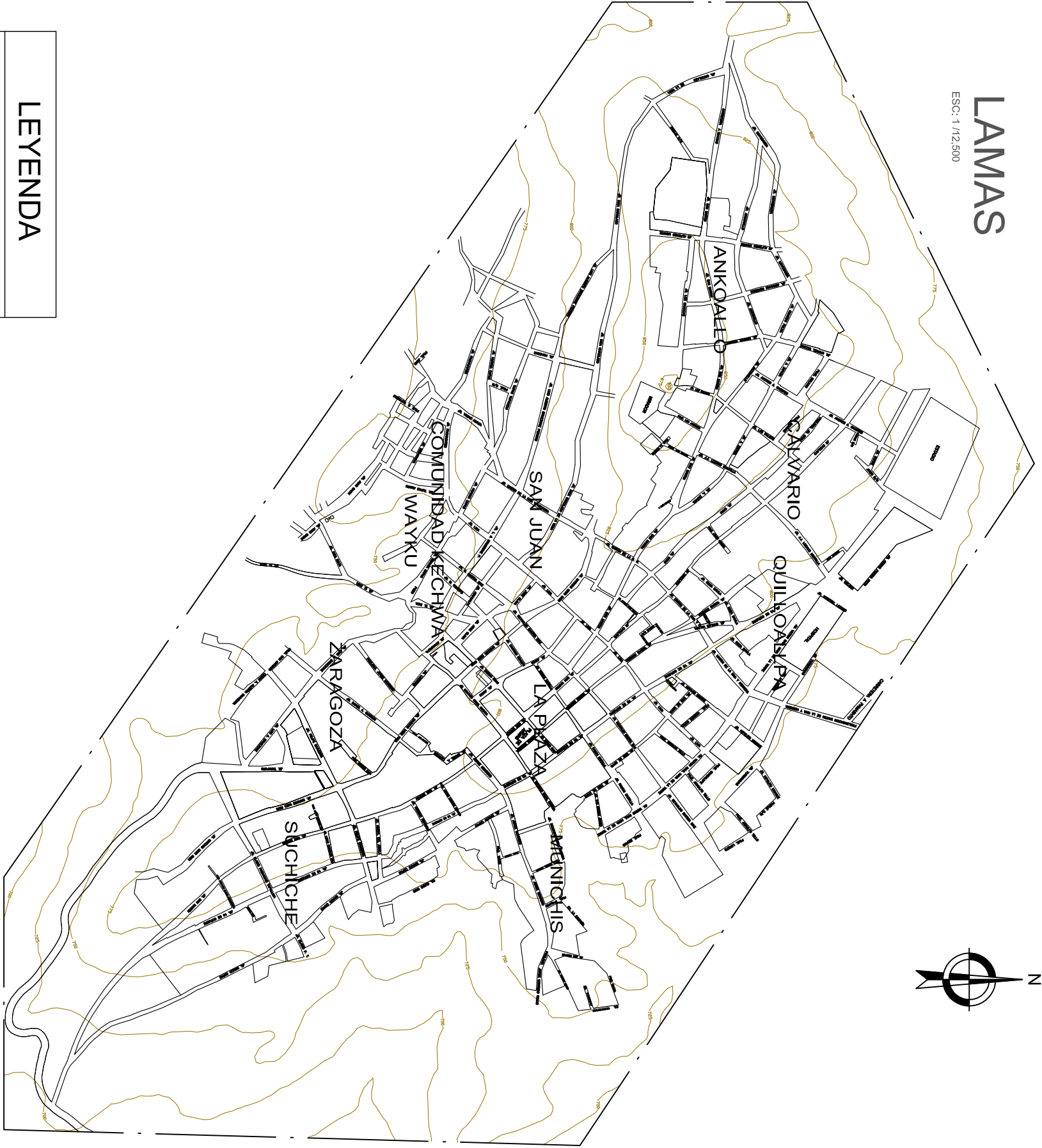
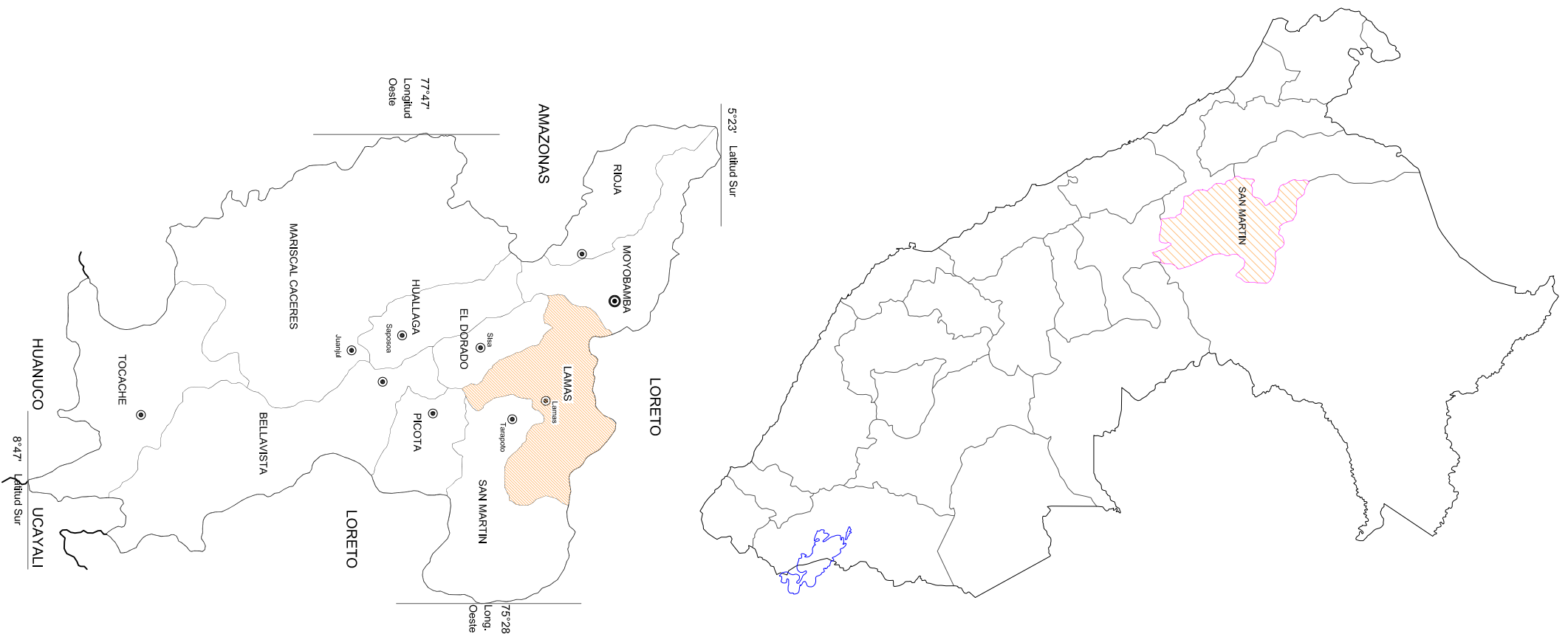
Heridos atendidos en establecimientos de salud, muertos y desaparecidos al 29 de Setiembre 2005

Región	Provincia	Atenciones en salud (*)	Fallecidos
San Martín	Lamas		3
	San Martín		
	Rioja		1
	Huallaga		
	Moyobamba		
	Bellavista		
	Mariscal Cáceres		
	Total	95	4
Amazonas	Bagua	2	
	Chachapoyas		
	Total		
La Libertad	Bolívar		1
Loreto	Alto Amazonas	10	
TOTAL		107	5

Fuente: DIRESA La Libertad, San Martín, Cajamarca, Loreto y Establecimientos de Salud MINSA, Equipo EDAN OGDN
 (*) Crisis nerviosa, Hipertensión, Lipotimias, otras

