

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL

INDECI – PNUD – PER/02/051



**MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE:
Diciembre 2003**

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

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE

**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
LUIS MALAGA GONZALES**

**Asesor Técnico Principal
JULIO KUROIWA HORIUCHI**

**Asesor
ALFREDO PEREZ GALLEN0**

**Responsable del Proyecto
ALFREDO ZERGA OCAÑA**

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
INDECI**

**ING. CARLOS BALAREZO MESONES
DIRECTOR DE DEFENSA CIVIL – REGIÓN LAMBAYEQUE**

EQUIPO TECNICO CONSULTOR

**Ingeniero Principal:
WILLIAM RODRÍGUEZ SERQUEN**

**Ingeniero Asistente (01):
WALTER MORALES UCHOFEN**

**Ingeniero Asistente (02):
AGUSTÍN BASAURI ARAMBULO**

**Ingeniero SIG (03):
SALVADOR VELEZMORO SUÁREZ**

**ALCALDE DISTRITAL DE LAMBAYEQUE.
PRESIDENTE DEL COMITÉ DISTRITAL DE LAMBAYEQUE
PERCY RAMOS PUELLES**

**COLABORADORES:
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURA URBANA**

INDICE

Página

CAPÍTULO I

1.0 GENERALIDADES	13
2.0 ANTECEDENTES	15
3.0 OBJETIVOS	16
4.0 ALCANCES Y METAS	16
4.1 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	16
4.1.1 DE CAMPO	17
4.1.2 DE LABORATORIO	17
4.1.2.1 ENSAYOS ESPECIALES	17
4.1.2.2 ENSAYOS ESTÁNDAR	17
4.1.3 DE GABINETE	17
4.2 EVALUACIÓN HIDROLÓGICA	18

CAPITULO II

2.1 ASPECTOS GENERALES	20
2.1.1 LOCALIZACIÓN	20
2.1.2 GEOGRAFÍA	20
2.1.3 CLIMA	21
2.2 ANTECEDENTES DE DESASTRES DE LA CIUDAD	24
2.2.1 SISMOS	24
2.2.2 INUNDACIONES	31

CAPITULO III

3.1 MORFOLOGÍA REGIONAL	34
3.2 HIDROGRAFÍA REGIONAL	34
3.3 GEOLOGÍA REGIONAL	36

3.4 RECURSOS NATURALES	36
3.4.1 RECURSOS MARINOS	36
3.4.2 RECURSOS MINEROS	37
3.4.3 RECURSOS HÍDRICOS	37

CAPITULO IV

4.1 UBICACIÓN	39
4.2 ACCESIBILIDAD	39
4.3 CLIMA	39
4.4 TOPOGRAFIA	39
4.5 GEOMORFOLOGÍA	40
4.6 GEOLOGIA	40
4.7 HIDROLOGIA	43
4.7.1 ESTACIONES	43
4.7.2-PRECIPITACIÓN	43
4.8 FENOMENO “EL NIÑO”	51
4.9 RECURSOS HÍDRICOS	52
4.10 INFRAESTRUCTURA DE RIEGO	54
4.11 INFRAESTRUCTURA DE DRENAJE	55

CAPITULO V

5.1 MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA	57
5.1.1 PASOS SEGUIDOS PARA LA OBTENCIÓN DE LOS MAPAS GEOTÉCNICOS	57
5.1.1.1 RECOPIACIÓN DE DATOS	57
5.1.1.2 RECONOCIMIENTO Y UBICACIÓN DE CALICATAS	59
MAPA DE SONDAJES: S – 1	62
5.1.1.3 EXTRACCIÓN DE MUESTRAS	63
5.1.1.3.1 MUESTRAS ALTERADAS	63

5.1.1.3.2 MUESTRAS INALTERADAS	63
5.1.1.4 ENSAYOS DE LABORATORIO	63
5.1.1.4.1 CONTENIDO DE HUMEDAD / ASTM D2216-71	64
5.1.1.4.2 PESO VOLUMÉTRICO / ASTM D 854	64
5.1.1.4.3 GRANULOMETRÍA / ASTM D421-58 y ASTM D422-63 (MÉTODO: MECÁNICO)	65
5.1.1.4.4 LIMITES DE CONSISTENCIA	65
5.1.1.4.5 ENSAYOS DE PLASTICIDAD	66
5.1.1.4.6 PORCENTAJE DE SALES TOTALES / BS 1377-PARTE 3	68
5.1.1.4.7 NIVEL FREÁTICO	68
5.1.1.4.8 CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	69
5.1.1.4.9 CORTE DIRECTO / ASTM D 3080	70
5.1.1.4.10 CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL / ASTM D 2435	70
5.1.1.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	72
MAPA GEOTÉCNICO: G – 1	77
MAPA DE CAPACIDAD PORTANTE: CP – 1	78
5.2 EXPANSIBILIDAD DE SUELOS	79
5.2.1 ZONAS CON PROBLEMAS DE EXPANSIÓN DE SUELOS EN LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE	79
MAPA DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS: ES – 1	80
5.3 SISMICIDAD	81
5.3.1 TECTÓNICA Y SISMOTECTÓNICA	81
5.3.1.1 TECTONISMO DE LOS ANDES PERUANOS	81
5.3.1.2 SISMO TECTÓNICA REGIONAL	82
5.3.2 EFECTOS SISMICOS	84
5.3.2.1 ASENTAMIENTO Y AMPLIFICACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS	84
5.3.2.1.1 ZONAS CON PROBLEMAS DE ASENTAMIENTO Y AMPLIFICACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS EN LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE	84
5.3.2.2 LICUACION DE SUELOS	84

5.3.2.2.1 DE ACUERDO AL TIPO DE SUELO	85
5.3.2.2.2 DE ACUERDO A SU ESTRATIGRAFÍA	85
5.3.2.2.3 DE ACUERDO A LA DENSIDAD DE LA ARENA	86
5.3.3 ZONAS CON LICUACIÓN MEDIA A BAJA EN LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE Y ZONAS DE EXPANSIÓN	86
MAPA DE LICUACIÓN DE SUELOS: LS – 1	90
5.4 PELIGROS GEOLÓGICOS	91
SUELOS LICUABLES	91
SUELOS EXPANSIBLES	92
5.5 PELIGROS CLIMÁTICOS	94
5.5.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	94
5.5.2 MAPA DE DIRECCIONES DE FLUJOS DE AGUAS	95
5.5.2.1 RECORRIDOS PREDOMINANTES	95
MAPA DE DIRECCIÓN DE FLUJO DE AGUAS: DF – 1	97
5.5.3 DRENES Y ACEQUIAS LOCALES	98
5.5.4 ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE	98
5.5.4.1 TIEMPO DE CONCENTRACION (tc)	98
5.5.5 VIAS PAVIMENTADAS EN LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE	100
5.5.5.1 VÍAS SIN PAVIMENTO	100
5.5.5.2 VÍAS CON PAVIMENTO FLEXIBLE	100
5.5.5.3 VÍAS CON ADOQUINADO	101
5.5.5.4 VÍAS CON PAVIMENTO RÍGIDO	101
MAPA PAVIMENTACIÓN DE VÍAS: PV – 1	102
5.5.6 ELABORACIÓN DEL MAPA CLIMÁTICO	104
5.5.6.1 INUNDACIONES POR PRECIPITACIONES	105
5.5.6.2 INUNDACIONES POR DESBORDES DE RIOS, DRENES Y ACEQUIAS	106
MAPA DE PELIGROS CLIMÁTICOS: ZONAS DE AFECTACIÓN POR INUNDACIONES: I –1	108

5.6.- COMPLEJO HABITACIONAL MOCCE	109
5.6.1 LADO ESTE DE LA PANAMERICANA NORTE	109
5.6.2 LADO OESTE DE LA PANAMERICANA NORTE	113
5.7 MAPA DE PELIGROS	118
5.7.1 ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO	118
5.7.2 ZONAS DE PELIGRO ALTO	119
5.7.3 ZONAS DE PELIGRO MEDIO	121
MAPA DE PELIGROS: P –1	122

CAPITULO VI

6.1 PAUTAS TÉCNICAS	124
6.1.1 PAUTAS TÉCNICAS DE HABILITACIÓN URBANA	124
6.1.1.1 PAUTAS TÉCNICAS DE HABILITACIONES	
URBANAS EXISTENTES	124
6.1.1.2 PAUTAS TÉCNICAS DE HABILITACIONES	
URBANAS NUEVAS	124
6.1.2 PAUTAS TÉCNICAS DE EDIFICACIONES	125
6.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	128
6.2.1 COMPLEJO HABITACIONAL MOCCE	129
6.3. PROCESOS CONSTRUCTIVOS	130
6.3.1 ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO	130
6.3.2 ZONAS DE PELIGRO ALTO	130
6.3.3 ZONAS DE PELIGRO MEDIO	131
6.4 ZONAS DE EXPANSIÓN URBANA	131

ANEXOS

A.1 VISTAS FOTOGRÁFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.

A.2 VISTAS FOTOGRÁFICAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

A.3 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.

A.4 CALCULO DE ASENTAMIENTOS.

A.5 DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE.

A.6 ANEXO FÍSICO – POLÍTICO.

A.7 ANEXO HIDROLÓGICO.

GLOSARIO

CAPÍTULO I

***GENERALIDADES, ANTECEDENTES,
OBJETIVOS, ALCANCES Y METAS DEL
ESTUDIO***

1.0 GENERALIDADES.-

El Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI, viene ejecutando, a través del Proyecto INDECI - PNUD PER/021/051, el Programa de Ciudades Sostenibles 1^{ra} Etapa, *que concibe a la ciudad como una entidad segura, saludable, atractiva, ordenada y eficiente en su funcionamiento y desarrollo, de manera que sus habitantes puedan vivir en un ambiente confortable.*

En su primera etapa el Programa de Ciudades *Sostenibles se* concentra en los factores de la seguridad física de las ciudades que han sufrido los efectos de la ocurrencia de fenómenos naturales o estén en inminente peligro de sufrirlos.

Los objetivos principales del Programa de Ciudades Sostenibles son:

1. Revertir el crecimiento caótico de las ciudades, concentrándose en la seguridad física de la ciudad, reduciendo el riesgo dentro de la ciudad y sobre las áreas de expansión de las mismas.
2. Promover una cultura de prevención de los efectos de los fenómenos naturales entre las autoridades, instituciones y población, reduciendo los factores Antrópicos que incrementan la vulnerabilidad en las ciudades.

La Provincia de Lambayeque, es una de las provincias más importantes de la Región Lambayeque. Los principales peligros que amenazan a la ciudad están relacionados con la presencia del Fenómeno del Niño, presentándose fuertes precipitaciones pluviales que originan severas inundaciones en zonas de difícil drenaje, provocando pérdidas en la infraestructura urbana de la ciudad y de su entorno.

Sin embargo, es importante reconocer que el Fenómeno El Niño no es la única amenaza para esta ciudad, y en general para la zona norte del Perú, pues como es sabido, el Perú está formando parte de una de las zonas de mayor actividad sísmica *del mundo*, siendo necesario entonces tomar conciencia de esta situación.

En la tarea de facilitar y promover la seguridad y protección de los asentamientos humanos y en apoyo de la responsabilidad que tiene el Estado de garantizar el derecho

de las personas a “gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de sus vidas”, el INDECI en el Marco del Proyecto INDECI - PNUD PER /021/051 Ciudades Sostenibles, viene desarrollando el Estudio: “Mapa de Peligros de la Ciudad de Lambayeque”.

La evolución urbana y el crecimiento demográfico de los centros poblados, en muchos casos rebasan la capacidad de soporte del *ecosistema*, *causando* impactos negativos sobre éste; más aún cuando se dan en forma espontánea, sin ningún tipo de orientación técnica como sucede en la mayoría de las ciudades en nuestro país. La ocupación de áreas no aptas para habilitaciones urbanas, ya sea por su valor agrológico o por sus condiciones físico-geográficas, son consecuencia de *este proceso*.

El Desarrollo Urbano es el proceso por el cual los asentamientos evolucionan positivamente, hacia mejores condiciones de vida. Las estructuras, servicios, equipamiento y actividades urbanas, principalmente económicas, deberán por lo tanto asegurar el *bienestar* de la población.

El concepto de **Desarrollo Urbano Sostenible**, implica un manejo adecuado en el tiempo de la interacción desarrollo urbano - medio ambiente; el desarrollo de un asentamiento supone el acondicionamiento del medio *ambiente* natural mediante el aprovechamiento de las condiciones *favorables* y el control de las condiciones inadecuadas.

La formulación de planes urbanos tienen como principal objetivo establecer pautas técnico -normativas para el uso racional del suelo; sin embargo en muchas ciudades de nuestro país, a pesar de existir planes urbanos, la falta de conocimiento de la población, así como el deficiente control urbano municipal propician la ocupación de zonas expuestas a peligros naturales, resultando así sectores críticos en los que el riesgo de sufrir pérdidas y daños considerables es alto debido a las condiciones de vulnerabilidad de las edificaciones y de la población. Esta situación se ha *hecho evidente* en las ciudades del norte de nuestro país, que a pesar de la experiencia del Fenómeno El Niño 1982-1983, volvieron a ser impactadas por un evento similar en 1998. Precisamente el presente estudio debe servir de base para la elaboración de los Planes Urbanos, cuya formulación debe abarcar aspectos más allá que los de la seguridad física.