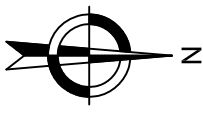
ANEXO N° 07

PLANOS



LAMAS

ESC: 1/12.500

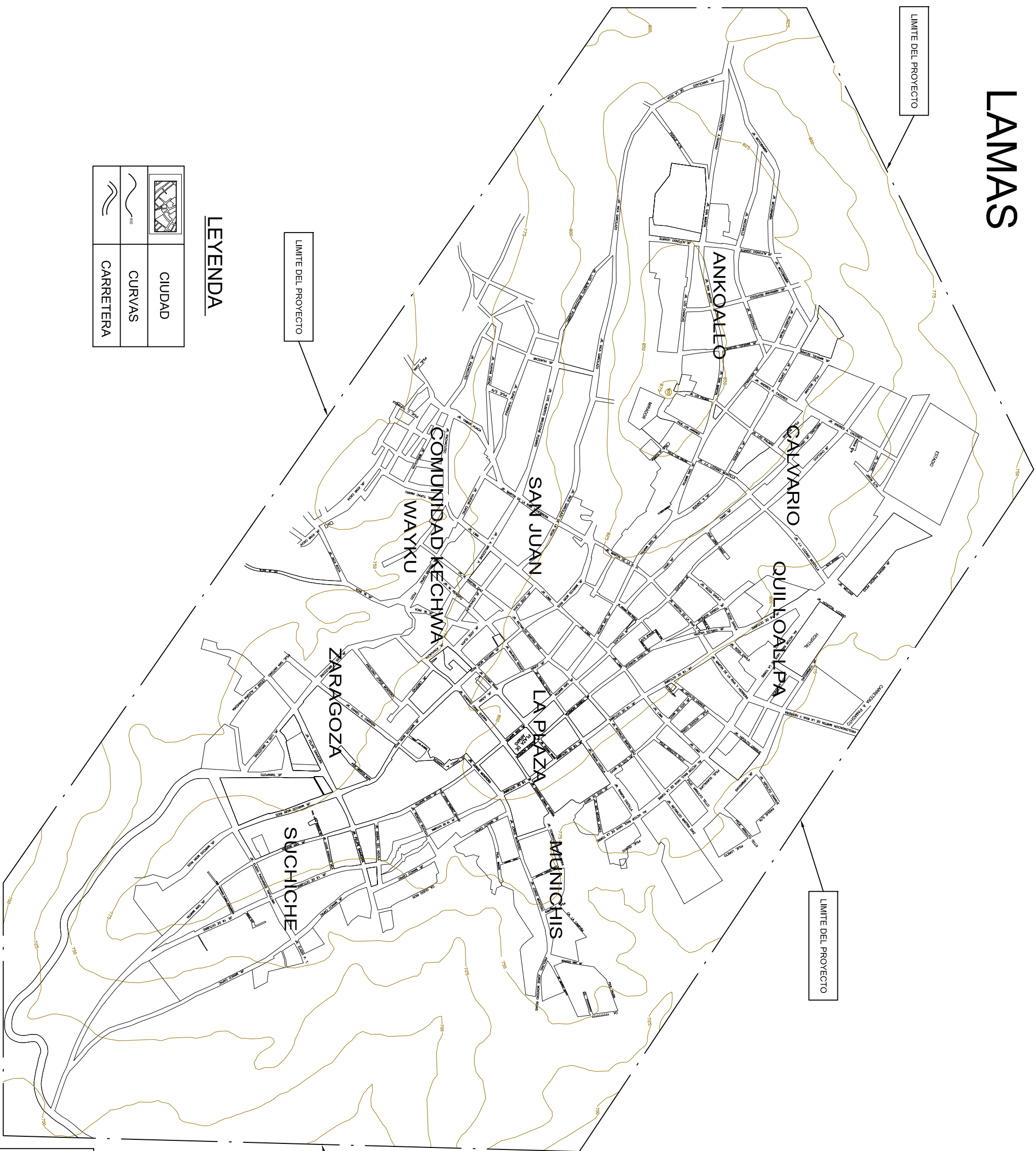


LEYENDA	
	LIMITE DEPARTAMENTAL
	LIMITE PROVINCIAL
	CIUDAD CAPITAL
	CAPITAL PROVINCIAL



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051	
PROYECTO:	CIUDADES SOSTENIBLES
ESTUDIO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
MAPA:	UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO
PLANO:	01
FECHA:	DICIEMBRE 2005
ESCALA:	INDICADA

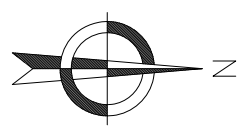
LAMAS



LIMITE DEL PROYECTO

LIMITE DEL PROYECTO

LIMITE DEL PROYECTO

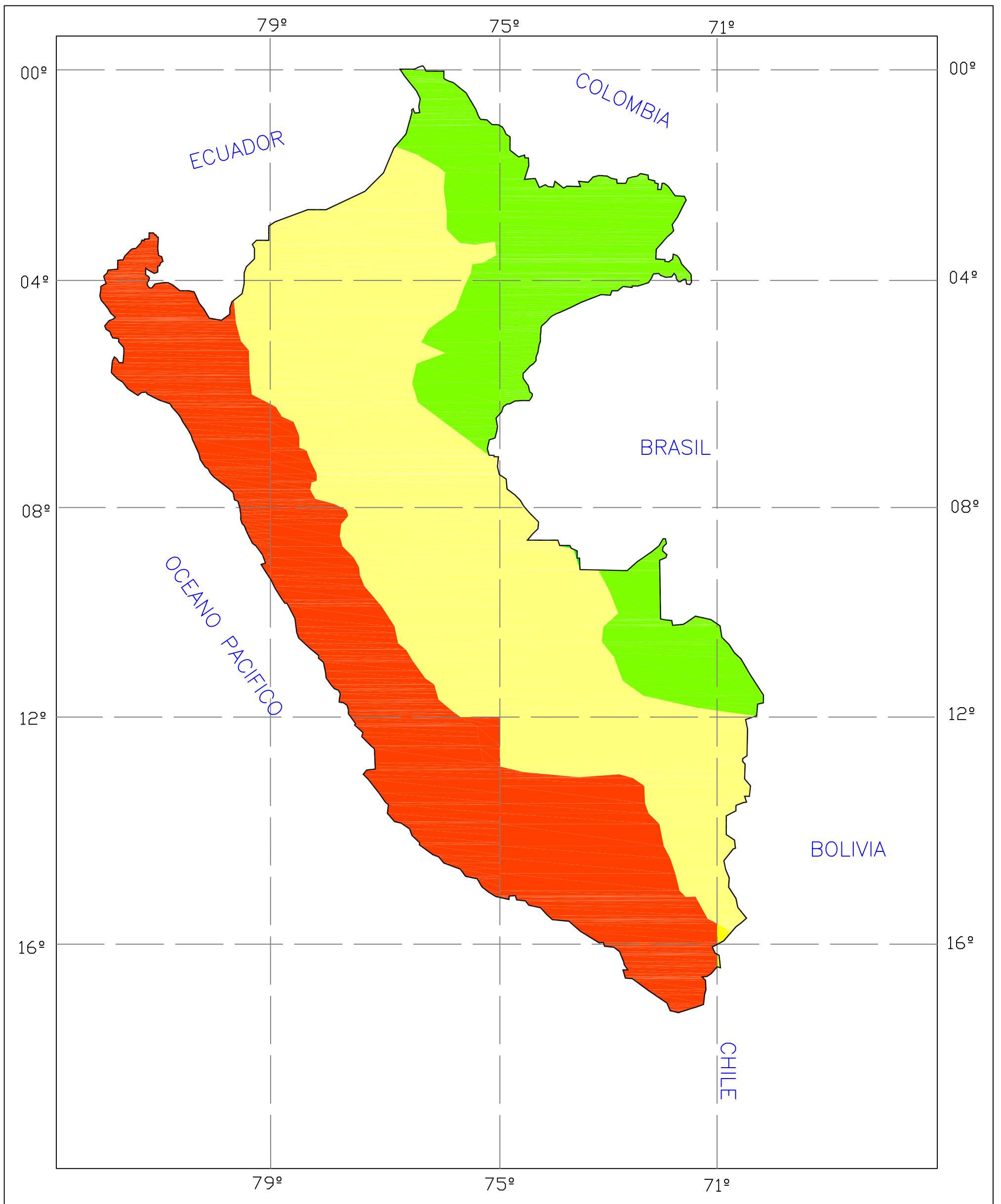


LEYENDA



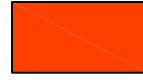
	CIUDAD
	CURVAS
	CARRETERA



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051	
PROYECTO:	CIUDADES SOSTENIBLES
ESTUDIOS:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
MAPA:	PLANO TOPOGRAFICO
PLANO:	02
FECHA:	DICIEMBRE 2005
ESCALA:	1 : 10,000



LEYENDA

ZONA 1		Intensidad IV ó Menos
ZONA 2		Intensidad V a VII
ZONA 3		Intensidad VIII ó Más



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051

PROYECTO: CIUDADES SOSTENIBLES

ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS

MAPA: REGIONALIZACION SISMICA

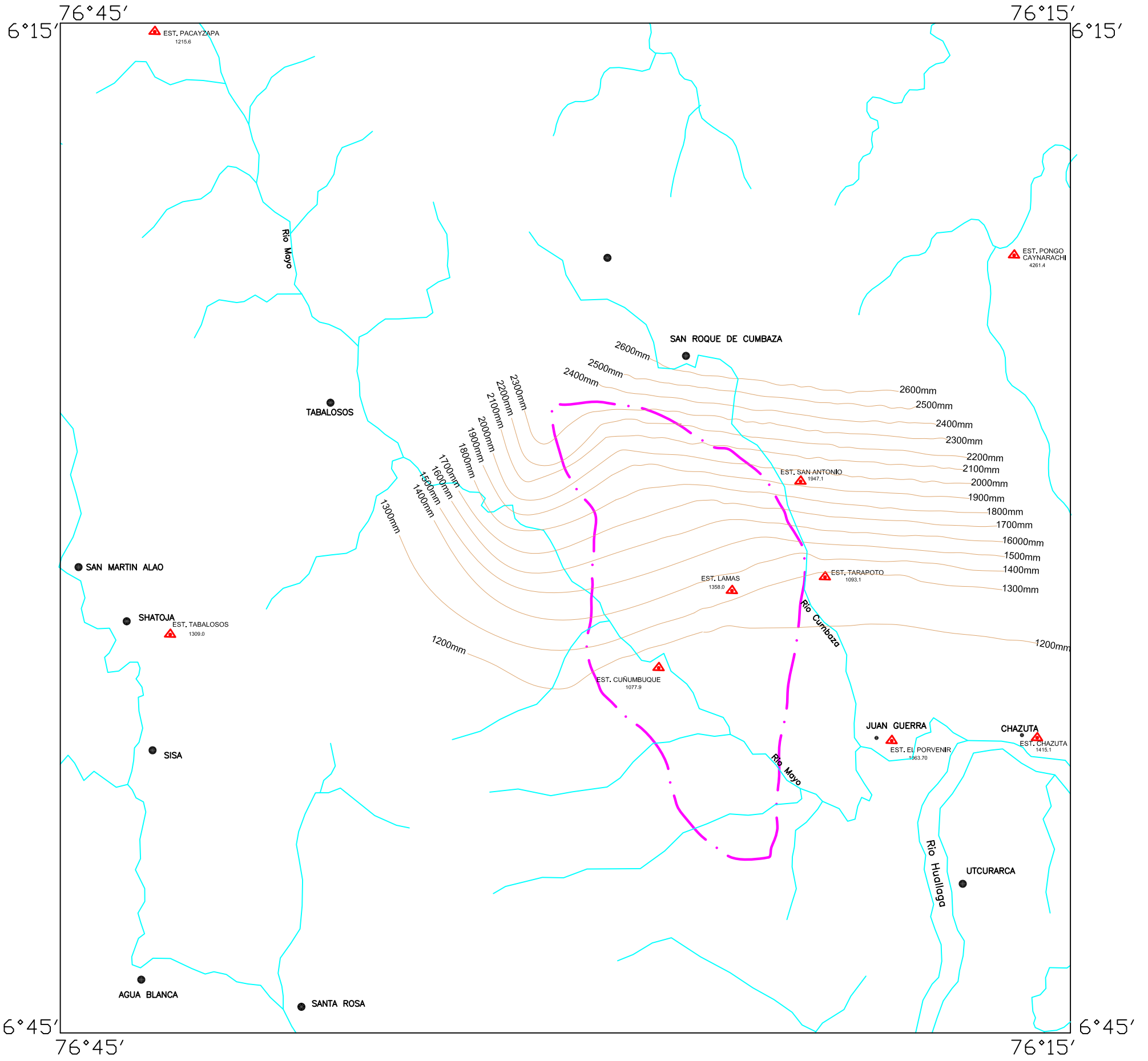
PLANO:

03

FECHA: DICIEMBRE 2005

ESCALA:

LAMAS



LEYENDA



ESTACION CLIMATOLOGICA ORDINARIA



CENTROS POBLADOS



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051

PROYECTO: CIUDADES SOSTENIBLES

ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS

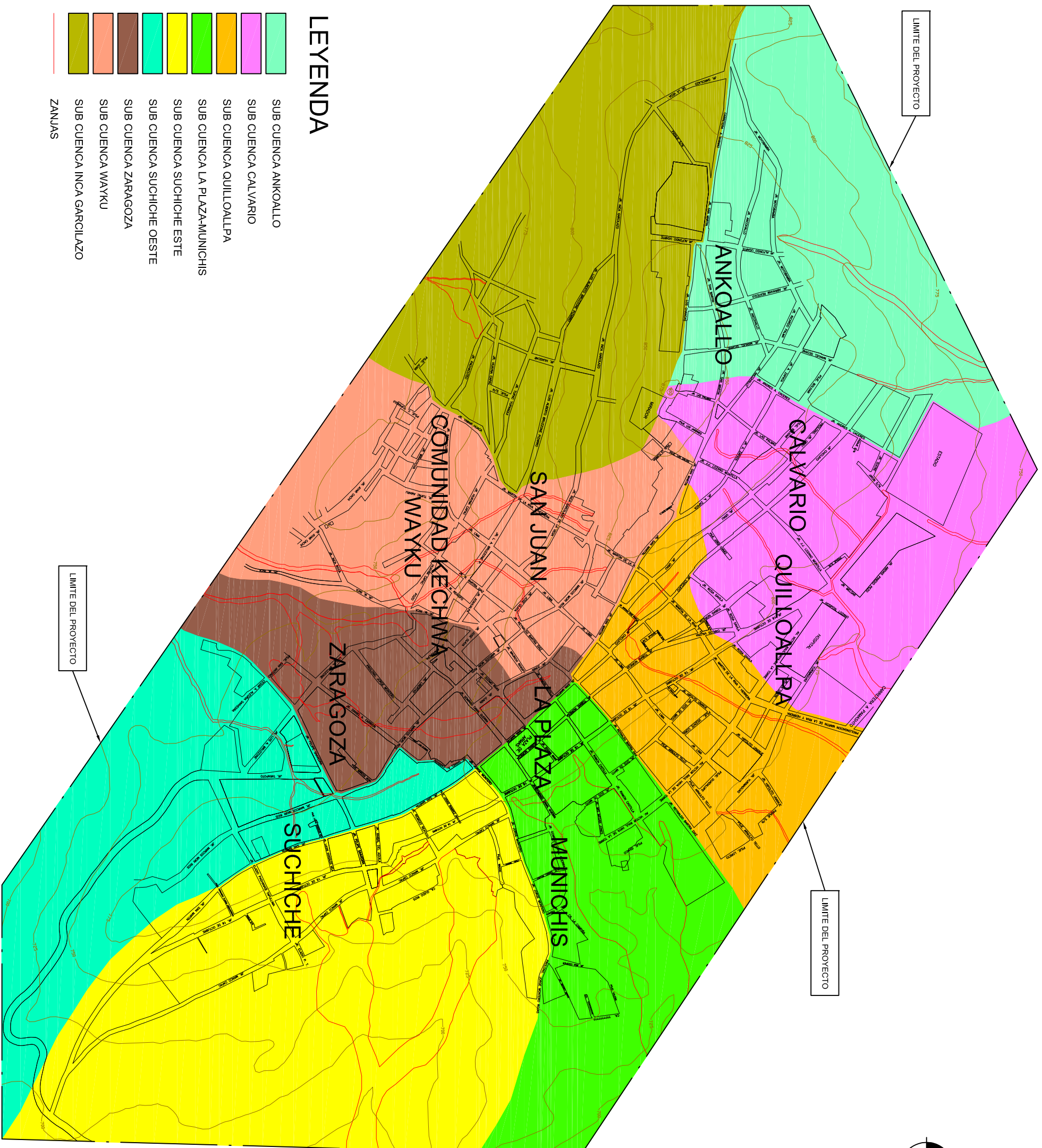
MAPA: ISOYETAS

PLANO: 04

FECHA: DICIEMBRE 2005

ESCALA: 1 : 10,000

LAMAS

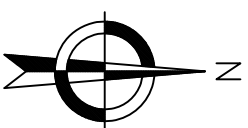


LIMITE DEL PROYECTO

LIMITE DEL PROYECTO

LIMITE DEL PROYECTO

LIMITE DEL PROYECTO



LEYENDA

- SUB CUENCA ANKOALLO
- SUB CUENCA CALVARIO
- SUB CUENCA QUILLOALLPA
- SUB CUENCA LA PLAZA-MUNICHIS
- SUB CUENCA SUCHICHE ESTE
- SUB CUENCA SUCHICHE OESTE
- SUB CUENCA ZARAGOZA
- SUB CUENCA WAYKU
- SUB CUENCA INCA GARGILAZO
- ZANUJAS



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051	
PROYECTO: CIUDADES SOSTENIBLES	PLANOS: 05
ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS	FECHA: DICIEMBRE 2005
MAPEO: PLANO DE SUB CUENCAS	ESCALA: 1 : 10.000

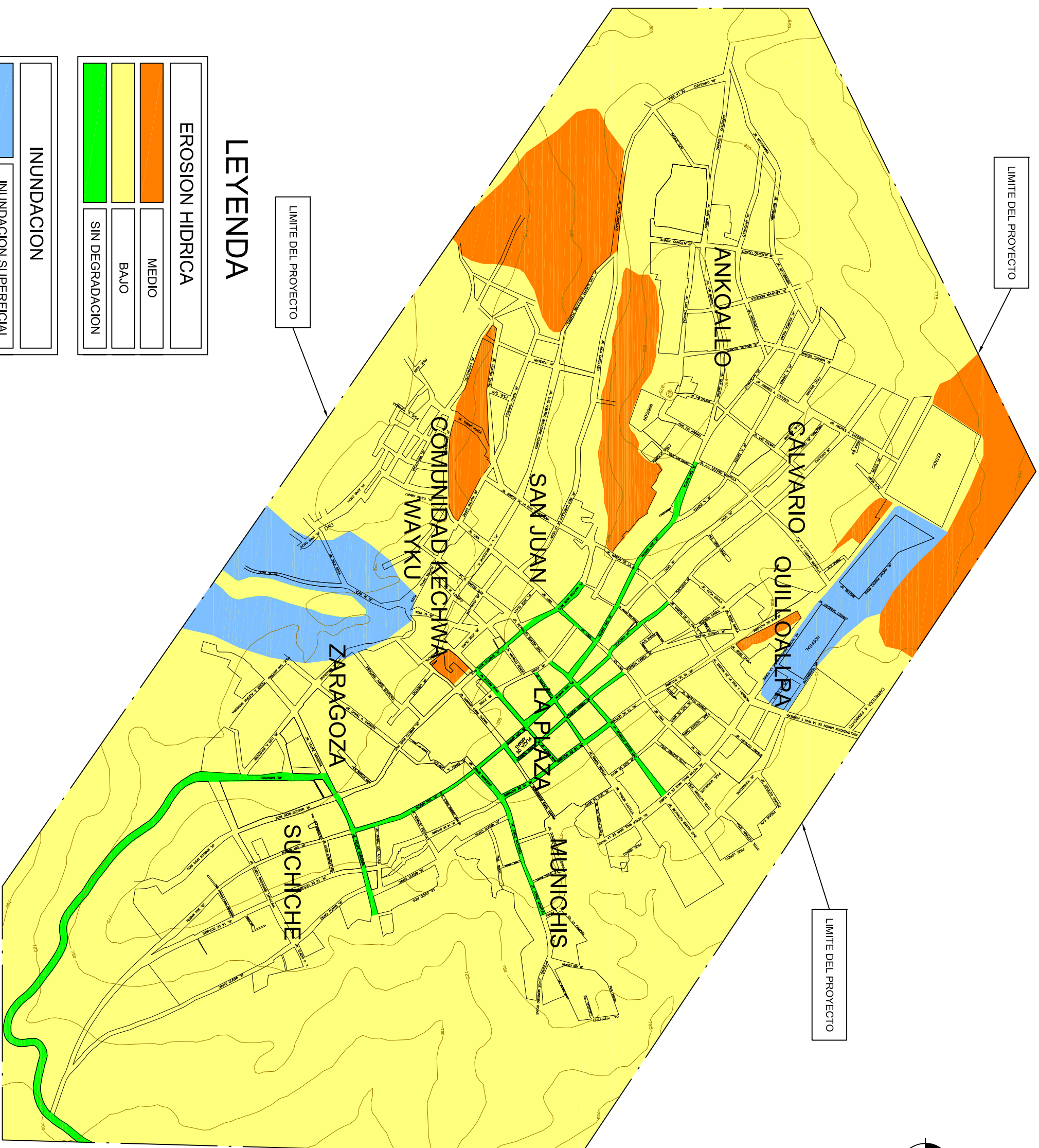
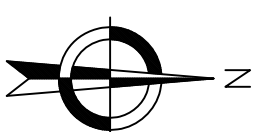
LAMAS

LIMITE DEL PROYECTO

LIMITE DEL PROYECTO

LIMITE DEL PROYECTO

LIMITE DEL PROYECTO



LEYENDA

EROSION HIDRICA

MEDIO

BAJO

SIN DEGRADACION

INUNDACION

INUNDACION SUPERFICIAL



PROYECTO: INDECI - PNUD - PER / 02 / 051

ESTUDIO: CIUDADES SOSTENIBLES

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS

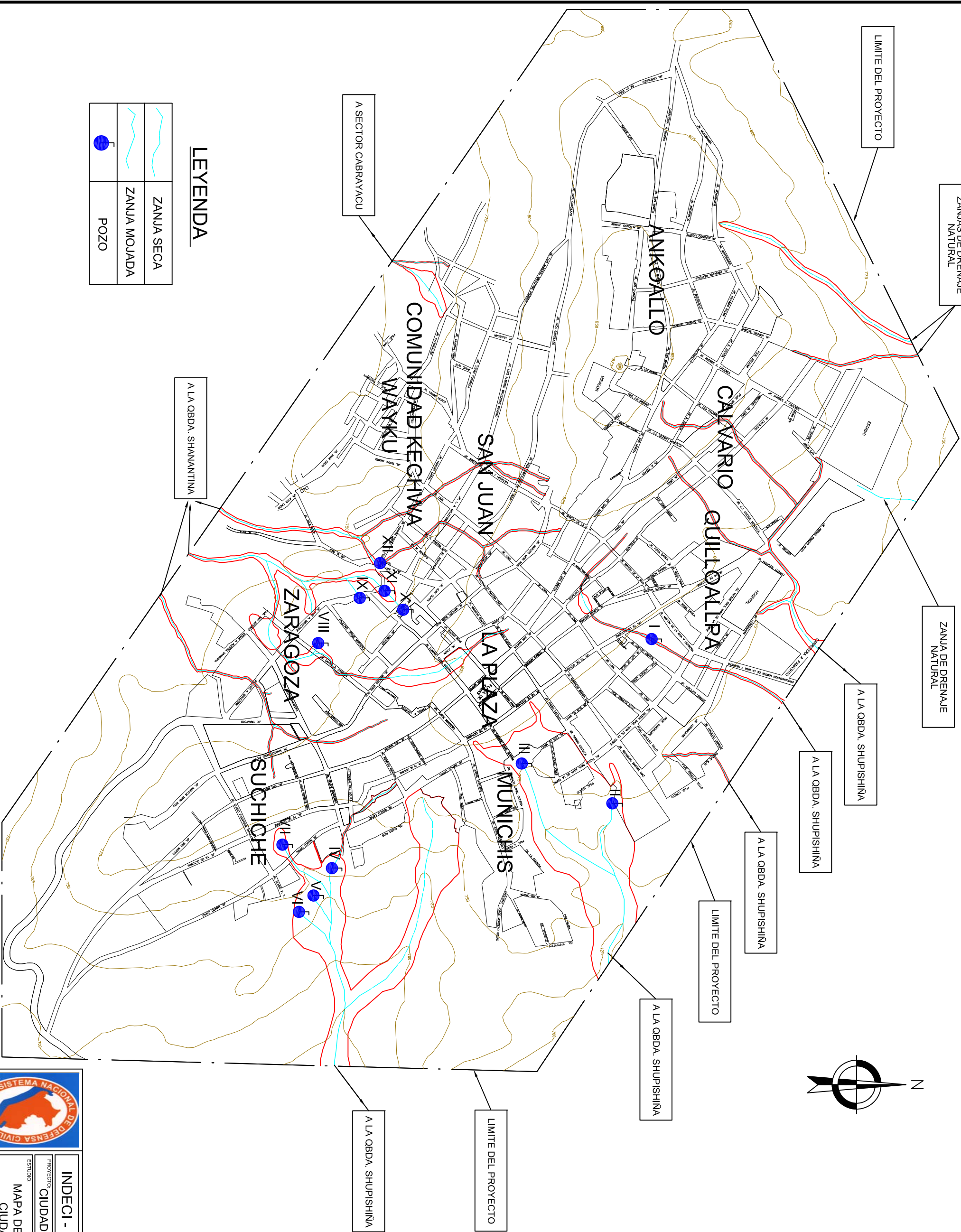
MAPA: ZONAS DE EROSION Y SEDIMENTACION

PLANO: 06

FECHA: DICIEMBRE 2005

ESCALA: 1 : 10.000

LAMAS



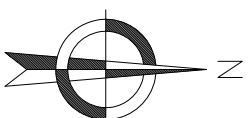
LEYENDA

	ZANJA SECA
	ZANJA MOJADA
	POZO

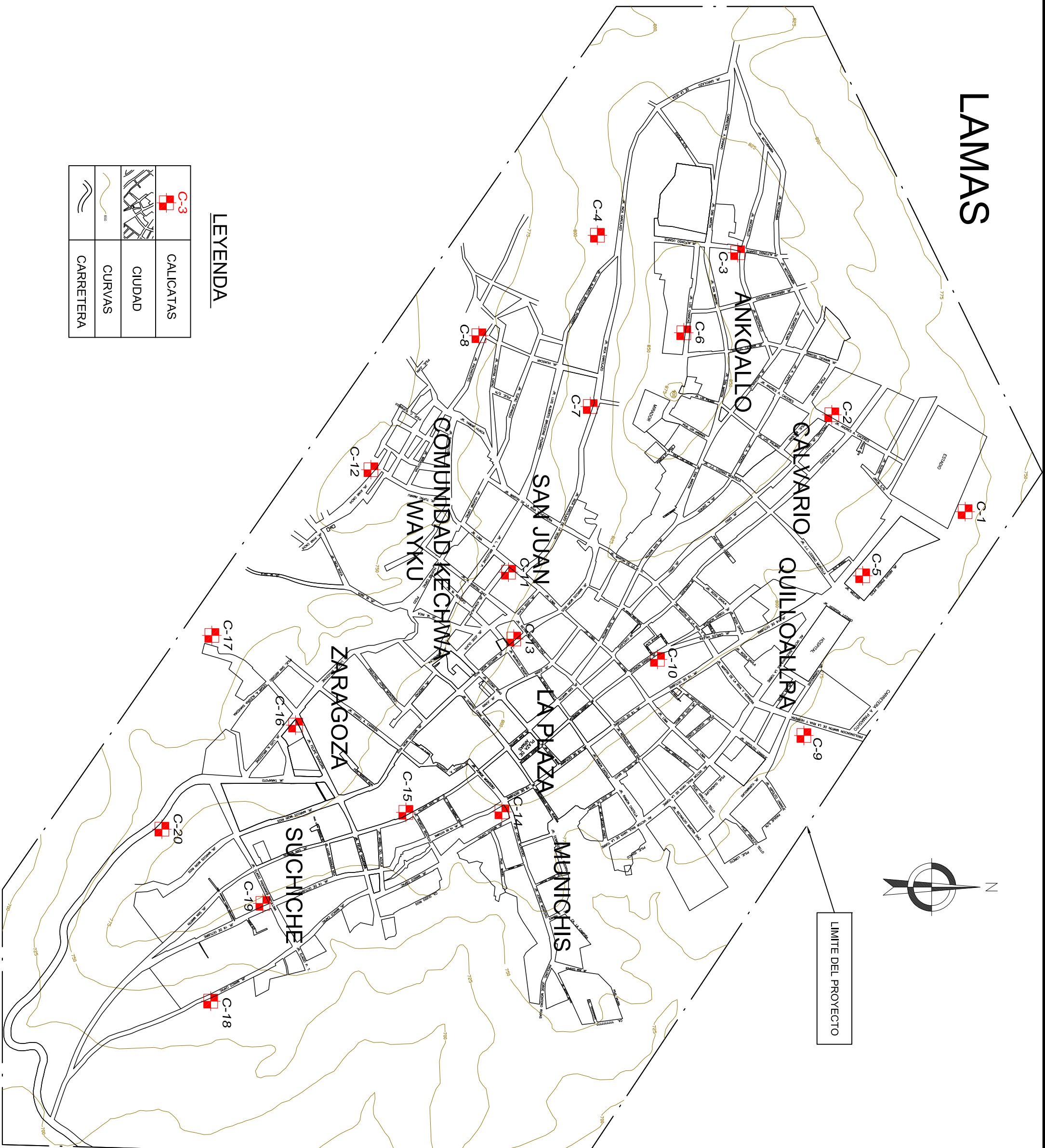


INDECI - PNUD - PER / 02 / 051	
PROYECTO:	CIUDADES SOSTENIBLES
ESTUDIO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
MAPA:	PLANO HIDROGEOLOGICO
PLANO:	07
FECHA:	DICIEMBRE 2005
ESCALA:	1 : 10.000