2.0 ANTECEDENTES.-

Los desastres naturales han sido, son y serán una de las principales causas de la pérdida de miles de vidas y de grandes cantidades de recursos económicos. Estos fenómenos bien conocidos por nosotros como terremotos, lluvias extraordinarias, erupciones volcánicas; y sus respectivos efectos secundarios tal como tsunamis, licuación de suelos, asentamientos diferenciales, inundaciones, etc. son eventos naturales de inevitable ocurrencia.

Los desastres detienen el normal desarrollo socio – económico de la población, afectan vidas humanas y destruyen obras vitales para su subsistencia, haciendo retroceder el desarrollo de sus economías a niveles de muchos años atrás, sintiéndose sus efectos tanto a nivel local, como regional y nacional.

La falta de estudios y planes directores en las ciudades que regulen la ubicación en zonas seguras sus centros urbanos y obras de infraestructura necesaria para alcanzar su desarrollo, en muchos casos son la principal causa de pérdidas socio-económicas cuantiosas ante la eventual manifestación de un fenómeno natural desastroso, por el alto potencial del peligro que ella trae. Por esta razón señalar las zonas de peligro debido a acciones naturales en los actuales centros urbanos, industriales etc. y áreas de futura expansión, es importante para poder prever daños, mejorar la infraestructura y cuantificar los montos de las obras a emplazar.

En este contexto, con fecha 23 de diciembre del 2,002 se ha suscrito el Convenio entre el Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo – PNUD y el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI. En dicho Convenio se establece que la aplicación de sus alcances se realizará a través del Programa de Prevención y Reducción de Desastres en el Perú (PER/02/50). Dentro de este Programa está considerado el Proyecto Ciudades Sostenibles (PER/02/51).

En el marco del mencionado Proyecto se ha formulado el estudio Plan de Prevención ante Desastres: Usos del Suelo y Medidas de Mitigación de la ciudad de Chiclayo. Considerando que la ciudad de Lambayeque conforma conjuntamente con la ciudad de Chiclayo un sistema urbano, es necesario realizar los estudios de Mapa de Peligros de la ciudad antes mencionada, a fin de poder brindar un tratamiento más integral a la

problemática de la seguridad física de las ciudades de la parte baja del valle Chancay-Lambayeque.

3.0 OBJETIVOS.-

El objetivo principal del presente estudio es formular el Mapa de Peligros de la Ciudad de Lambayeque, así como sus zonas de expansión. Dichos estudios servirán de base para la posterior formulación de los Planes de Prevención: Usos del Suelo y Medidas de Mitigación de la Ciudad de Lambayeque. Esto comprende:

1. Identificar las áreas de las ciudades mencionadas anteriormente que se encuentran amenazadas por los fenómenos naturales, identificando, clasificando y evaluando los peligros que pueden ocurrir en ellas.
2. Identificar las áreas más aptas sobre las cuales se puede dar procesos de expansión y densificación de la Ciudad de Lambayeque, desde el punto de vista de la seguridad física del asentamiento y de la prevención de desastres.
3. Establecer pautas técnicas y recomendaciones en sistemas constructivos adecuados e identificación de proyectos de mitigación.

4.0 ALCANCES Y METAS.-

El ámbito territorial del presente Estudio comprende al área urbana actual de la Ciudad de Lambayeque y su entorno inmediato, parte del cual esta conformado por sus áreas de expansión.

Para la formulación del presente estudio se tomaron en consideración la información contenida en las Tesis de Zonificación que han sido desarrolladas por ex alumnos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque.

Los estudios para la formulación del Mapa de Peligros de la Ciudad de Lambayeque contemplan los siguientes aspectos:

4.1 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.-

Comprendió las siguientes actividades:

4.1.1 DE CAMPO:

1. Reconocimiento geotécnico del área de estudio.
2. Excavación de Calicatas.
3. Descripción litológica.
4. Muestreo de suelos Alterados e Inalterados.
5. Determinación in situ de las características del suelo.

4.1.2 DE LABORATORIO:

4.1.2.1 Ensayos Especiales.

1. Corte Directo Estado Natural.
2. Consolidación Unidimensional Carga y Descarga.
3. Ensayo de Expansión Libre (Alta Expansibilidad).
4. Compresión Simple (Suelos Arcillosos).

4.1.2.2 Ensayos Estándar.

1. Contenido de Humedad.
2. Contenido de Sales.
3. Análisis Granulométrico para Suelos Finos y Gruesos.
4. Límite Líquido.
5. Límite Plástico.
6. Peso Volumétrico Natural.

4.1.3 DE GABINETE.

1. Interpretación de los datos encontrados en estudios anteriores.
2. Depurado de datos de los estudios anteriores.
3. Interpolación de las características geotécnicas de las zonas estudiadas.
4. Clasificación SUCS.
5. Perfiles Estratigráficos.
6. Determinación de Capacidades Portantes.
7. Cálculo de Asentamientos.
8. Cálculo de Expansiones.
9. Redacción del Informe Final.
10. Elaboración de Mapas Temáticos:

- Plano de Ubicación de la Ciudad de Lambayeque y de Estudios anteriores, Sondajes **S – 1.**
- Mapa de Capacidad Portante **CP – 1.**
- Mapa de Licuación de Suelos **LS – 1.**
- Mapa de Expansibilidad de suelos **ES – 1.**
- Mapa Geotécnico **G – 1.**
- Mapa de Peligros Geológicos **PG – 1.**

4.2 EVALUACIÓN HIDROLÓGICA.-

Comprendió las siguientes actividades:

1. Identificación de Zonas inundables.
2. Análisis estadístico de las mediciones pluviométricas de las precipitaciones pluviales que se han registrado por instituciones que operan en el ámbito del estudio
3. Análisis estadísticos de las precipitaciones máximas.
4. Evaluación de las precipitaciones Máximas y determinación del Periodo de Retorno.
5. Determinación del sistema de drenaje existente en las áreas de influencia de las ciudades, así como las principales acequias de riego.
6. **Elaboración de Mapas Temáticos:**
 - Mapa de Dirección de Flujo de Aguas **DF – 1.**
 - Mapa de Pavimentación de Vías **PV – 1.**
 - Mapa Climático de la Ciudad de Lambayeque **I - 1.**

CAPITULO II

DESCRIPCIONES GENERALES

2.1 ASPECTOS GENERALES

2.1.1. LOCALIZACIÓN

La ciudad de Lambayeque es la capital de la Provincia de Lambayeque. Se encuentra situada entre los 9'264,000 UTM y 9'258,000 UTM Sur y entre 620,000 UTM y 623,000 UTM Oeste, con una altura promedio de 17.67 m.s.n.m.

La provincia de Lambayeque, cuenta con 12 distritos con los cuales se encuentra bien comunicado y ellos son: Chochope, Illimo, Jayanca, Lambayeque, Mochumí, Morrope, Motupe, Olmos, Pacora, Salas, San José, Túcume. Se adjunta Lámina de Ubicación de la Ciudad de Lambayeque, en la Carta Nacional.

2.1.2. GEOGRAFÍA

La mayor parte de la superficie de la región se localiza en la zona costera, excepto a lo correspondiente a los distritos de Kañaris, que se asienta en las elevaciones cordilleranas a una altitud superior a los 2000 m.s.n.m. e Inkahuasi que se ubica en la ceja de Selva flanco oriental de la cordillera.

Por el flanco oriental del departamento atraviesa de Norte a Sur la Cordillera de los Andes donde presenta las zonas de más baja altitud y donde los Andes se inclinan marcadamente al territorio costero.

La continuidad del desierto se ve alterada por la presencia de las estribaciones de la Cordillera de los Andes que dan al territorio una ligera inclinación de Este a Oeste, es decir, desde la cordillera en dirección al mar; y por la presencia de los lechos de ríos y valles, formados en los conos de deyección o contrafuertes de la Cordillera Occidental de los Andes.

Lambayeque comparte con Piura el desierto de Sechura, conformando la superficie más extensa de tierras áridas del Perú. La Pampa de Olmos se ubica al norte del departamento en la Provincia de Lambayeque y abarca más de la mitad del área total del departamento.

La ciudad de Chiclayo, localizada en medio del Valle Chancay, presenta un suelo llano con pequeñas elevaciones como Cerropón, Cruz de la Esperanza, Cruz del Perdón, etc. El área se encuentra surcada por una red de canales de riego y de drenes.

2.1.3. CLIMA

En la faja costanera el clima es del tipo desértico subtropical, templado durante las estaciones de primavera, otoño e invierno y caluroso en época de verano

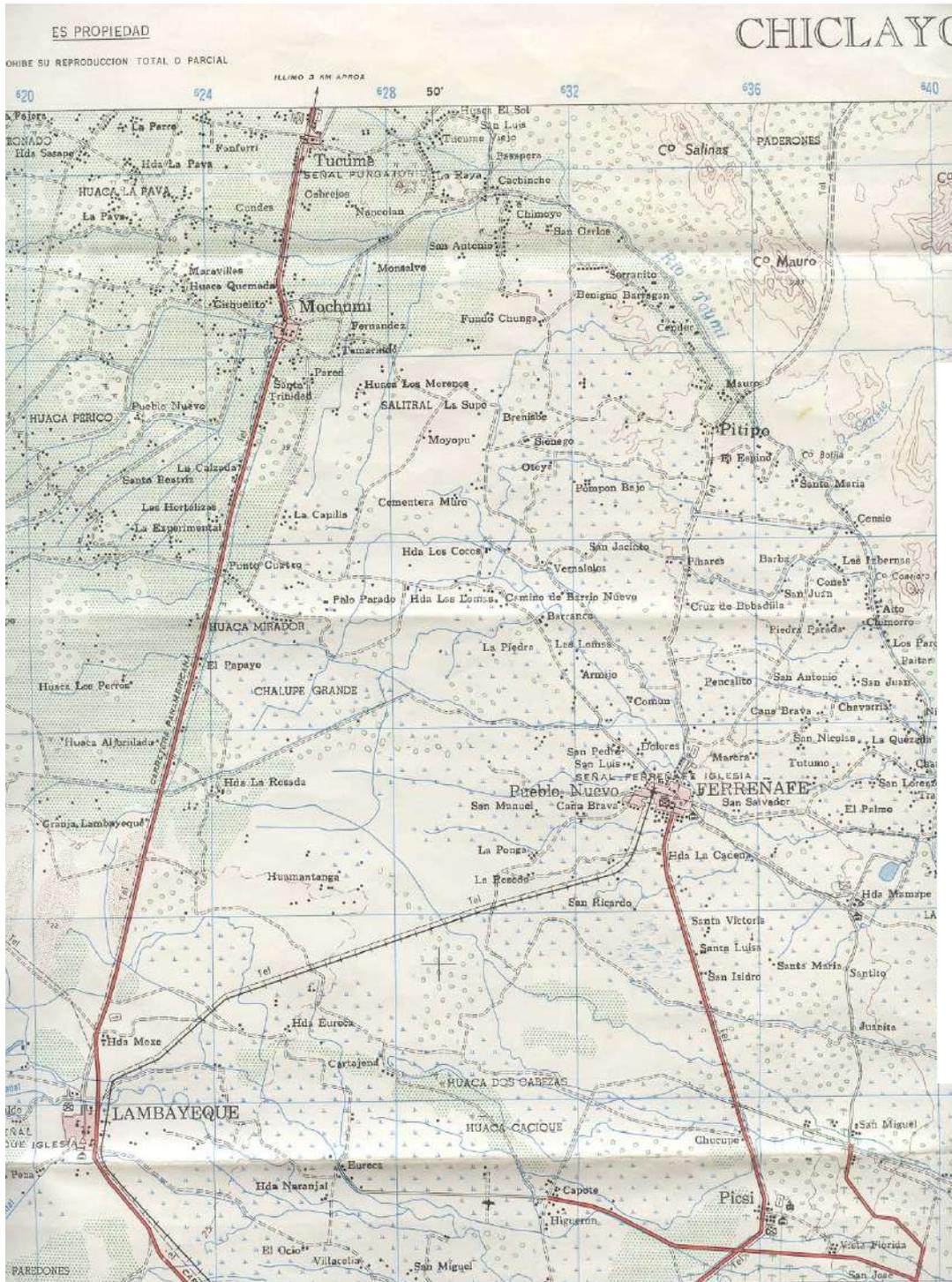
Vientos.- Sopla del mar a la costa entre 9 a.m. y 8 p.m. formando oleaje, dunas y médanos. Y de la costa al mar desde las 8 p.m. hasta las primeras horas de la mañana.

Lluvias.- Las precipitaciones pluviales en el departamento de Lambayeque son escasas y esporádicamente en lapsos relativamente largos (en 1977 con 32.6 mm, 1983 con 290 mm y 1998 con 298.2 mm., lo que constituyó una verdadera emergencia para los daños causados a la vivienda, infraestructura económica y social).

Temperatura.- La temperatura no sufre mayores variaciones. La máxima como promedio en un período de 20 años, es de 26.6°C, la mínima, el promedio para el mismo período es de 17.1°C. El promedio para la temperatura media es de 21.3°C.

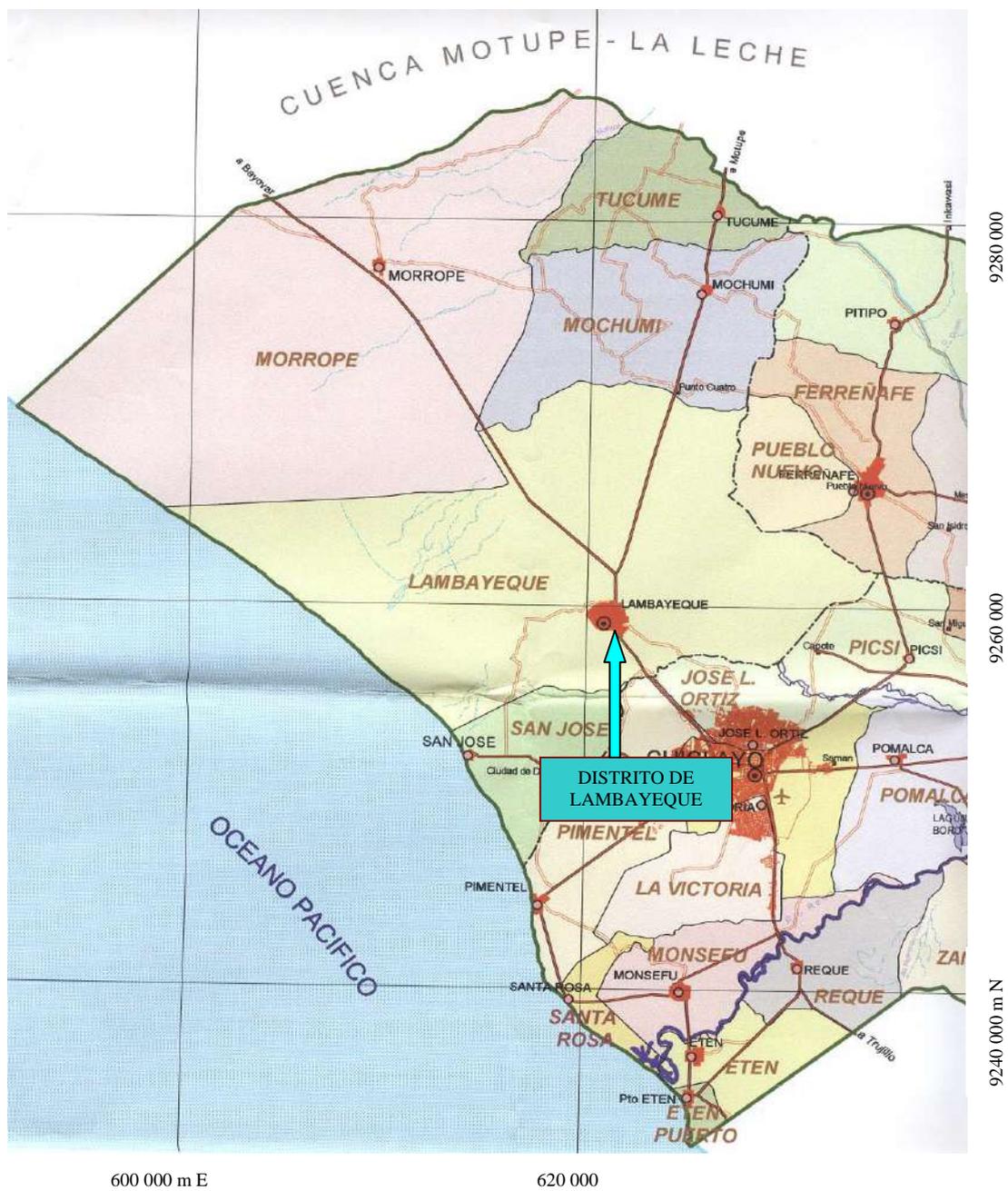
Presión Atmosférica.- La presión atmosférica es variada, la mayor de 32.6 mm y la menor de 1.0 mm, que hacen un promedio para los 11 años (1977-1987) de 9.8 mm.

Evaporación.- La evaporación se presenta bastante homogénea para el período 1977-1987, considerando un promedio de 1,099 mm, con una máxima de 1,165 mm. y una mínima de 975 mm.



Ubicación de la Ciudad de Lambayeque en la Carta Nacional.

Fuente IGN – ESCALA 1 100 000



MAPA POLÍTICO: DISTRITO DE LAMBAYEQUE

2.2. ANTECEDENTES DE DESASTRES DE LA CIUDAD

2.2.1. SISMOS

Todos los valles de los ríos costeros del Perú, contienen las zonas de mayor peligro sísmico. Las intensidades sísmicas relacionadas con los sedimentos aluviales tienden a ser más altas que la intensidad media observada en otros suelos de la costa Peruana.

La ciudad de Lambayeque está ubicada dentro de una zona de sismicidad intermedia a alta, pues se vio afectada por numerosos efectos sísmicos durante su historia, ver Figura 2.1. El registro de los sismos más destructivos que de alguna manera tienen influencia en nuestra zona de estudio a continuación se describen:

SISMO DEL 23 DE MARZO DE 1606

Hora: 15:00 horas

Se estremeció violentamente la tierra en Zaña, Lambayeque.

SISMO DEL 14 DE FEBRERO DE 1614

Hora: 11:30 horas Magnitud: 7.0

Intensidad: IX en el epicentro cerca de Trujillo

Fue sentido en Zaña, Chiclayo, Chimbote y Santa con una intensidad de VIII. Tuvo un radio de percepción de 400 Km. Sus replicas se sintieron por un lapso de 15 días. Causó la destrucción total de la ciudad de Trujillo, las villas de Zaña y Santa fueron fuertemente afectadas, hubo un total de 350 muertos. Se produjo un denso agrietamiento en la zona epicentral, parece que la licuación de suelo saturado fue un fenómeno común, este fenómeno fue acompañado por expulsiones de agua gredosa, viscosa y pestilente.

SISMO DEL 6 DE ENERO DE 1725

Hora: 23:25 horas Magnitud: 7.0

Intensidad: VII en el epicentro Callejón de Huaylas.

Diversos daños en la ciudad de Trujillo. Causó deslizamiento de la Cordillera Blanca, arrasó el pueblo cerca de Yungay. Murieron cerca de 1500 personas. Se sintió hasta Lima.

SISMO DEL 2 DE SETIEMBRE DE 1759

Hora: 23:15 horas Magnitud: 6.5

Intensidad: VI entre Lambayeque y Huamachuco.

Tuvo un radio de percepción de 250 Km., fue sentido hasta Lambayeque por el Norte y Santa por el Sur. Causó 5 víctimas en Trujillo donde muchas construcciones fueron dañadas.

SISMO DEL 20 DE AGOSTO DE 1857

Hora: 07:00 horas

Fuerte sismo en Piura, de 45 segundos de duración que destruyó muchos edificios. Se abrió la tierra, de la cual emanaron aguas negras. Daños menores en el puerto de Paita.

SISMO DEL 2 DE ENERO DE 1902

Hora: 09:08 horas

Fuerte y prolongado movimiento de tierra en Casma y Chimbote donde causó alarma. Sentido moderadamente en Chiclayo y Paita. Leve en Lima. A las 10:00 horas se repitió en Casma con menor Intensidad.

SISMO DEL 28 DE SETIEMBRE DE 1906

Hora: 12:25 horas Magnitud: 7.0

Intensidad: estimado entre VI y VII en Lambayeque, con epicentro entre Trujillo y Cajamarca.

Fue percibido en Chachapoyas, Huancabamba, Ayabaca, Sullana, Piura, Morropón, Tumbes y Santa. Tuvo un radio de percepción de 600 Km. Causó mucha destrucción en muchas ciudades. Según comentarios de muchos investigadores parece que este sismo ha sido el mayor ocurrido en el área de Zaña.

SISMO DEL 20 DE JUNIO DE 1907

Hora: 06:23 horas Magnitud: 6.75

Intensidad: estimado en IV en Chiclayo, VIII en el epicentro ubicado en las coordenadas 7°S-81°W.

Fue percibido en Chiclayo, Lambayeque, Eten. Grado IV en Olmos y menor intensidad en Trujillo y Huancabamba. En Lima fue breve con prolongado ruido.

SISMO DEL 20 DE MAYO DE 1917

Hora: 23:45 horas Magnitud: 7.0

Intensidad: estimado en VI en Chiclayo, VII-VIII en el epicentro zona de Trujillo.

Se sintió en Zaña, Chiclayo, Chimbote y Casma. Causó daños en la Ciudad de Trujillo, hubo agrietamientos de algunas casas y muchos edificios público como la Prefectura, Hospital, Beneficencia, Iglesias, Monasterios y muchas viviendas, etc.

SISMO DEL 14 DE MAYO DE 1928

Hora: 17:12 horas

Intensidad: estimado en X en Chachapoyas.

Sufriendo graves daños las ciudades de Huancabamba, Cutervo, Chota y Jaén. El área de percepción fue vasta pues llegó a sentirse por el Norte con Tuquerres ciudad Colombiana, limítrofe con el Ecuador y al Sur hasta Lima. Se formaron grietas en el suelo, algunas hasta de 2 m. de profundidad y grandes derrumbes, fueron comunes dentro del área epicentral. Se sintió en Zaña, Chiclayo, Chimbote y Casma. Causó daños en la Ciudad de Trujillo, hubo agrietamientos de algunas casas y muchos edificios público como la Prefectura, Hospital, Beneficencia, Iglesias, Monasterios y muchas viviendas, etc.

SISMO DEL 21 DE JUNIO DE 1937

Hora: 10:45 horas Magnitud: 6.75

Epicentro: 8.5° S-80°W.

Profundidad Focal: 60 Km.

Intensidad: Estimado en VII en Chiclayo, VII-VIII en el epicentro.

Se sintió en Lambayeque, Puerto Salaverry, Chimbote, Casma, Cajamarca, Cutervo, Callejón de Huaylas, etc. Su radio de percepción se estima en 600 Km. en el diámetro de la elipse paralela a la costa y de 180 Km. en el semi-diámetro perpendicular. Hubo fuertes daños en Trujillo, ocasionó caídas de cornizas y rajadura de paredes, derrumbamiento parcial de las torres de los templos en Salaverry y Lambayeque, y ligeros daños en Cajamarca.

SISMO DEL 8 DE MAYO DE 1951

Hora: 15:03 horas

Intensidad: Estimado en IV en Chiclayo.

Movimiento sísmico regional sentido entre las paralelas 7° y 12° Latitud Sur.

SISMO DEL 23 DE JUNIO DE 1951

Hora: 20:44 horas Magnitud: 5.5

Epicentro: 8.30° S-79.80°W.

Intensidad: V, epicentro entre Trujillo y Pacasmayo.

Sismo originado en el océano, se sintió en Cajamarca y Callejón de Huaylas.

SISMO DEL 19 DE AGOSTO DE 1955

Hora: 19:51 horas

Intensidad: VII, sentido en Piura, Lima.

Ligera destrucción en la Hacienda Cartavio (Trujillo) y en Chimbote.

SISMO DEL 7 DE FEBRERO DE 1959

Hora: 04:38 horas

Intensidad: VI, sentido en Tumbes, Chiclayo.

El ruido y estremecimiento causaron alarma en las poblaciones de Tumbes, Paita, Piura, Talara, Sullana, Chulucanas y Chiclayo, en donde algunas familias abandonaron apresuradamente sus hogares pese a la hora.

SISMO DEL 3 DE FEBRERO DE 1969

Hora: 23:11 horas Magnitud: 6.0

Epicentro: 8° S-80.13°W.

Profundidad Focal: 43 Km.

Intensidad: Estimado en VII.

Causó gran alarma en Trujillo y Chiclayo.

SISMO DEL 31 DE MAYO DE 1970

Hora: 15:23:27.3 horas Magnitud: 6.0

Epicentro: 10.21° S-78.5°W.

Profundidad Focal: 54 Km.

Intensidad: Estimado en VIII en la zona del epicentro y con VI en Chiclayo.

Un domingo por la tarde ocurrió uno de los más catastróficos terremotos en la historia del Perú y posiblemente del hemisferio occidental. Murieron ese día 50,000 personas, desaparecieron 20,000 y quedaron heridos 150,000, según el informe de la Comisión de Reconstrucción y Rehabilitación de la Zona Afectada (CRYRZA). La mayor mortalidad de debió a la gran avalancha que siguió al terremoto y que sepultó al pueblo de Yungay.

La región más afectada de topografía variable, quedó comprendida entre la línea de costa y el río Marañón al Este, limitada por los paralelos 8° a 10.5° Latitud Sur que abarcó prácticamente todo el Departamento de Ancash y el Sur de los Departamentos de La Libertad y Lambayeque.

Respecto a las construcciones de albañilería y concreto armado, los daños fueron menores, hubieron daños estructurales, pero fueron puntuales de cuidado, y las fallas comunes fueron columnas chatas, falta de arriostamiento o por falla debida a asentamientos diferenciales de la cimentación.

SISMO DEL 9 DE DICIEMBRE DE 1970

Hora: 23:55 horas Magnitud: 7.2

Intensidad: VIII en el epicentro.

Sacudió y averió las poblaciones del Nor-Oeste del Perú. Murieron 48 personas. Cerca del caserío de Huaca, se agrietó el suelo brotando arena y lodo.