LAMAS



LIMITE DEL PROYECTO



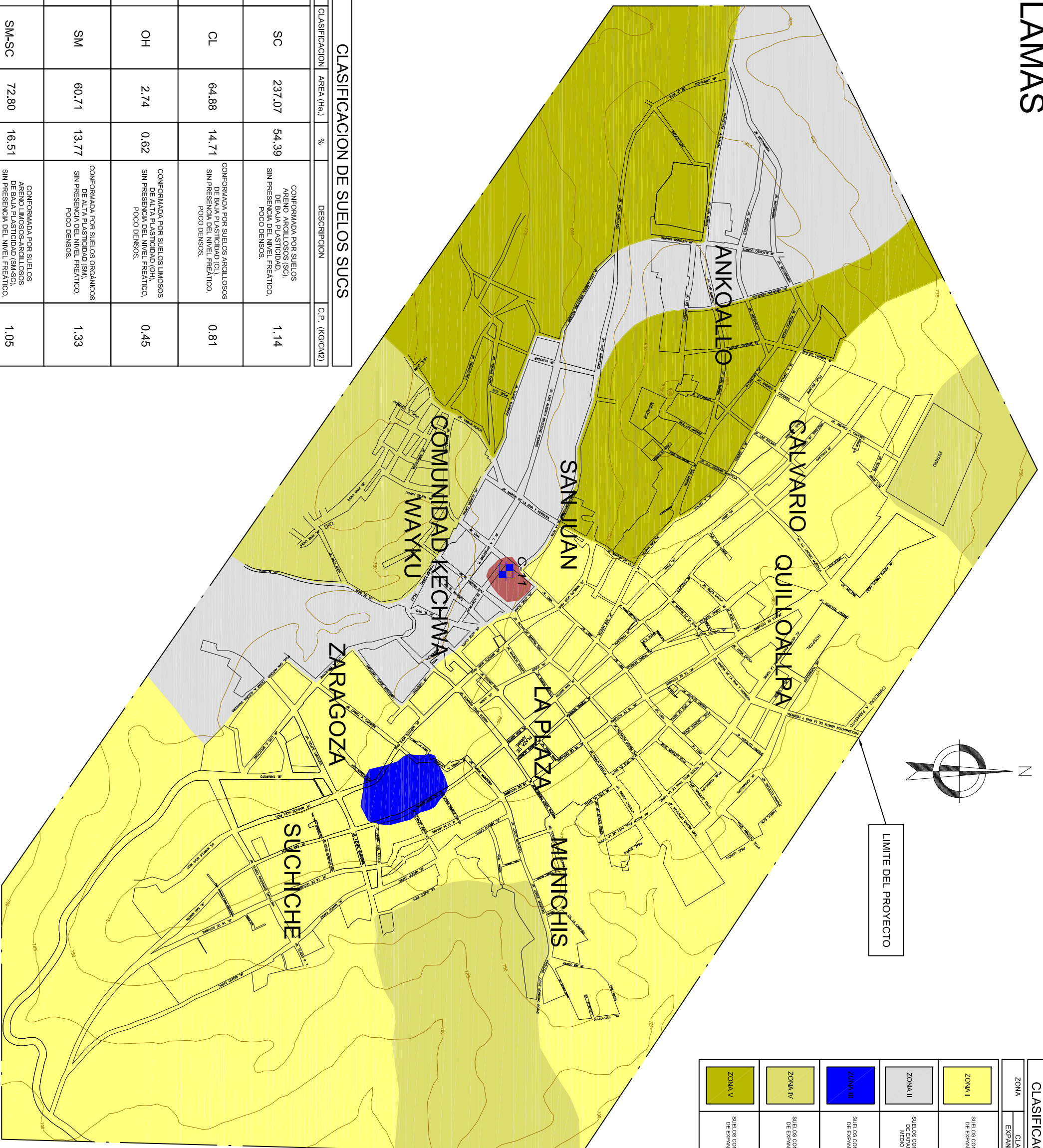
LEYENDA

	C-3	CALICATAS
		CIUDAD
		CURVAS
		CARRETERA



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051	
PROYECTO:	CIUDADES SOSTENIBLES
ESTUDIO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
FECHA:	DICIEMBRE 2005
ESCALA:	1 : 10.000
UBICACION DE CALICATAS	

LAMAS



CLASIFICACION DE SUELOS SUCS

ZONA	CLASIFICACION	AREA (Ha.)	%	DESCRIPCION	C.P. (KG/CM2)
ZONA I	SC	237.07	54.39	CONFORMADA POR SUELOS ARENO ARCILLOSOS (SC), SIN PRESENCIA DEL NIVEL FREATICO, POCO DENSOS.	1.14
ZONA II	CL	64.88	14.71	CONFORMADA POR SUELOS DE BAJA PLASTICIDAD (CL), SIN PRESENCIA DEL NIVEL FREATICO, POCO DENSOS.	0.81
ZONA III	OH	2.74	0.62	CONFORMADA POR SUELOS LIMOSOS DE NIVEL FREATICO (OH), SIN PRESENCIA DEL NIVEL FREATICO, POCO DENSOS.	0.45
ZONA IV	SM	60.71	13.77	CONFORMADA POR SUELOS ORGANICOS DE NIVEL FREATICO (SM), SIN PRESENCIA DEL NIVEL FREATICO, POCO DENSOS.	1.33
ZONA V	SM-SC	72.80	16.51	CONFORMADA POR SUELOS ARENO LIMOSOS-ARCILLOSOS (SM-SC), SIN PRESENCIA DEL NIVEL FREATICO, POCO DENSOS.	1.05