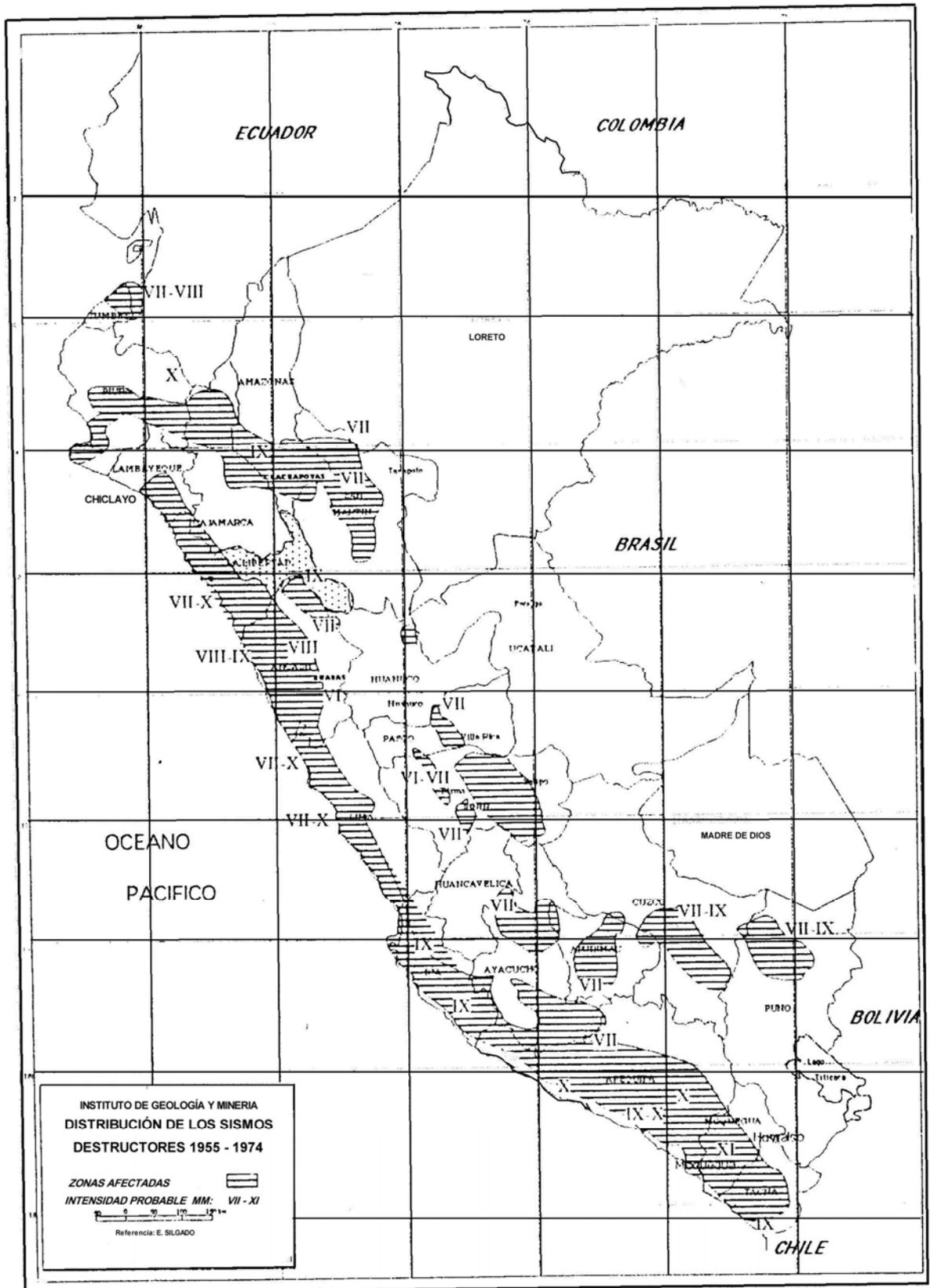


FIG. No. 2.1

2.2.2. INUNDACIONES

La creciente de un río y en general de un curso de agua, es el resultado de un aumento inusitado de su caudal debido a factores esencialmente climáticos y ocasionalmente a la ocurrencia de fenómenos originados por diastrofismo.

La inundación es el desborde de un cauce cuya capacidad de carga es superada por acción de la creciente; ésta se produce generalmente en el curso medio inferior y como delectivo de un río, merced a las condiciones geomorfológicas favorables que allí se encuentren.

Las crecientes de los ríos causan daños por inundación, erosión de riberas e impacto del material de arrastre contra los obstáculos artificiales que el hombre ha puesto en su camino. La inundación conlleva el depósito de los detritus en el área cubierta por las aguas, sean estos terrenos de cultivo ganados al río dentro de su lecho general o, en la caja del valle o, asentamiento poblacionales ubicados en los conos delectivos o en las terrazas bajas inundables.

Las inundaciones han causado daños enormes en el departamento de Lambayeque, evidenciándose en las vías de comunicación, en especial la carretera Panamericana ha sido cortada en diversos tramos; igual ocurre en las diversas vías de penetración donde se generaron inundaciones y huaycos: muchos puentes, alcantarillas y otras obras de arte fueron colapsadas; también han existido lamentablemente pérdidas de vidas humanas

A continuación se muestra la figura N° 2.2 “Zonas Afectadas por Inundación en La Región Lambayeque”.

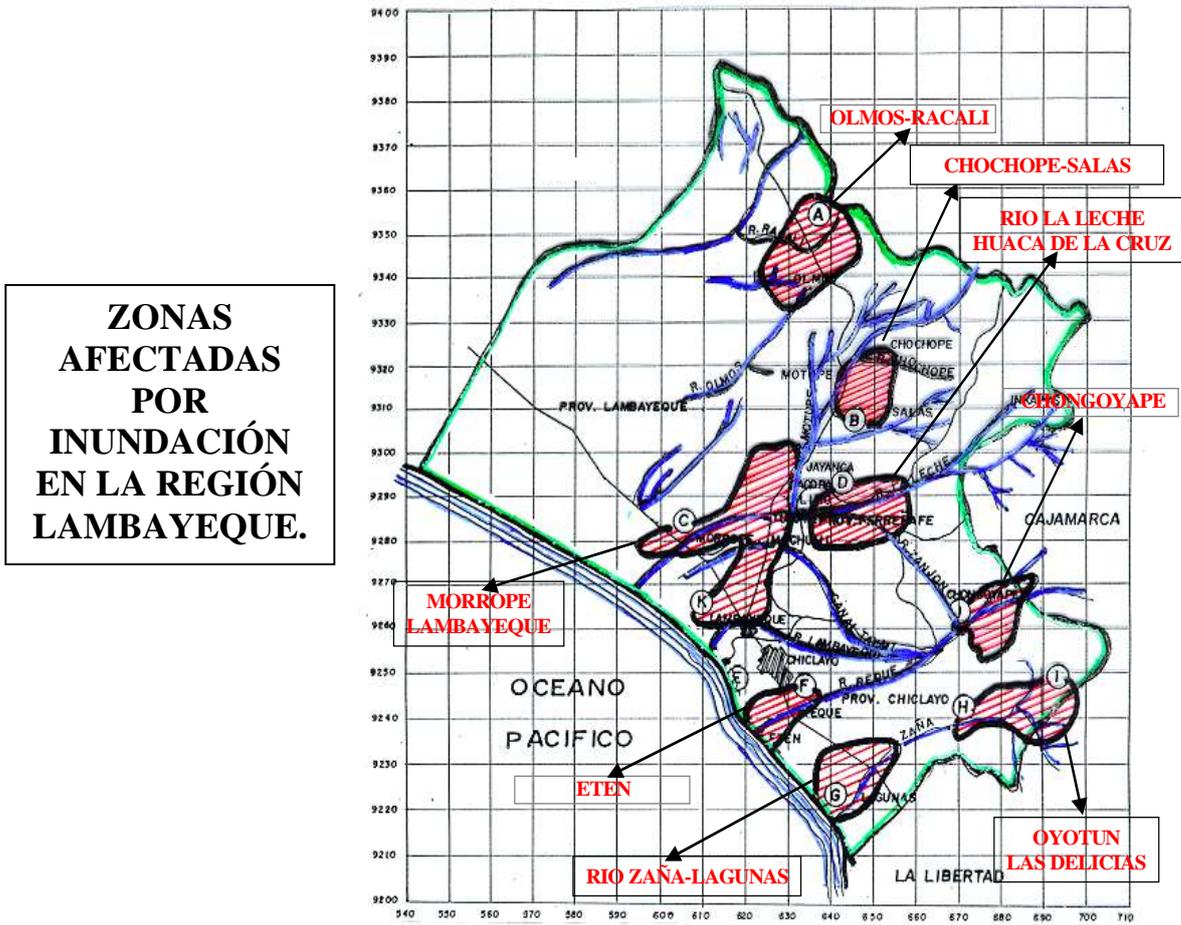


Figura 2.2. Zonas Afectadas por Inundación en la Región de Lambayeque.

CAPITULO III

CONDICIONES NATURALES

3.1 MORFOLOGÍA REGIONAL.-

La morfología existente incluye una amplia zona costera, donde destacan las pampas aluviales y las dunas próximas al litoral. La Cordillera Occidental constituye la divisoria de aguas cuya parte más alta es una superficie ondulada a unos 4,000 m.s.n.m., bisectada profundamente por ríos de corto recorrido y pequeños caudales que desembocan en el Océano Pacífico. Las pampas ocupan un alto porcentaje de la superficie de la Región Lambayeque. En las pampas no humanizadas con irrigaciones, se observan dunas tipo barcanes o en media luna, de dimensiones variadas. Muchas de ellas están cubiertas por algarrobos y sapotes, como las que se encuentran entre Chiclayo y Lambayeque. Emergen de las pampas, relieves rocosos que se denominan “monte islas”, que son características del paisaje como el cerro Pumpurre a 1,200 mts. cerca de Olmos, Terpán al Este de Jayanca y Alumbral 1,533 m. al Este de Chiclayo.

3.2 HIDROGRAFÍA REGIONAL.-

El Sistema Hidrográfico Regional lo conforman ríos de caudal variable, con nacientes en la vertiente occidental de los Andes y con desembocadura en el Océano Pacífico.

Los ríos de la vertiente del Pacífico, a lo largo del año tienen una descarga irregular de sus aguas; son escasas durante el invierno, incrementando notablemente su caudal en época de verano, debido a las precipitaciones abundantes. Ante la presencia del Fenómeno El Niño, los Ríos Chancay, Zaña y Reque, aumentan su caudal, llevando gran cantidad de agua y originando inundaciones.

Los principales componentes de las Cuencas Hidrográficas del Departamento son:

- **Río Chancay – Lambayeque**: Tiene su nacimiento en la laguna Mishacocha, ubicada entre los cerros Coymolache y Callejones, a 3,900 m.s.n.m. y a inmediaciones del centro poblado Hualgayoc. Sus aguas discurren de Este a Oeste y la longitud desde su nacimiento hasta el mar es de 205 Km. aproximadamente. Presenta una cuenca de 5,039 Km² de extensión. Sus afluentes principales por la margen derecha son: la Quebradas Tayabamba, (cauce donde desemboca el túnel Chotano); Huamboyo, Cirato y el Río Cumbil; por la margen izquierda: los Ríos Cañad, Chilal y San Lorenzo. En su recorrido tiene diversos nombres, de acuerdo al lugar que cruza, como el de

Chancay en el distrito de Chancay – Baños. Desde el Partidor La Puntilla se bifurca formando los Ríos Lambayeque, Reque y el Canal Taymi.

- **Río La Leche:** Nace en la región andina de Cajamarca a partir de la confluencia de los Ríos Moyan y SÁNGANO. Tiene un recorrido de 50 Km. aproximadamente, y sus aguas discurren de Noreste a Sureste. Presenta una cuenca de 1,600 Km².
- **Río Zaña:** Tiene su nacimiento en el flanco Occidental de los Andes del departamento de Cajamarca, en la confluencia de los Ríos Tinguis y Ranyra, a unos 3,000 m.s.n.m.. Su cuenca comprende aproximadamente 2,025 Km².
- **Río Reque:** Es la prolongación del Río Chancay. Tiene una longitud aproximada de 71.80 Km., desde el Partidor La Puntilla hasta su desembocadura en el mar. Funciona como colector de los excedentes de agua de drenaje de las aguas del Río Chancay.
- **Canal Taymi:** Canal principal de distribución del valle que sirve al 37% del área irrigada, tiene una longitud de 48.9 Km. con una capacidad de conducción variable de 65 m³/seg. Presenta una sección trapezoidal revestida con mampostería de piedra y concreto. En su desarrollo el canal cuenta con diversas tomas laterales de capacidades variables.

El potencial hídrico subterráneo en los valles de la región de Lambayeque (Chancay, La Leche y Olmos) se ha estimado en 1,614 MMC, de los cuales se ha utilizado hasta el año 1985 sólo 8.3% del total; constituyendo una fuente utilizable para riego agrícola.

Los resultados del muestreo realizado por la Dirección Ejecutiva del Proyecto Especial Olmos – Tinajones DEPOLTI, indican que las aguas subterráneas del valle Chancay - Lambayeque son de buena calidad para el riego con excepción de algunos puntos en la zona baja del valle. Considerando una superficie media de 1,365.4 Km². y una profundidad promedio de 100 m., el volumen total del acuífero del valle Chancay - Lambayeque es de 136,540 MMC, que afectado por el 2% (valor promedio del coeficiente de almacenamiento para el valle), daría 2,730 MMC, que constituye las reservas totales del acuífero.

3.3 GEOLOGÍA REGIONAL.-

La superficie territorial ocupada por la región, muestra un complejo tectonismo y una estratigrafía diferenciada, que ha dado lugar a un relieve, conformado por rocas de diferentes edades y constitución litológica, que van desde el Paleozoico al Cuaternario reciente.

Al Nor-Oeste de la Costa Peruana, existió según investigaciones efectuadas para conocer la génesis geológica de nuestro territorio, una gran cuenca de deposición de origen marino y en parte continental; y que posteriormente al producirse en el área una serie de hundimientos y levantamientos como efectos del proceso de consolidación de la Tierra que originó el afloramiento de dichos sedimentos sobre la superficie continental. Con el transcurso de los siglos y la acción erosiva del intemperismo sobre los diversos mantos sedimentarios se obtuvo la actual fisiografía de la faja costera de nuestra región, constituida por depósitos aluviales, arenas, granos y arcillas mal consolidadas, ubicadas en los valles, terrazas y tablazos, respectivamente, con una edad probable del cuaternario reciente.

Todo el valle del Chancay, está apoyado sobre un depósito de suelos finos, sedimentarios, heterogéneos, de unidades estratigráficas recientes en estado sumergido y no saturado. Un análisis cualitativo de la estratigrafía que conforman los depósitos sedimentarios de suelos finos, ubica un estrato de potencia definida sobre depósitos fluviales, eólicos, aluviales del cuaternario reciente, cuarcitas mal graduadas empacadas por arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, con abundancia de trazas blancas de carbonatos, de compacidad relativa de media a compacta.

3.4 RECURSOS NATURALES.-

La diversidad de climas y ecosistemas en la región, favorecen la existencia de una variedad de recursos naturales que deben ser explotados racionalmente para sustentar un desarrollo sostenible.

3.4.1 RECURSOS MARINOS.-

Los recursos marinos en el litoral de la Región Lambayeque son abundantes y variados debido a la influencia de las corrientes marítimas de Humboldt y El Niño durante la presencia del Fenómeno “El Niño” se presentan una serie de cambios que alteran el panorama biológico de la costa: desaparecen las especies de aguas frías de la corriente peruana y aparecen especies propias de aguas cálidas.

Presenta una flora marina diversa, compuesta por 153 especies entre las que se encuentran la merluza, anchoveta, caballa, pez espada, langostas, guitarra, coco, etc. La pesca que se realiza a través de los puertos Pimentel, Santa Rosa y San José; resulta poco significativa en relación con la producción nacional y está orientada básicamente al consumo local. Sin embargo, es necesario precisar que dicha actividad; requiere de infraestructura y tecnologías mejoradas para el procesamiento hidrobiológico.

3.4.2 RECURSOS MINEROS.-

En la región son escasos. Sin embargo se encuentran minerales metálicos como el cobre, plomo y zinc. Entre los principales yacimientos tenemos los siguientes:

- kañariaco, ubicado en Inkahuasi, es un yacimiento tipo pórfido de cobre. La exploración preliminar efectuada permitió determinar un potencial prospectivo de 380 millones de TM de mineral de sulfuros de Cobre.

3.4.3 RECURSOS HÍDRICOS.-

En la región son limitados para el uso agrícola y urbano. Parte del potencial acuífero de la región es utilizado para riego a través del Sistema Tinajones. Sin embargo, el régimen irregular de descarga de los ríos en la región, en particular el Río Chancay no asegura un volumen suficiente de agua.

Después de períodos de sequía, los ríos y los reservorios de Tinajones y Gallito Ciego, disminuyen enormemente su caudal, causando problemas en el agro y en el abastecimiento de agua para el área urbana.

CAPÍTULO IV

ASPECTOS FISICO-GEOGRAFICOS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE

4.1 UBICACIÓN.-

La Ciudad de Lambayeque presenta los siguientes límites:

Por el Norte : Limita con los Distritos de Mórrope y Mochumí.

Por el Sur : Limita con los Distritos de San José, Chiclayo y Leonardo Ortiz.

Por el Este : Limita con los Distritos de Pueblo Nuevo, Ferreñafe y Picci; y

Por el Oeste : Limita con el Océano Pacífico.

La Provincia de Lambayeque, cuenta con una población estimada al 2000 de 49, 442 habitantes. Ver Anexo Físico – Político.

4.2 ACCESIBILIDAD.-

Lambayeque se comunica con los distritos de Mochumí y Chiclayo mediante la carretera Panamericana Antigua y con el Distrito de Morrope mediante la carretera Panamericana Nueva, éstas vías son asfaltadas.

4.3 CLIMA.-

En condiciones normales, las escasas precipitaciones condicionan el carácter semidesértico y desértico de la angosta franja costera, por ello el clima de la zona se puede clasificar como DESÉRTICO SUBTROPICAL Árido, influenciado directamente por la corriente fría marina de Humbolt, que actúa como elemento regulador de los fenómenos meteorológicos.

La temperatura en verano fluctúa Según datos de la Estación Reque entre 25.59 °C (Dic) y 28.27° C (Feb), siendo la temperatura máxima anual de 28.27 °C. (Cuadro T-MAX y Lámina T-MAX, considerando la influencia de las demás estaciones); la temperatura mínima anual de 15.37°C, en el mes de Setiembre (Cuadro T-MIN y Lámina T-MIN, con la influencia de las demás estaciones) . y con una temperatura media anual de 21°C (Cuadro T-MED).

4.4 TOPOGRAFIA.-

Presenta una topografía plana en la parte correspondiente al casco urbano. En la parte Sur Este presenta elevaciones, y en la Parte sur oeste esta rodeada por dunas de arena.

4.5 GEOMORFOLOGÍA.-

Se encuentra en la Eratema Cenozoico, del Sistema Cuaternario y de la serie reciente. Sus unidades estratigráficas son: Depósitos fluviales, Eólicos y Aluviales, Depósitos Lacustres y Cordón litoral, y depósitos eólicos con rocas intrusivas. Esta ubicada en el cuadrante 32 de la Carta geológica Nacional, publicada por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, del Sector Energía y Minas del Perú,

La zona de estudio se encuentra ubicado al Nor – Oeste de la Ciudad de Chiclayo, se encuentra dentro de la parte baja de la Cuenca del Chancay Lambayeque, a nivel general presenta características de “ Valle Aluvial “ (V – a), la que se extiende hasta las localidades de Pítipo, Capote; Parte de Mesones Muro y Pisci., como puede apreciarse en la Lámina N° 01 de Geomorfología que se adjunta.

4.6 GEOLOGIA.-

La faja costera de la Región de Lambayeque en épocas remotas posiblemente fue fondo marino de agua poco profunda. Los ríos La Leche y Reque, durante sus cursos han rellenado ésta parte del Océano Pacífico. Los vientos también han aportado en el relleno con materiales finos. Posteriormente los primeros grupos humanos que llegaron a esta región, la domaron aprovechando las aguas de los ríos. Y así a través de los siglos, se habría formado una costra de suelo apta para la agricultura y las capas subyacentes.

Lambayeque está al Nor – Oeste de la ciudad de Chiclayo, se ubica dentro de la parte baja de la Cuenca del Chancay Lambayeque, predomina en su área de influencia la unidad estratigráfica de depósitos aluviales “ Qr – al“, notándose la presencia de depósitos eólicos “ Qr – e “, en la parte Sur de la ciudad conocidos como “ Montes de la Virgen “ y por el Oeste “ las Dunas “ del Pueblo Joven San Martín “, de la serie reciente, sistema cuaternario, Eratema Cenozoico, lo que se muestra en la Lámina N° 02 de Geología que se adjunta.

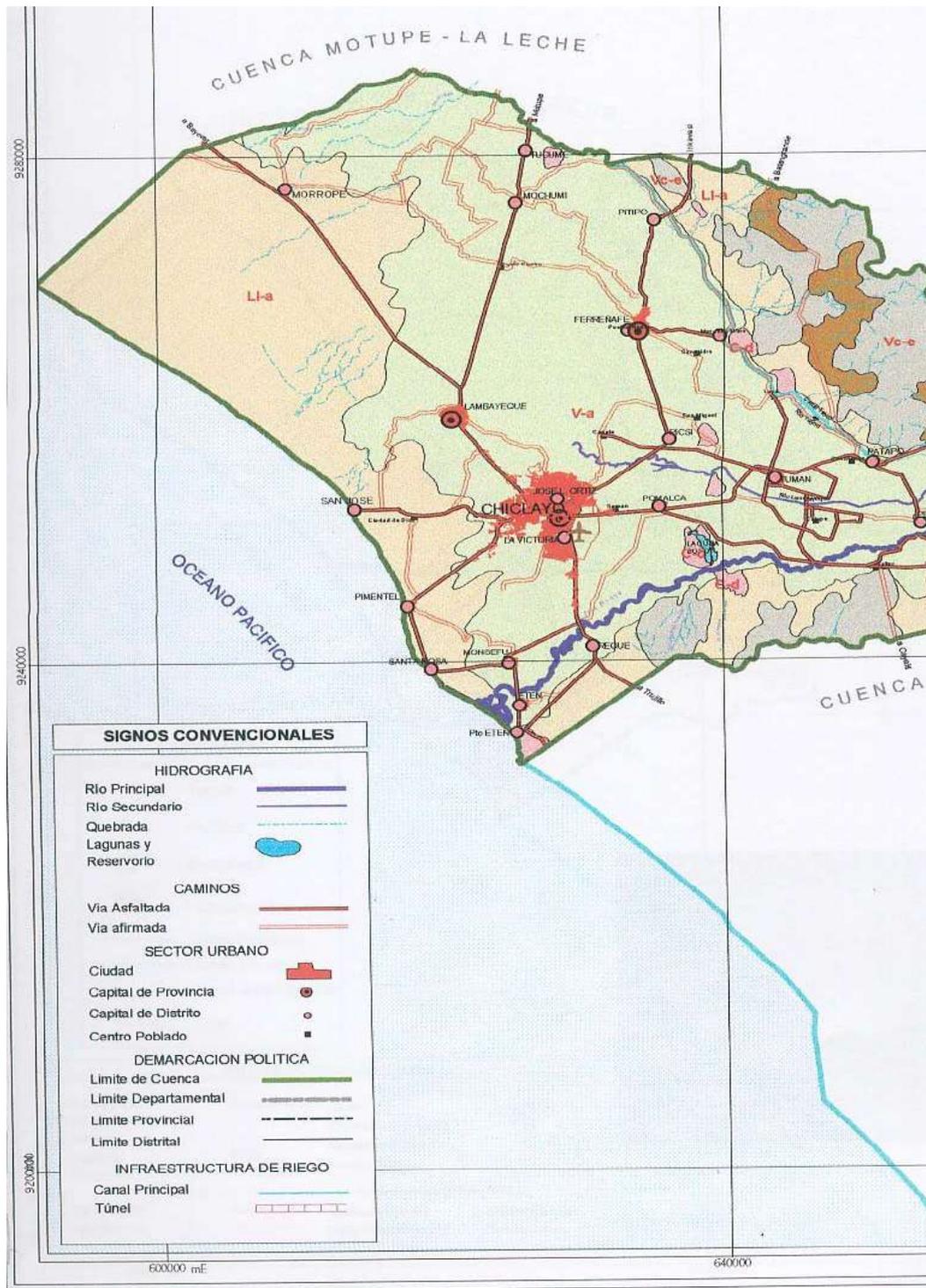


Lámina N° 01: Mapa Geomorfológico del Cuadrángulo de la Región Lambayeque.

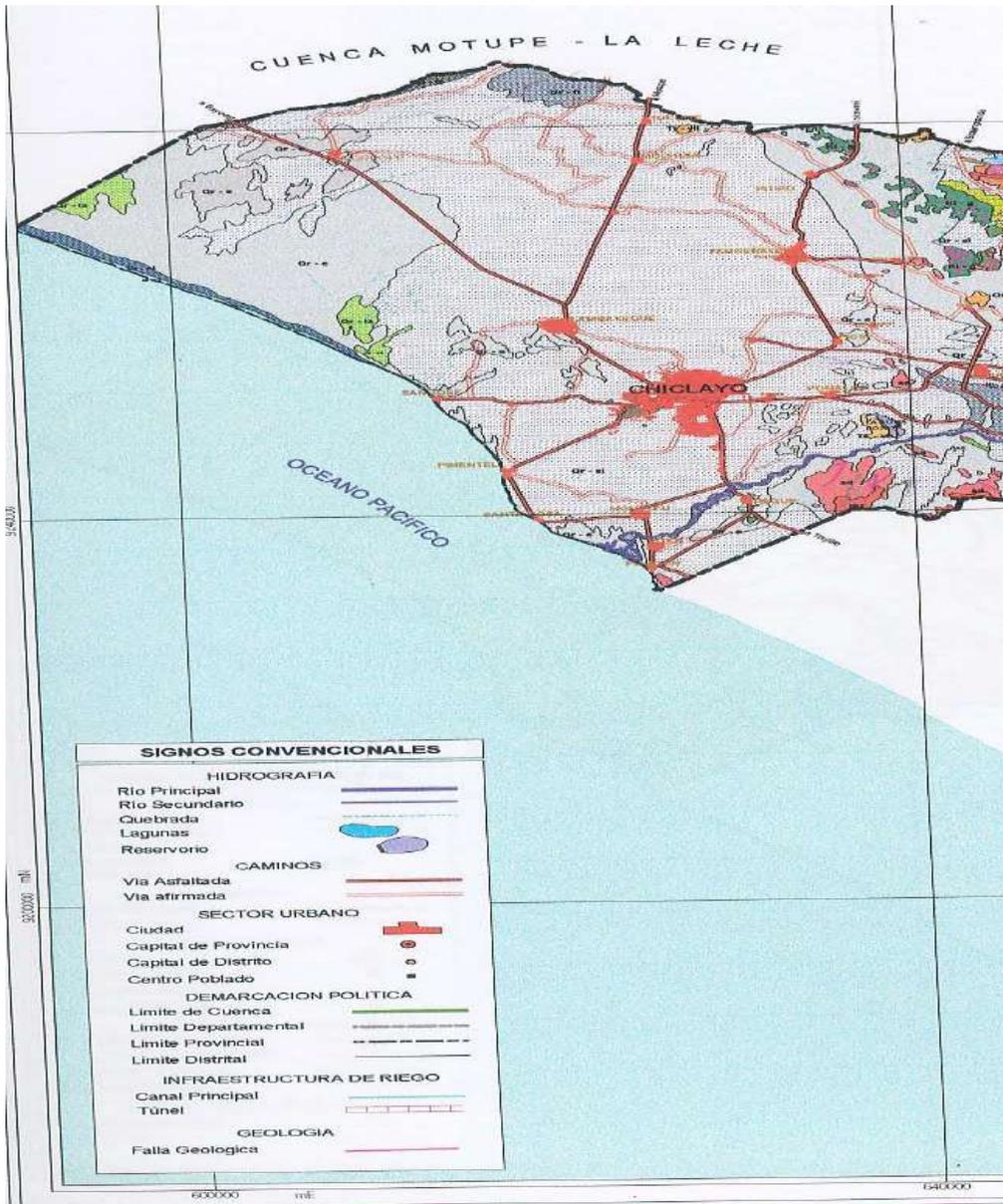


Lámina N° 02: Mapa Geológico del Cuadrángulo de la Región Lambayeque.