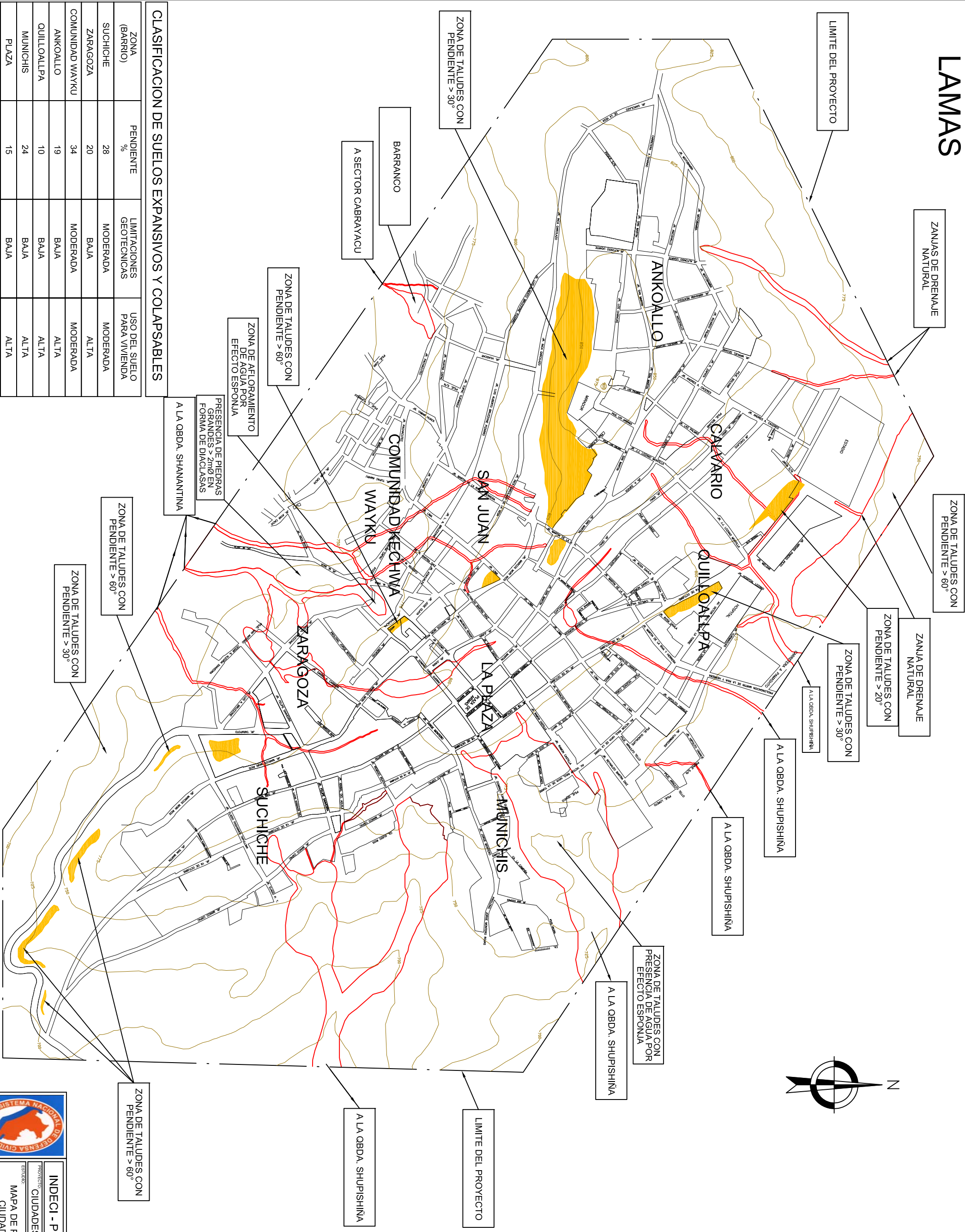
CLASIFICACION DE SUELOS EXPANSIVOS Y COLAPSABLES

ZONA	CLASIFICACION DE SUELOS		SECTORES
	EXPANSIVOS	COLAPSABLES	
ZONA I	SUELOS CON POTENCIAL DE EXPANSION BAJO	SUELOS NO COLAPSABLES	SE CONSIDERA LAS ZONAS UBICADAS EN LOS BARRIOS SUCHICHE LA PLAZA PARTE DE MUNCHIS, CALVARIO, QULLOALLPA
ZONA II	SUELOS CON POTENCIAL DE EXPANSION BAJO	SUELOS COLAPSABLES	SE CONSIDERA COLAPSABLE SOLO EL AREA DE INFLUENCIA DE LA CALICATA NRO. 11 PARA ENTERRAR FALLA DE LA CIMENTACION
ZONA III	SUELOS CON POTENCIAL DE EXPANSION ALTO	SUELOS NO COLAPSABLES	SE CONSIDERA COLAPSABLE TODA EL AREA DE INFLUENCIA DE LA CALICATA NRO. 15 DEBEN TOMARSE LAS PRECAUCIONES QUE IMPLICAN CAMBIO DE LA NATURALEZA DEL SUELO EXPANSIVO.
ZONA IV	SUELOS CON POTENCIAL DE EXPANSION BAJO	SUELOS NO COLAPSABLES	SE CONSIDERA LAS ZONAS QUE CONFORMAN EL AREA DE INFLUENCIA DE LAS CALICATA NRO. 14 (BARRIO MUNCHIS) Y EL AREA DE INFLUENCIA DE LA CALICATA NRO. 01 (BARRIO QULLOALLPA)
ZONA V	SUELOS CON POTENCIAL DE EXPANSION BAJO	SUELOS NO COLAPSABLES	SE CONSIDERA LAS ZONAS QUE CONFORMAN EL AREA DE INFLUENCIA DE LAS CALICATA NRO. 06 (BARRIO ANKOALLO)



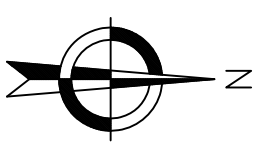
INDECI - PNUD - PER / 02 / 051	
PROYECTO:	CIUDADES SOSTENIBLES
ESTUDIO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
FECHA:	09 DICIEMBRE 2005
ESCALA:	1 : 10,000
CLASIFICACION DE SUELOS	


LAMAS



CLASIFICACION DE SUELOS EXPANSIVOS Y COLAPSABLES

ZONA (BARRIO)	PENDIENTE %	LIMITACIONES GEOTECNICAS	USO DEL SUELO PARA VIVIENDA
SUCHICHE	28	MODERADA	MODERADA
ZARAGOZA	20	BAJA	ALTA
COMUNIDAD WAYKU	34	MODERADA	MODERADA
ANKOALLO	19	BAJA	ALTA
QUILLOALLPA	10	BAJA	ALTA
MUNICHIS	24	BAJA	ALTA
PLAZA	15	BAJA	ALTA
SAN JUAN	30	MODERADA	MODERADA
CALVARIO	19	BAJA	ALTA