4.7 HIDROLOGIA.-

Actualmente todas las estaciones dentro de la Cuenca del Chancay Lambayeque; pertenecen al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Se han identificado 20 estaciones meteorológicas en la cuenca Chancay-Lambayeque de las cuales 12 funcionan y 8 están desactivadas. En la parte baja la estación más cercana a la zona de estudio es la Estación Climatológica Principal de Lambayeque (301), que se encuentra en el Fundo “El Cienago” de propiedad de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

La relación de las estaciones, se muestra en el Cuadro EM : CH-L

Se adjunta la información de Precipitaciones Total Mensual en mm, para la Estación Lambayeque, entre los años 1961 al 1998.

4.7.1 ESTACIONES.-

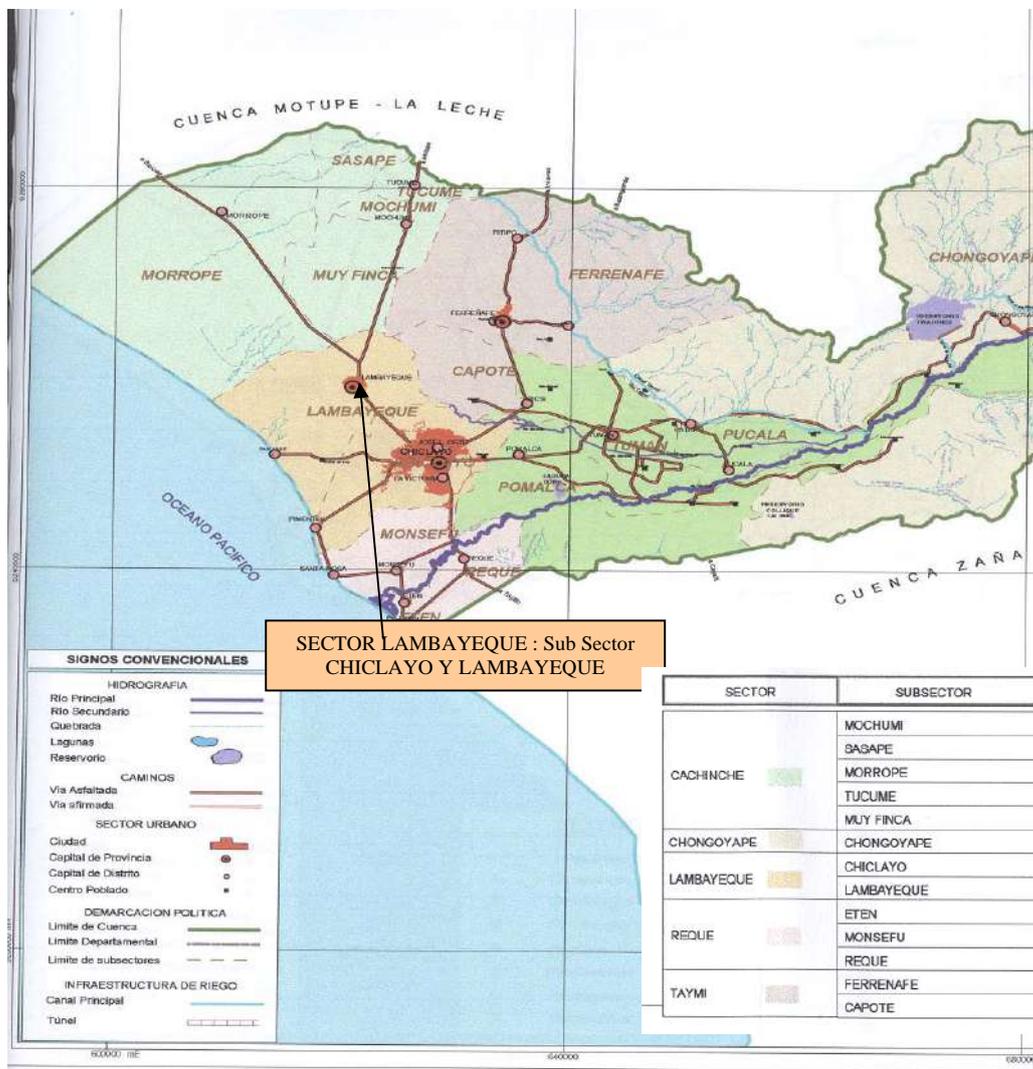
Se adjunta la relación de las estaciones meteorológicas de la cuenca Chancay – Lambayeque y dentro de la cual se ubica la Estación climatológica ordinaria Fundo “El Cienago”, y que está bajo la responsabilidad del SENAMHI.

4.7.2-PRECIPITACIÓN.-

Se adjunta información de la precipitación tanto de la estación climatológica ordinaria de Ferreñafe comprendida entre los años 1961 – 1998, presentando valores elevados en el año 1998, donde se dio el evento “ El Niño “, alcanzando un total de 251.7 mm en el mes de Febrero y de 179.7 mm en el mes de Marzo del mismo año; también se adjunta la información de la Región Lambayeque.

Lo anterior permite generar los cuadros que representan la precipitación total promedio entre 1961 – 1998 y la precipitación total máxima entre los mismos años, en la estación Cienago.

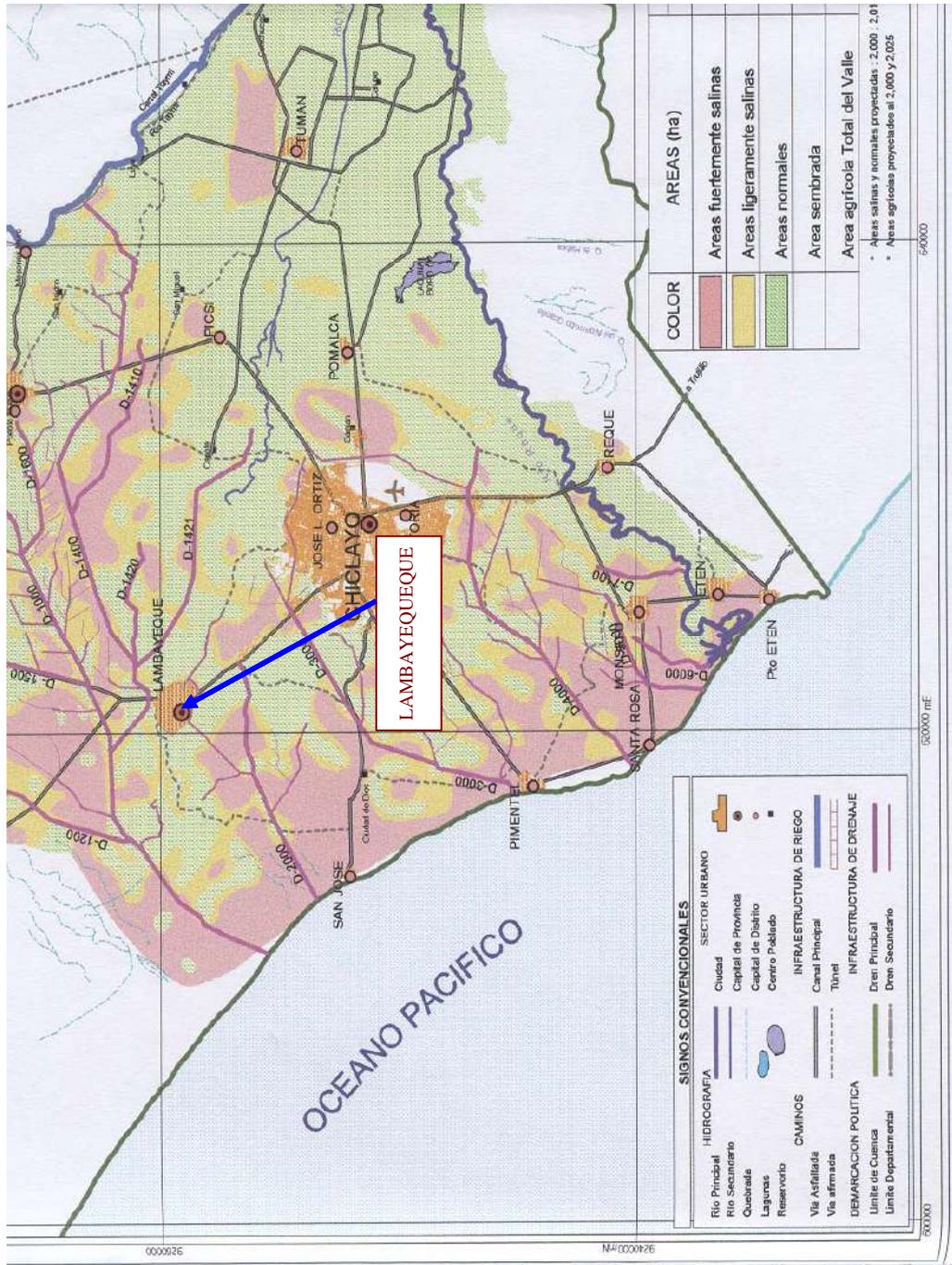
Se adjunta las gráficas de precipitación para diversos tiempos de retorno y las intensidades para diversos periodos de duración; de igual forma se ha incluido los valores de las temperaturas comprendidas entre los años 1991 – 2002, con las cuales se han elaborado los gráficos de Temperaturas promedio, Temperaturas máximas y Temperaturas mínimas, para la estación Lambayeque. Se tiene una Temperatura promedio anual de 22.7 °C, Una Temperatura máxima de 28.7°C y una Temperatura mínima de 17.1°C, lo que se corrobora con la lámina de T-máximas y mínimas para toda la Región Lambayeque que se adjunta en lo Anexos.



Fuente : INADE-DEPOL11-UNPRG-2002

SECTORES DE RIEGO EN EL VALLE CHANCAY – LAMBAYEQUE
UBICACIÓN SUB SECTOR LAMBAYEQUE

Fuente : INADE-DEPOLTI-UNPRG-2002



CIUDAD DE LAMBAYEQUE Y DRENE EN AREA DE INFLUENCIA

CUADRO EM : CH-L
**CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES METEOROLOGICAS
(CUENCA CHANCAY - LAMBAYEQUE)**

INFORMACION DE LA PRECIPITACION
TOTAL MENSUAL ESTACION :
LAMBAYEQUE

INFORMACION DE LA PRECIPITACION
TOTAL MENSUAL ESTACION :
LAMBAYEQUE

INFORMACION DE LA PRECIPITACION TOTAL MENSUAL ESTACION : LAMBAYEQUE

ESTACION : LAMBAYEQUE CP - 301 / DRE - 02 LATITUD : 06° 42' "S" DPTO. : LAMBAYEQUE
 PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm) LONGITUD 79° 54' "W" PROV. : LAMBAYEQUE
 ALTITUD : 18 msnm DIST. : LAMBAYEQUE

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	
1961	T	0	5	2	2	T	T	0	0	0	2	T	0
1862	0	1	0.9	8.4	0.7	T	0.7	0	T	T	0.7	1.2	0.1
1863	0.4	0	10	3.5	0.6	0.2	0	0	0	1	2.7	0.1	1.9
1964	3.9	3.7	2.6	1.6	0	0	0	0	0	0.5	0	1.1	1.1
1965	4.7	0.2	21	11.1	1.6	0	0	0	4.7	0.2	1.8	7.8	1
1966	3.5	0	0.3	0.1	T	0	0	0	0	1.3	0.1	0.1	T
1967	10.4	2.1	2.7	1.2	5.1	0	0.7	0.4	0	0.2	0.2	0.1	T
1968	0.1	T	1	T	0	0	0	0	0.8	2.3	1	0	0
1969	0.1	0.6	10.9	2.6	T	0.2	0	0	T	T	5	4.3	0.8
1970	T	T	5.3	2.1	0.7	0.2	T	T	T	3	2.1	0.8	0.9
1971	T	T	63.2	3.2	T	T	0.5	T	0.4	4.2	0.6	0.9	0.8
1972	T	T	4.9	13.6	T	0.4	T	T	1	1.1	T	0.8	0.8
1973	3.7	11.9	15.2	4.9	0.2	0.1	T	0.5	0.3	T	0.2	T	0.6
1974	T	5	T	3.7	T	0.5	T	T	0.8	0.5	1.2	0.6	0.1
1975	5.2	4.3	11.1	6.9	0.6	0.2	T	3.9	T	2.6	0.2	0.1	0.2
1976	4.4	0.2	1.1	2.7	1.4	0.9	T	T	0	0.2	0	0.2	1
1977	5.8	11.8	4.7	0.4	2.3	0	0.2	T	2.9	1.6	1.9	1.3	1.3
1978	1.1	2.8	4.4	T	0.5	0.3	T	0	1.4	0.2	1.4	0.1	0.1
1979	1.3	1.3	2.7	1	1.8	0	T	T	1.2	0	0.1	0.1	0.2
1980	0.3	0.1	2.7	0.3	0.2	0	0	0	0	0.9	0.4	0.2	0.3
1981	0	4.9	19.6	2.4	0	0.6	0.2	0.7	0	0.6	0.3	0.3	0
1982	0.1	0	0.5	2.5	0	0	0.1	0.6	0.2	2	1.8	0	1.7
1983	61.8	8.6	121.7	97.9	47.9	3	0	0	0.5	1.2	0.1	0.1	0.1
1984	0	9.1	8.1	0.3	0.4	0	0	0	0	0.4	0.8	0.1	0.1