INDECI - PNUD - PER / 02 / 051

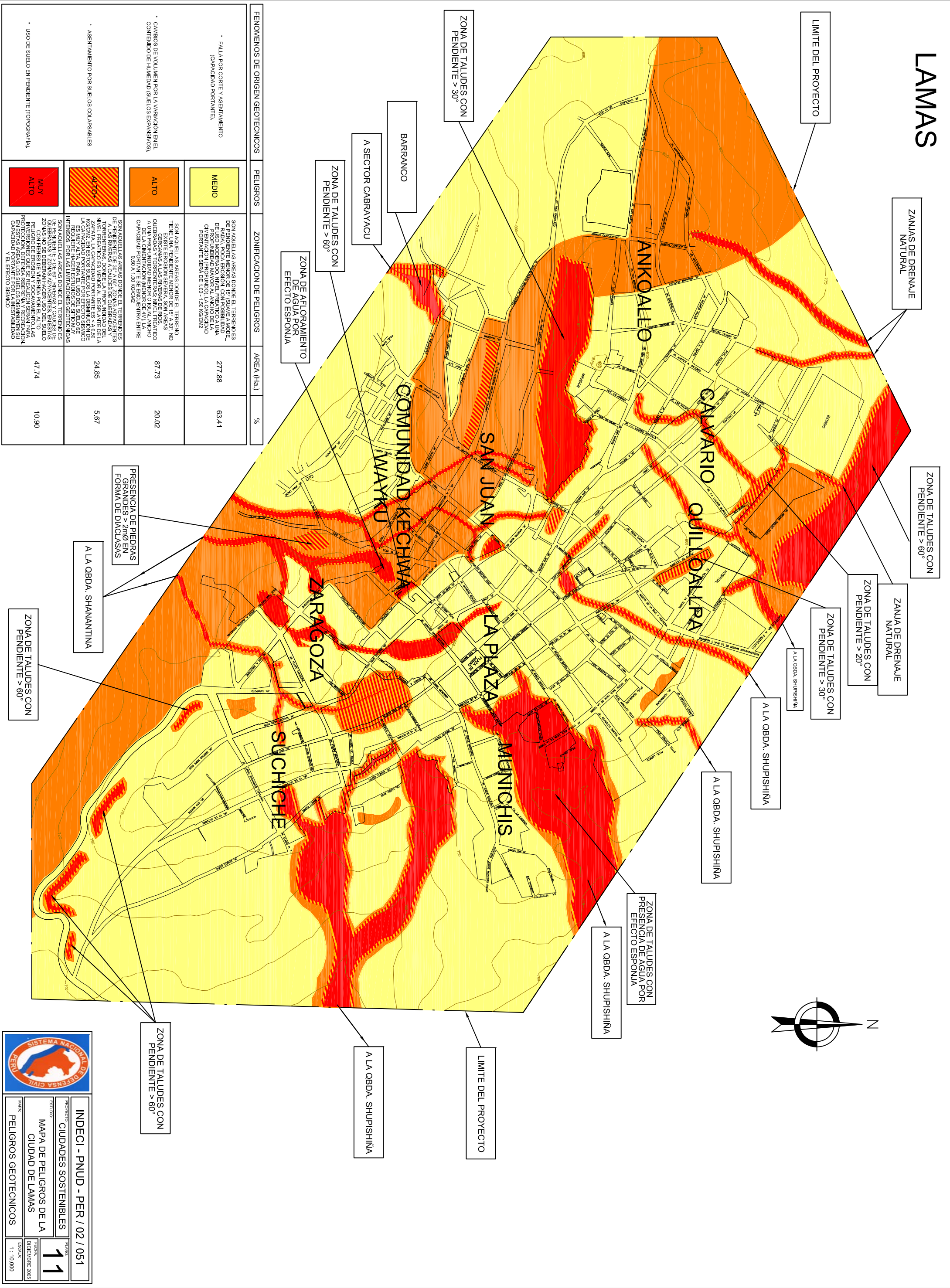
PROYECTO: CIUDADES SOSTENIBLES

ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS


FECHA: DICIEMBRE 2005

ESCALA: 1 : 10.000

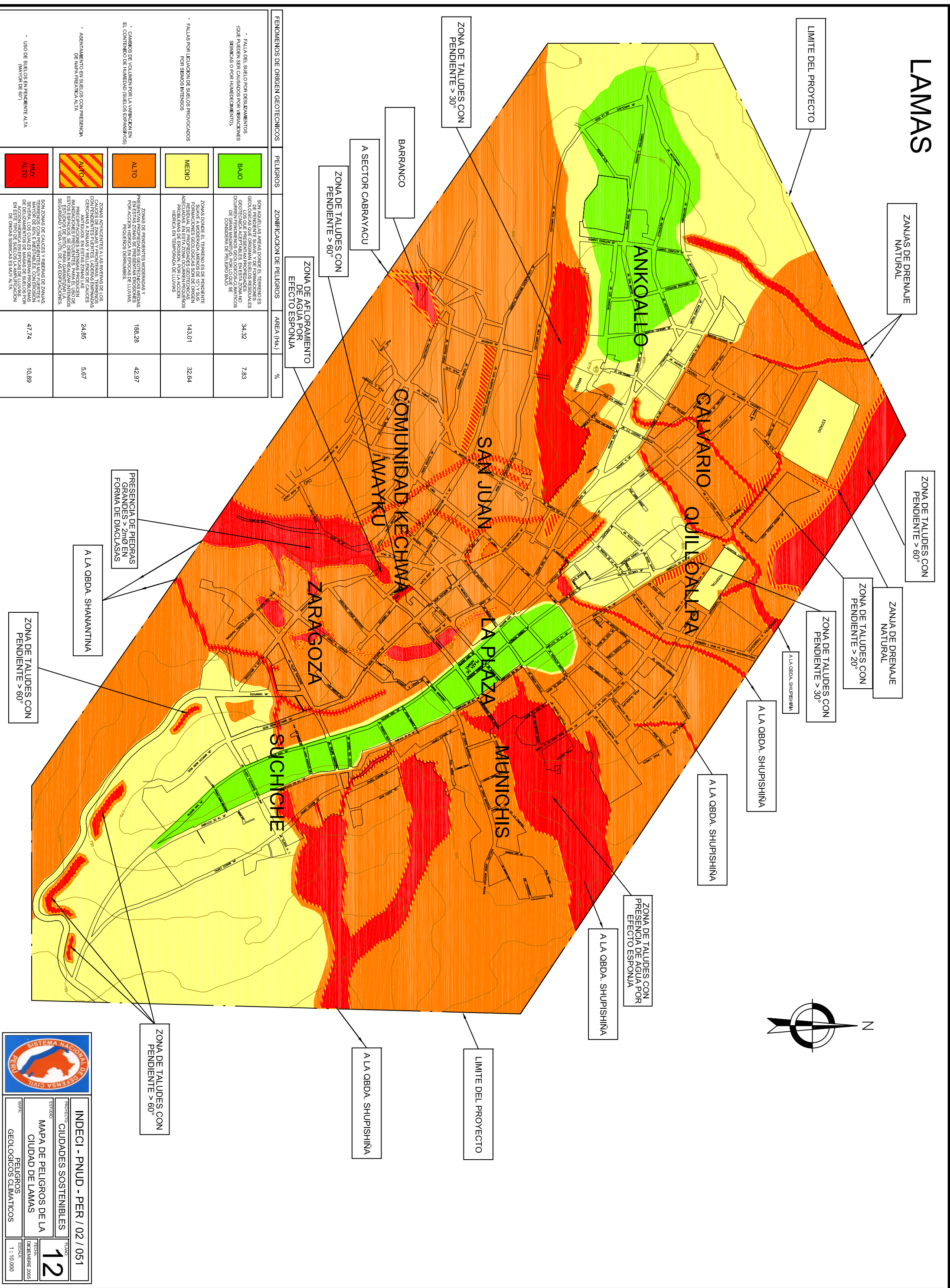
LAMAS




FENOMENOS DE ORIGEN GEOTECNICOS	PELIGROS	ZONIFICACION DE PELIGROS	AREA (Ha.)	%
<ul style="list-style-type: none"> • FALTA POR CORTE Y ASENTAMIENTO (CAPACIDAD PORTANTE). 	MEDIO	SON AQUELLAS AREAS DONDE EL TERRENO ES DE PENDIENTE MENOR DE 15° (GUAYE A MODE- DE USO MODERADO, SIN EL TREATICO A UNA PROFUNDIDAD MAYOR AL ANCHO DE LA CIMENTACION PROFUNDO). LA CAPACIDAD PORTANTE SIENA DE 100 - 150 KG/CM2	277.98	63.41
<ul style="list-style-type: none"> • CAMBIOS DE VOLUMEN POR LA VARIACION EN EL CONTENIDO DE HUMEDAD (SUELOS EXPANSIVOS). 	ALTO	SON AQUELLAS AREAS DONDE EL TERRENO TIENE EXISTE EROSION SEVERA, SON AREAS QUERRAS Y TORRENTAS NIVEL TREATICO A DE LA CIMENTACION MENOR DE 4M LA CAPACIDAD PORTANTE SE ENCUENTRA ENTRE 0.50 A 1.00 KG/CM2	87.73	20.02
<ul style="list-style-type: none"> • ASENTAMIENTO POR SUELOS COLAPSABLES 	ALTO+	SON AQUELLAS AREAS DONDE EL TERRENO ES DE PENDIENTE DE 30° A 60°. ZONAS ADVAGENTES A LAS HIVERAS A CAUCES DE QUERRAS Y TORRENTAS NIVEL TREATICO A DE LA CIMENTACION MENOR AL DESNANTE DE LA ZONATA. LA CAPACIDAD PORTANTE ES < A 0.50 KG/CM2. EN ESTOS SUELOS LA DISMINUCION DE LA CAPACIDAD PORTANTE POR EL EFECTO DE LA ES MUY ALTA, PARA EL USO DEL SUELO SE REQUIERE HACER ESTUDIOS DE SITUACIONES INGENIERILES PARA DETERMINAR LAS CAPACIDADES DE PENDIENTES Y ZONAS ADVAGENTES, EN ESTAS ZONAS NO SE PERMITEN HACER USO DEL SUELO PARA INVERSIONES QUE SE REALIZAN PARA LAS INVERSIONES EN ESTAS AREAS LOS SUELOS MUEVEN SU CAPACIDAD PORTANTE POR LA INESTABILIDAD Y EL EFECTO SISMICO	24.85	5.67
<ul style="list-style-type: none"> • USO DE SUELO EN PENDIENTE (TOPOGRAFIA). 	MUY ALTO	SON AQUELLAS AREAS DONDE EL TERRENO TIENE EXISTE EROSION SEVERA, SON AREAS QUERRAS Y TORRENTAS NIVEL TREATICO A DE LA CIMENTACION MENOR DE 4M LA CAPACIDAD PORTANTE SIENA DE 100 - 150 KG/CM2	47.74	10.90


INDECI - PNUD - PER / 02 / 051
 PROYECTO: CIUDADES SOSTENIBLES
 ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
 FECHA: DICIEMBRE 2005
 ESCALA: 1 : 10,000

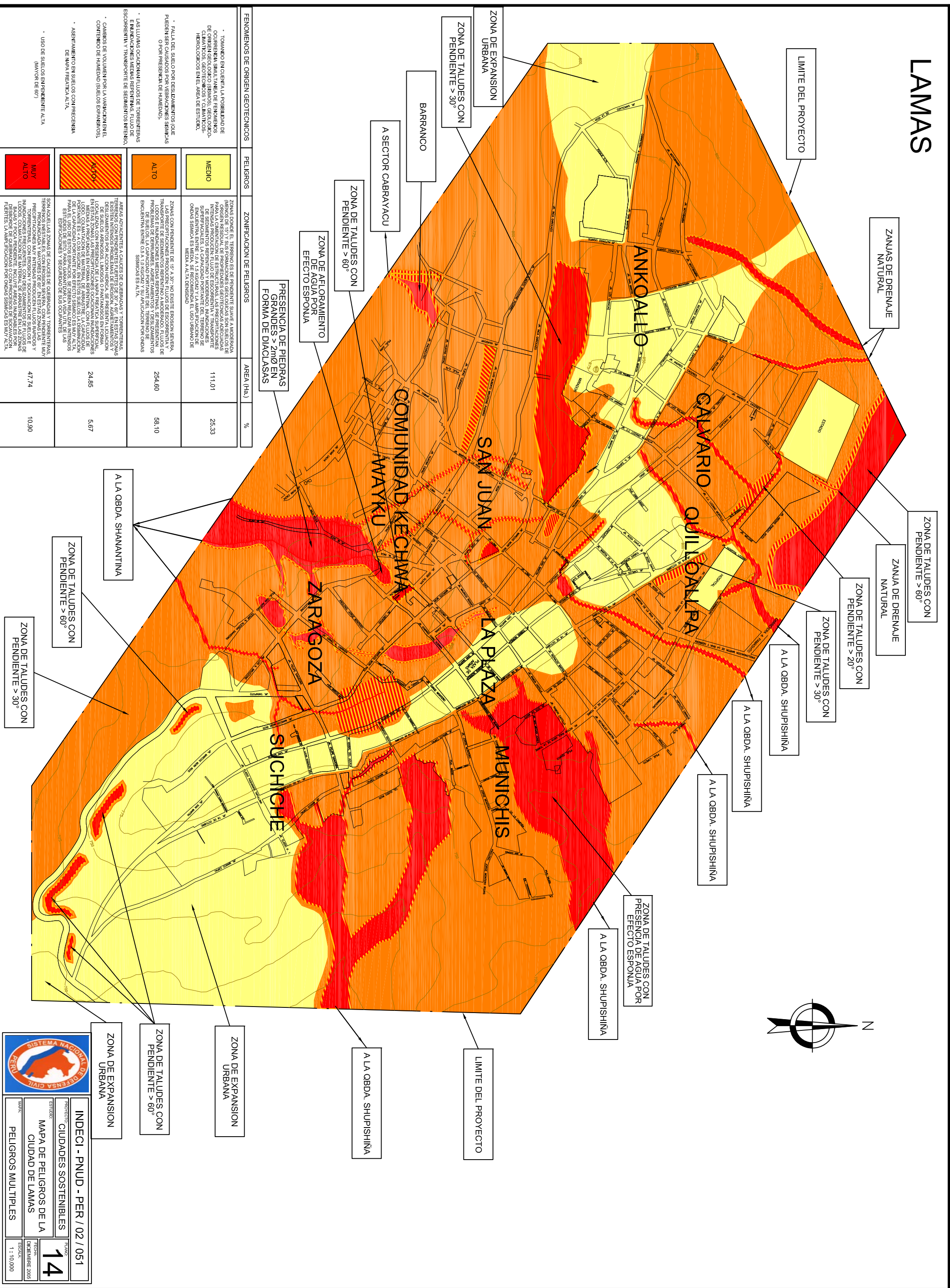
LAMAS



FENOMENOS DE ORIGEN GEOTECNICOS	PELIGROS	ZONIFICACION DE PELIGROS	AREA (Ha.)	%
<ul style="list-style-type: none"> FALLA DEL SUELO POR DESLIZAMIENTOS (QUE PUEDEN SER CAUSADOS POR VARIACIONES SISMICAS O POR HUMEDADEMENTO). 	BAJO	SON AQUELLAS AREAS DONDE EL TERRENO ES DE PENDIENTE SUAVE Y DE FORMACIONES GEOLOGICAS QUE ORIGINAN SUELOS RESIDUALES GEOTECNICAMENTE ACEPTABLES; EN ESTA ZONA NO OCURREN FENOMENOS GEOTECNICOS QUE SE CONSIDERA DE PELIGRO BAJO.	34.32	7.83
<ul style="list-style-type: none"> FALLAS POR LIQUACION DE SUELOS PROVOCADOS POR SISMOS INTENSOS 	MEDIO	ZONAS DONDE EL TERRENO ES DE PENDIENTE SUAVE A MODERADA MENOS DE 15° Y SUELOS RESIDUALES DE PROPIEDADES GEOTECNICAMENTE ACEPTABLES EN TEMPOADA DE LLUVIAS.	143.01	32.64
<ul style="list-style-type: none"> CAMBIOS DE VOLUMEN POR LA VARIACION EN EL CONTENIDO DE HUMEDAD (SUELOS EXPANSIVOS) 	ALTO	ZONAS DE PENDIENTES MODERADAS Y PRESENTAN PROPIEDADES GEOTECNICAS MENOS ADECUADAS EN ESTA ZONA OCURREN PEQUEÑOS FENOMENOS GEOTECNICOS EN TEMPOADA DE LLUVIAS.	188.28	42.97
<ul style="list-style-type: none"> ASENTAMIENTO EN SUELOS CON PRESENCIA DE MAYA FRENTICA ALTA 	AUTO	ZONAS AVANZANTES A LAS RIVIERAS DE LOS CAUCES Y ZANJAS Y RELLenos DE CAUCES CERCA DE LAS ZANJAS Y RELLenos DE CAUCES EN ESTAS ZONAS OCURREN PEQUEÑOS FENOMENOS GEOTECNICOS EN TEMPOADA DE LLUVIAS.	24.85	5.67
<ul style="list-style-type: none"> USO DE SUELOS EN PENDIENTE ALTA (MAYOR DE 80°) 	MUY ALTO	SON ZONAS DE CAUCES Y RIVIERAS DE ZANJAS EN ESTAS ZONAS OCURREN PEQUEÑOS FENOMENOS GEOTECNICOS EN TEMPOADA DE LLUVIAS. EN ESTAS ZONAS OCURREN PEQUEÑOS FENOMENOS GEOTECNICOS EN TEMPOADA DE LLUVIAS.	47.74	10.89



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051
 PROYECTO: CIUDADES SOSTENIBLES
 ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
 PELIGROS: GEOLÓGICOS CLIMÁTICOS
 FECHA: 12
 DICIEMBRE 2005
 ESCALA: 1 : 10,000

LAMAS



PELIGROS	ZONIFICACION DE PELIGROS	AREA (Ha.)	%
MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> • TOMANDO EN CUENTA LA POSIBILIDAD DE OCURRENCIA, SIMULTANEA, DE FENOMENOS DE ORIGEN GEOLOGICO (SISMOS), GEOLOGICO-CLIMATICOS, GEOTECNICOS Y CLIMATICOS-HIDROLOGICOS EN EL AREA DE ESTUDIO. 	1111.01	26.33
ALTO	<ul style="list-style-type: none"> • FALTA DEL SUELO POR DESLIZAMIENTOS (QUE PUEDEN SER CAUSADOS POR VIBRACIONES SISMICAS O POR PRESENCIA DE HUMEDAD). • LAS LUVIAS OCACIONAN FLUJOS DE TORRENTERAS ESCORRENTIA Y TRANSPORTE DE SEDIMENTOS INTENSOS. 	254.60	58.10
ALTO*	<ul style="list-style-type: none"> • AREAS AVANZANTES A CAUCES DE QUEBRADAS Y TORRENTERAS, TERREMOTOS CON PENDIENTES FUERTES DE 30° A 60°, EN ESTAS ZONAS DESLIZAMIENTOS POR ACCION HORIZONTAL, SE PRESENTA LA OCACION DE SUELOS ARENOSOS, LIMOSOS O PANTANOSOS EN FORMA DE ZONAS DE SUELOS INESTABLES. • EN ESTAS ZONAS LAS PRECIPITACIONES OCACIONAN INUNDACIONES MEDIANAS Y PROFUNDAS EN FORMA PERMANENTE CON FLUJOS DE PORTANTEES A 0.20 M/GCM2. EN ESTOS SUELOS LA DEMARCACION PARA EL USO DE ESTOS ESPACIOS, SE DEBEN REALIZAR INTENSOS ESTUDIOS DE SITO PARA GARANTIZAR LA VIDA UTIL DE LAS ESTABILIZACIONES Y RESERVA DE SUS OBRAS. 	24.95	5.67
MUY ALTO	<ul style="list-style-type: none"> • SON AQUELLAS ZONAS DE CAUCES DE QUEBRADAS Y TORRENTERAS, TERREMOTOS MUY INTENSOS, SIENTA CON PENDIENTES MUY PRECIPITACIONES MUY INTENSAS PRODUCEN FLUJOS RAPIDOS Y INUNDACIONES CON FUERTE ESCORRENTIA EN LAS ZONAS DE LINDERO, COLMATAcion DE MATERIAL DE AVANZANTE EN LAS ZONAS DE RESERVA DE QUEBRADAS O CON PROCESOS DE SOCACION FUERTES. LA AMPLIFICACION POR ONDAS SISMICAS ES MUY ALTA. 	47.74	10.90

FENOMENOS DE ORIGEN GEOTECNICOS	PELIGROS	ZONIFICACION DE PELIGROS	AREA (Ha.)	%
<ul style="list-style-type: none"> • TOMANDO EN CUENTA LA POSIBILIDAD DE OCURRENCIA, SIMULTANEA, DE FENOMENOS DE ORIGEN GEOLOGICO (SISMOS), GEOLOGICO-CLIMATICOS, GEOTECNICOS Y CLIMATICOS-HIDROLOGICOS EN EL AREA DE ESTUDIO. 	MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> • FALTA DEL SUELO POR DESLIZAMIENTOS (QUE PUEDEN SER CAUSADOS POR VIBRACIONES SISMICAS O POR PRESENCIA DE HUMEDAD). • LAS LUVIAS OCACIONAN FLUJOS DE TORRENTERAS ESCORRENTIA Y TRANSPORTE DE SEDIMENTOS INTENSOS. 	1111.01	26.33
<ul style="list-style-type: none"> • FALTA DEL SUELO POR DESLIZAMIENTOS (QUE PUEDEN SER CAUSADOS POR VIBRACIONES SISMICAS O POR PRESENCIA DE HUMEDAD). • LAS LUVIAS OCACIONAN FLUJOS DE TORRENTERAS ESCORRENTIA Y TRANSPORTE DE SEDIMENTOS INTENSOS. 	ALTO	<ul style="list-style-type: none"> • AREAS AVANZANTES A CAUCES DE QUEBRADAS Y TORRENTERAS, TERREMOTOS CON PENDIENTES FUERTES DE 30° A 60°, EN ESTAS ZONAS DESLIZAMIENTOS POR ACCION HORIZONTAL, SE PRESENTA LA OCACION DE SUELOS ARENOSOS, LIMOSOS O PANTANOSOS EN FORMA DE ZONAS DE SUELOS INESTABLES. • EN ESTAS ZONAS LAS PRECIPITACIONES OCACIONAN INUNDACIONES MEDIANAS Y PROFUNDAS EN FORMA PERMANENTE CON FLUJOS DE PORTANTEES A 0.20 M/GCM2. EN ESTOS SUELOS LA DEMARCACION PARA EL USO DE ESTOS ESPACIOS, SE DEBEN REALIZAR INTENSOS ESTUDIOS DE SITO PARA GARANTIZAR LA VIDA UTIL DE LAS ESTABILIZACIONES Y RESERVA DE SUS OBRAS. 	254.60	58.10
<ul style="list-style-type: none"> • FALTA DEL SUELO POR DESLIZAMIENTOS (QUE PUEDEN SER CAUSADOS POR VIBRACIONES SISMICAS O POR PRESENCIA DE HUMEDAD). • LAS LUVIAS OCACIONAN FLUJOS DE TORRENTERAS ESCORRENTIA Y TRANSPORTE DE SEDIMENTOS INTENSOS. 	ALTO*	<ul style="list-style-type: none"> • AREAS AVANZANTES A CAUCES DE QUEBRADAS Y TORRENTERAS, TERREMOTOS MUY INTENSOS, SIENTA CON PENDIENTES MUY PRECIPITACIONES MUY INTENSAS PRODUCEN FLUJOS RAPIDOS Y INUNDACIONES CON FUERTE ESCORRENTIA EN LAS ZONAS DE LINDERO, COLMATAcion DE MATERIAL DE AVANZANTE EN LAS ZONAS DE RESERVA DE QUEBRADAS O CON PROCESOS DE SOCACION FUERTES. LA AMPLIFICACION POR ONDAS SISMICAS ES MUY ALTA. 	24.95	5.67
<ul style="list-style-type: none"> • FALTA DEL SUELO POR DESLIZAMIENTOS (QUE PUEDEN SER CAUSADOS POR VIBRACIONES SISMICAS O POR PRESENCIA DE HUMEDAD). • LAS LUVIAS OCACIONAN FLUJOS DE TORRENTERAS ESCORRENTIA Y TRANSPORTE DE SEDIMENTOS INTENSOS. 	MUY ALTO	<ul style="list-style-type: none"> • SON AQUELLAS ZONAS DE CAUCES DE QUEBRADAS Y TORRENTERAS, TERREMOTOS MUY INTENSOS, SIENTA CON PENDIENTES MUY PRECIPITACIONES MUY INTENSAS PRODUCEN FLUJOS RAPIDOS Y INUNDACIONES CON FUERTE ESCORRENTIA EN LAS ZONAS DE LINDERO, COLMATAcion DE MATERIAL DE AVANZANTE EN LAS ZONAS DE RESERVA DE QUEBRADAS O CON PROCESOS DE SOCACION FUERTES. LA AMPLIFICACION POR ONDAS SISMICAS ES MUY ALTA. 	47.74	10.90


INDECI - PNUD - PER / 02 / 051
 PROYECTO: CIUDADES SOSTENIBLES
 ESTUDIO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMAS
 FECHA: DICIEMBRE 2005
 ESCALA: 1 : 10,000