INFORMACION DE LA PRECIPITACION TOTAL MENSUAL ESTACION : LAMBAYEQUE

ESTACION : LAMBAYEQUE CP - 301 / DRE - 02 LATITUD : 06° 42' "S" DPTO. : LAMBAYEQUE
 PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm) LONGITUD 79° 54' "W" PROV. : LAMBAYEQUE
 ALTITUD : 18 msnm DIST. : LAMBAYEQUE

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1985	0	0.4	3.2	0	5.2	0	0	0	0	0.6	3.1	0.6
1986	8.9	0.1	8.5	3.8	0	0	0	0.4	0	0.5	2.6	0.8
1987	4.5	2.1	2.8	0.8	0	0	2.9	2.2	0	0	0.7	0
1988	2.8	0.6	0.5	1.8	1.8	0	0	0	0.1	0.7	1.5	0
1989	0.5	3.1	0.1	3.4	0	0	0	0	0	0	0	0
1990	2.1	0.1	2.6	0	0	0	0	0	0	0.6	3.2	0.1
1991	0.8	0.5	0.9	0.8	0	0.1	0	0	1.8	0	0	0.2
1992	0.7	0	23.8	16.1	0	0	0	0	1.7	2.3	0	0.5
1993	0	3	6.7	0	0	0	0	0	0	0	1.4	0
1994	0.1	4.1	7.6	1	0	0	0	0	0	0.1	1.1	0.2
1995	0.2	3.2	3.4	0.2	0.1	0.1	0	0	0.7	0.2	0.2	0.4
1996	0.4	1	0.8	2	0.8	0.6	0.1	0.1	0.9	0.8	1.4	0.8
1997	0.3	3.7	0	1.3	0	0	0	0	0.1	0.8	4.4	2.8
1998	42.1	110	116.2	7.2	2	0	0	0	0	0.5	0.2	1.2

4.8 FENOMENO “EL NIÑO”.-

Este tipo de situación se da por la situación conocida como “Trasvase de Cordillera”, que viene a ser el arribo de masas de aire cálido húmedas provenientes de la vertiente oriental del país (ESTE) y centro sudamericano.

En la zona de la Región de Lambayeque las primeras manifestaciones se han dado en el mes de Diciembre de 1997, las mismas que han sido asociadas al evento “EL NIÑO OSCILACIÓN SUR” o ENOS 1997, arrojando información de lluvias para Lambayeque de tipo fuerte; así Requena reportó 29 lts/m², Cayaltí 29.8 lts/m², Chiclayo 37 lts/m² y Puerto Eten totalizó 5.6 lts/m², valores que desde ya se habían considerado como que habían sobrepasado los valores medios de años anteriores a este tipo de eventos.

Durante el mes de Enero del año 1998 se presentaron episodios lluviosos mas o menos relevantes que afectaron a Lambayeque, es así que a fines del mes de Enero del mismo año entre el viernes 23 y domingo 25 se registraron las lluvias más intensas en toda la región afectando significativamente a todos los distritos incluido Chiclayo y Lambayeque, en estas fechas se reportaron: Chongoyape 16.1, 36.5 y 31.5 lts/m²; Cayaltí 0.0, 22.8 y 5 lts/m²; Ciudad de Lambayeque 8.2, 0.0 y 8.2 lts/m²; Chiclayo 8.0, 10.0 y 9.0 lts/m²; en Puerto Eten 3.6, 8.6 y 4.2 lts/m² y en Sipán 10.5, 22.4 y 9.4 lts/m². Ante estas manifestaciones, en aquella época ya se daban las recomendaciones a la colectividad a que extreme sus medidas de seguridad a fin de protegerse ante un posible evento mucho mayor.

Es preciso recordar que estas manifestaciones se dan por los intensos “Trasvases de cordilleras” o situaciones lluviosas que provinieron del Nor Oriente de la Región, con presencia de masas de aire cálido – húmedas que arribaron a la Costa Lambayecana debido a la gran actividad de la zona de Convergencia Intertropical que se dio en la vertiente oriental del norte de nuestro país.

La mayor manifestación se dio el día 14 de Febrero aproximadamente a las 5 de la tarde con una lluvia moderada la que se fue intensificando hasta llegar a magnitudes torrenciales con manifestaciones de tormentas eléctricas en toda la Costa de Lambayeque por un periodo que fue mas allá de las 12 horas. En este episodio se

registró: Chiclayo 113.0 lts/m², Cayaltí 72.2 lts/m², Ferreñafe 182.8 lts/m², Lambayeque 71.2 lts/m² y en Reque 38.8 lts/m².

La tensión por la ocurrencia de este fenómeno puso en alerta y aprieto a toda la población de la Región, generando pérdidas materiales en infraestructura habitacional, vial, agrícola y dificultad de aprovisionarse de alimentos por la intransitabilidad de sus carreteras en especial en los lugares mas alejados de la región.

Uno de los últimos episodios lluviosos de apreciable magnitud se dio el domingo 22 de Febrero de 1998, registrándose: Lambayeque 10.1 lts/m²; Chiclayo entre 16.5 - 19.0 lts/m² y Reque 9.0 lts/m².

En lo que se refiere a la ciudad de Lambayeque, esta no estuvo exenta de soportar todo este panorama negativo en lo relacionado al Fenómeno El Niño Oscilación Sur, ameritando se tomen las medidas pertinentes con la finalidad de estar preparados para situaciones semejantes de manera que se pueda minimizar las situaciones negativas que trae consigo estas manifestaciones naturales.

4.9 RECURSOS HÍDRICOS.-

Las instituciones que tienen que ver con el recurso hídrico del Valle Chancay-Lambayeque.

La ATDR (Administración Técnica del Distritos de Riego), es la autoridad local de aguas en el ámbito del distrito de riego, siendo una de sus funciones, administrar las aguas de uso agrario y no agrario de acuerdo a los planes de riego y cultivos aprobados.

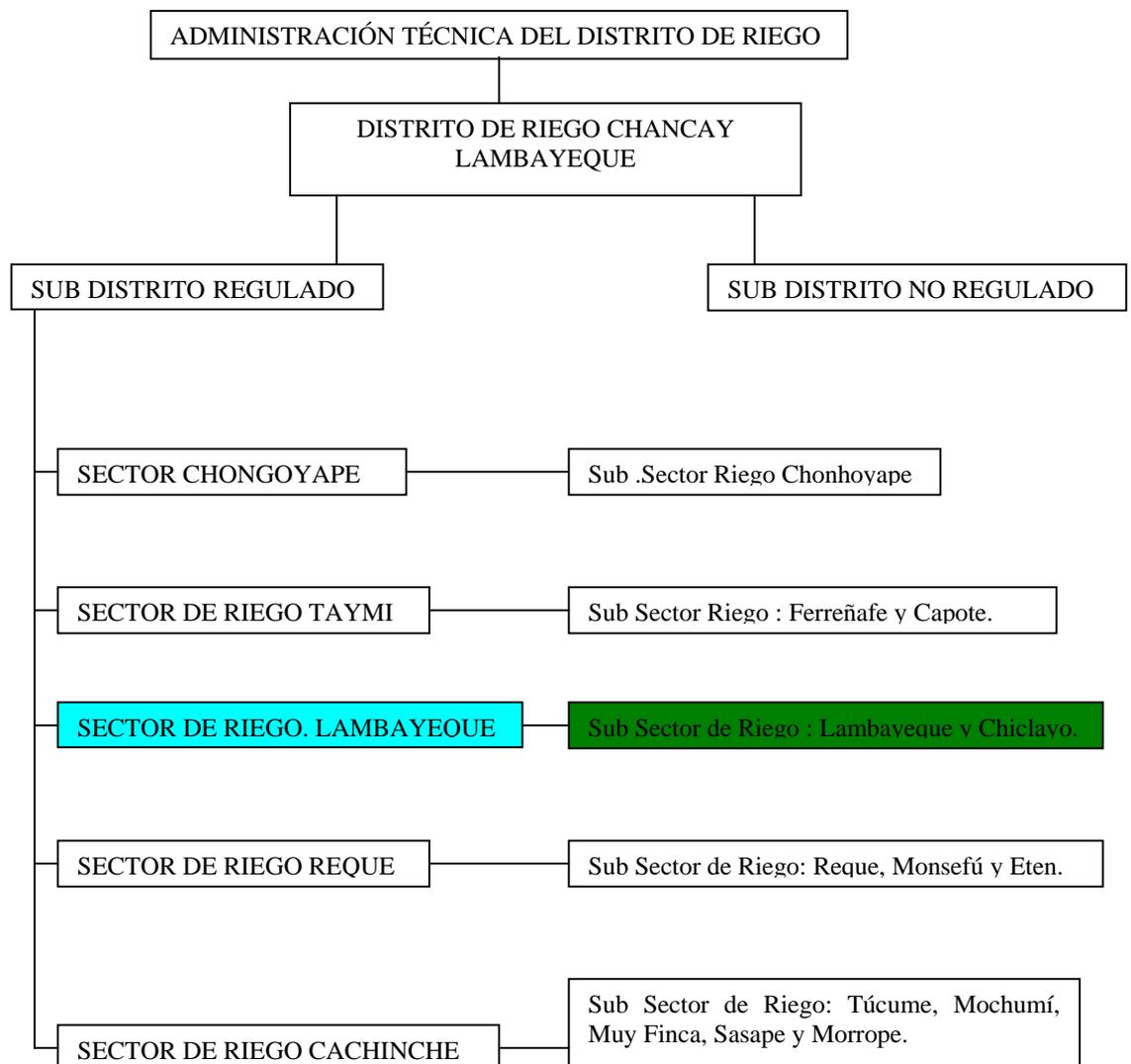
La AACH (Autoridad Autónoma de Cuenca Hidrográfica) de Chancay Lambayeque, es el máximo organismo decisorio en lo que respecta al uso y conservación de los recursos agua y suelo de las cuencas hidrográficas de los ríos Chancay-Lambayeque, Zaña y parte del Chotano

ETECOMSA (Empresa Técnica de Conservación, Operación y Mantenimiento S.A.), dedicada a actividades de operación y mantenimiento de la infraestructura mayor y menor de riego.

La Junta de Usuarios, organización representativa de todos los usuarios de agua, su finalidad es la de lograr la participación activa de sus integrantes en el desarrollo,

conservación, preservación y uso racional del recurso agua y suelo según lo señalado en la Ley General de Aguas.

Las Comisiones de Regantes, organizaciones encargadas de la operación y mantenimiento de la infraestructura menor de riego. A nivel de Valle se tienen 13 comisiones de regantes. Comisión de Regantes “Lambayeque”.- Canal Principal “Lambayeque”, canales laterales: San José; San Nicolás; San Romualdo.



<u>VALLE</u>	<u>COMISION DE REGANTES</u>
Chancay – Lambayeque	Chongoyape, Ferreñafe, Capote, Mochumi, Muy Finca, Túcume, Morrope, Sasape, Lambayeque , Chiclayo, Monsefú, Reque, y Eten.

4.10 INFRAESTRUCTURA DE RIEGO.-

La zona de estudio tiene la influencia de la Infraestructura mayor de riego del sistema Hidráulico Chancay-Lambayeque, la misma que esta constituida por :

- Obras de trasvase de agua desde los Ríos Chotano al Chancay (a partir de 1958).
- Obras de trasvase de agua desde el Río Conchano al Río Chotano y de este al Chancay, por medio de túneles trasandinos (a partir de 1983).
- El Reservorio de Tinajones, que almacena las aguas a partir de la Bocatoma Raca Rumi mediante el canal alimentador; y por medio de un canal de descarga las aguas son devueltas al Río Chancay y en el Partidor la Puntilla estas son derivadas al cauce del antiguo Canal Taymi hasta la estructura conocida como Desaguadero con una capacidad de conducción de 110 m³/seg y el resto del circulante continúa por el Río Reque; del Desaguadero nace el Canal Taymi con capacidad de conducción de 65 m³/seg, el Canal Pátapo con 3 m³/seg y el Río Lambayeque con 42 m³/seg y toda la infraestructura que conforma el sistema regulado con una superficie de 101, 190 Ha.

SECTOR LAMBAYEQUE.-

El Sector de Riego Lambayeque irriga sus áreas agrícolas con las aguas provenientes del Río Lambayeque mediante el Repartidor Chéscope. En este Repartidor nace el Canal Lambayeque que distribuye las aguas de riego para las

áreas del Sub-Sector de Riego Lambayeque; al canal Chiclayo para irrigar las áreas del Sub-Sector de Riego Chiclayo; y por último el canal Vista Alegre que abastece de agua para uso poblacional a la ciudad de Chiclayo

La zona de estudio pertenece al Sub - Sector de Riego de Lambayeque, se encuentra ubicado en el distrito de Lambayeque, provincia de Lambayeque, Región Lambayeque, en la cuenca del valle Chancay-Lambayeque el Sub - Sector de Riego Lambayeque; el mismo que trae las aguas por el canal del mismo nombre desde el repartidor Chescope; tiene como ámbito los distritos de Lambayeque, Morrope y San José; está conformado por tres canales principales a citar Canal San Romualdo; San Nicolás y Canal San José, canales que se encuentran en estado natural, en su mayor parte sin revestimiento

SECTOR LAMBAYEQUE

<u>SECTOR</u>	<u>SUBSECTORES</u>	<u>AREA (Ha)</u>
LAMBAYEQUE	CHICLAYO	6669
	LAMBAYEQUE	5411

4.11 INFRAESTRUCTURA DE DRENAJE.-

El distrito de Lambayeque tanto en la parte Norte como Sur tiene una red de drenaje artificial conformada por los Drenes D-1400, D-1000 y D-1500 (Norte) y D-2000 (Sur), rodeándolo por esta zona el D-2210.; ver en Anexos Lámina Drenes Principales en zona de Estudio.

Estos drenes han permitido detener el avance de la salinización en estos lugares, dado que se ha deprimido la napa freática, incluso han cumplido un papel muy importante durante los eventos lluviosos por el Fenómeno “El Niño”, actuando como protección de la ciudad de Lambayeque en particular.

CAPÍTULO V

ELABORACIÓN DE MAPA DE PELIGROS

5.1 MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

5.1.1 PASOS SEGUIDOS PARA LA OBTENCIÓN DE LOS MAPAS GEOTÉCNICOS.

5.1.1.1 RECOPIACIÓN DE DATOS.-

Consistió en la recopilación de toda la información existente sobre la zona de estudio desde el punto de vista de Geológico, Geomorfológico, Catastral, Topográfico, Geotécnico, Zonificación de Suelo Subyacente, de Saneamiento Urbano, Pavimentación y otras afines. Además, se han recopilado Tesis de alumnos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, que a continuación detallamos:

- MICROZONIFICACIÓN DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE Y ZONAS DE EXPANSIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES.
- ZONIFICACIÓN DEL SUELO SUBYACENTE DE LA PARTE SUR-ESTE DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES.
- ALTERNATIVA DE PAVIMENTACIÓN DEL PUEBLO JOVEN SAN MARTÍN DE LA PROV. DE LAMBAYEQUE UTILIZANDO PAVIMENTOS FLEXIBLES.
- EVALUACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LAS OBRAS DE SANEAMIENTO BÁSICO DEL P.J. SAN MARTÍN DE LA PROVINCIA DE LAMBAYEQUE.
- ESTUDIO TÉCNICO Y DISEÑO PARA ENCAUZAMIENTO DEL RÍO LAMBAYEQUE DENTRO DE LOS LÍMITES URBANOS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE.
- ESTUDIO DEFINITIVO DEL TRAMO DESDE LA VÍA DE CIRCUNVALACIÓN DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE.

- PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DEL CENTRO POBLADO RAMÓN CASTILLA DE LAMBAYEQUE.
- ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA LAMBAYEQUE – PLAYA NAYLAMP – SAN JOSÉ.
- ALTERNATIVA DE SANEAMIENTO BÁSICO Y PAVIMENTACIÓN EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA – II ETAPA DE LAMBAYEQUE.
- ESTUDIO DE SUELO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO.
- SANEAMIENTO BÁSICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO.
- EVALUACIÓN SÍSMICA DE LA U.N.P.R.G CON LA NORMA E 030 – 97 DISEÑO SISMORRESISTENTE.
- ZONIFICACIÓN DEL SUELO SUBYACENTE Y ESTUDIO DEL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES.
- DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISIográficas DE LA CUENCA DEL RIO CHANCAY LAMBAYEQUE.
- PROYECTO DE URBANIZACIÓN VÍCTOR R. HAYA DE LA TORRE EN LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE.
- ESTUDIO DE PAVIMENTACIÓN FLEXIBLE, SANEAMIENTO Y DRENAJE DE LA URBANIZACIÓN PROCERES DE LA INDEPENDENCIA.
- PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE LOS TRABAJADORES DE LA U.N.P.R.G (URBANIZACIÓN UNIVERSITARIA).

- PAVIMENTACIÓN DE LOS PUEBLOS JÓVENES SANTA ROSA, EL ROSARIO Y LOS ÁNGELES DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE.
- SANEAMIENTO BÁSICO DE LA AMPLIACIÓN DE LA III ETAPA DEL P. J. SAN MARTÍN – LAMBAYEQUE.
- ESTUDIO DEFINITIVO DE COTAS Y RASANTES DE LAMBAYEQUE Y SUS APLICACIONES.
- CÁLCULO DEL ASENTAMIENTO DEL SUELO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA ESCUELA DE POST GRADO DE LA U.N.P.R.G.

Mediante el análisis de la información se determinaron las zonas a ser estudiadas y las zonas a ser verificadas. Con la información anterior, se procedió a verificar los detalles faltantes. Se realizaron estudios in situ y de reconocimiento en las zonas en que no se encontró información de trabajos previos. Las zonas que contaban con información fue previamente verificada y cotejada en campo desechando aquella que no era confiable. Los trabajos recopilados y desarrollados con anterioridad y las determinadas in situ se encuentran delimitadas en el **Plano de Sondajes S-1**.

5.1.1.2 RECONOCIMIENTO Y UBICACIÓN DE CALICATAS.-

En esta etapa, teniendo ya una visualización más cercana de los diferentes problemas que enfrenta las zonas de estudio se llevó a cabo un reconocimiento en campo, verificando así la información obtenida en la etapa anterior.

Luego del reconocimiento se determinó el número de Calicatas, que para la Ciudad de Ferreñafe fueron Dieciocho (19), ubicadas en el **Plano de Sondajes S-1**, que a continuación detallamos:

- C – 1 Ubicado en la zona Norte del Conjunto Residencial Mocce, carretera Panamericana Norte, salida a Piura.
- C – 2 Ubicado en la zona Sur del Conjunto Residencial Mocce, carretera Panamericana Norte, salida a Piura.
- C – 2' Ubicado al Este del Conjunto Residencial Mocce, carretera Panamericana Norte, salida a Piura.
- C – 3 Ubicado al Norte de la ciudad de Lambayeque, carretera Panamericana Norte, salida a Piura, próximo al Grifo Texaco.
- C – 4 Ubicado en el sector Agroindustrial de la Empresa Pomalcasa, al sur – este del Dren 1400.
- C – 5 Ubicado en la Urb. Almendros del Río, al norte de la ciudad de Lambayeque.
- C – 6 Ubicado al Oeste de la ciudad de Lambayeque, en el sector del A.A. H.H. Las Dunas.
- C – 7 Ubicado al Centro de la ciudad de Lambayeque, en su perímetro cuadrado.
- C – 8 Ubicado al Este de la ciudad de Lambayeque, en el sector de la Urb. Santa Teresa y Castilla de Oro.
- C – 9 Ubicado al Sur - Oeste de la ciudad de Lambayeque, en el sector del Fundo la Peña, carretera a San José.
- C – 10 Ubicado al Sur de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, en el sector de la urbanización de los docentes de la universidad, al sur del Dren 2210.
- C – 11 Ubicado al Sur -Este de la ciudad de Lambayeque, en el sector de la Urb. Latina al ingresa a la ciudad.
- C – 12 Ubicado al Nor -Este de la Fabrica de Hielo, en el sector destinado a Los Molinos, carretera Chiclayo – Lambayeque.

- C – 13 Ubicado al Oeste de la carretera que une Chiclayo con Lambayeque, próximo a los Molinos.
- C – 14 Ubicado al Este de la carretera que une Chiclayo con Lambayeque, próximo a la Piladora Venecia.
- C – 15 Ubicado al Oeste de la carretera que une Chiclayo con Lambayeque, próximo a la Zona Reservada de los Montes de la Virgen.
- N – 1 Ubicado al Nor – Oeste de la ciudad de Lambayeque, sector destinado a la agricultura, al sur – oeste del Dren 1400.
- N – 2 Ubicado al Sur - Oeste de la ciudad de Lambayeque, sector destinado a la agricultura, carretera al distrito de San José.
- N – 3 Ubicado al Este de la ciudad de Lambayeque, sector destinado a la agricultura, próximo al Fundo Cortijo.

MAPA SONDAJES

5.1.1.3 EXTRACCIÓN DE MUESTRAS.-

Se realizaron 19 calicatas con una sección de 1.50 m. x 1.50 m. con una profundidad de 1.50 m. en promedio en la zona de estudio.

En las calicatas excavadas se realizó el muestreo de los horizontes estratigráficos. Así mismo se procedió a la obtención de muestras alteradas y toma de muestras de suelos inalterados constituidos por monolitos. En la base de la calicata se hizo sondajes con posteadora, para definir los estratos a mayor profundidad. De las Calicatas se obtuvieron 112 Muestras Alteradas y 19 Muestras Inalteradas.

5.1.1.3.1 MUESTRAS ALTERADAS:

Son aquellas en las que no se conserva las condiciones naturales o la estructura del mismo suelo.

5.1.1.3.2 MUESTRAS INALTERADAS:

Son aquellas que cuando son extraídas se les conserva sus características naturales; con estas muestras se determinan las propiedades mecánicas del suelo.

5.1.1.4 ENSAYOS DE LABORATORIO.-

De las Muestras Alteradas Tipo Mab, se realizaron los Ensayos de Propiedades Físicas: Granulometría, Límites de Atterberg (Límite Líquido y Límite Plástico), Peso Específico de Sólidos, Contenido de Sales, Contenido de Humedad Natural, Peso Volumétrico y Clasificación de Suelo (SUCS), para determinar los Perfiles Estratigráficos.

De las Muestras Inalteradas Tipo Mit, se realizaron los Ensayos de Propiedades Mecánicas: Ensayo de Compresión no confinada, Ensayo de Expansión Libre, Ensayo de Consolidación Unidimensional y Ensayo de Corte Directo.

5.1.1.4.1 CONTENIDO DE HUMEDAD / ASTM D2216-71

Es la relación entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra secada al horno expresado en porcentaje.

$$W_{\%} = \frac{W_h - W_s}{W_s} * 100$$

Donde:

$W_{\%}$ = Contenido de humedad expresado en porcentajes.

W_h = Peso de la muestra húmeda.

W_s = Peso de la muestra seca.

Esta propiedad es muy importante, los resultados obtenidos están sujetos a rangos de variación constante, se ve influenciado por las condiciones atmosféricas, cambios en la napa freática durante el tiempo en el que se produjo el estudio.

Con este ensayo se determina el porcentaje de humedad natural del suelo, esta propiedad es más importante en los suelos finos, ya que un aumento de agua reduce drásticamente la resistencia a la compresión.

5.1.1.4.2 PESO VOLUMÉTRICO / ASTM D 854

Llamado también peso unitario o densidad es el peso del suelo por metro cúbico o bien por centímetro cúbico de material sólido del suelo. Este ensayo se realiza con el objeto de determinar el valor que nos permita facilitar la conversión de peso de materiales a volúmenes o viceversa, cuya ecuación es la siguiente, expresada en gr/cm^3 .

$$W_{(v)} = \frac{W_m}{V_m}$$

En donde:

$W_{(v)}$ = Peso Volumétrico.

W_m = Peso de la muestra.

V_m = Volumen de la muestra.

5.1.1.4.3 GRANULOMETRÍA / ASTM D421-58 Y ASTM D422-63(MÉTODO: MECÁNICO)

Consiste en la división del suelo en diferentes fracciones seleccionadas por el tamaño de sus partículas componentes. Las partículas de cada fracción se caracterizan por que su tamaño se encuentra comprendido entre un valor máximo de la que sigue correlativamente. La descripción de un suelo de acuerdo al tamaño de sus partículas es:

Rocas: Las partículas mayores de 15 cm. hasta 30 cm. se les denomina Piedras o Bolos. Las partículas mayores de 30 cm. se denominan Bloques.

Suelos: Es considerado suelo, aquel cuyo diámetro máximo es 15 cm. Existen dos tipos de suelos:

Gruesos: Se descomponen en Gravas y Arenas.

De 0.074 mm. a 4.76 mm. - Arenas

De 4.76 mm. a 15 cm. - Gravas

Finos: Se descomponen en Limos y Arcillas.

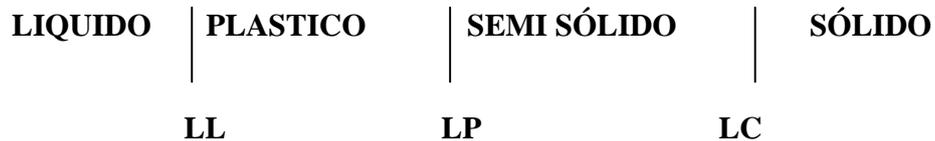
Menor de 0.02 mm. - Arcillas

De 0.02 mm. a 0.074 mm - Limos.

5.1.1.4.4 LIMITES DE CONSISTENCIA.

Por consistencia se entiende el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienen a deformar o destruir su estructura.

Los límites de consistencia de un suelo, están representados por contenidos de humedad. Los principales se conocen con los nombres de límite líquido, límite plástico y límite de contracción.



5.1.1.4.5 ENSAYOS DE PLASTICIDAD

La plasticidad es la propiedad de un material por lo cual es capaz de soportar deformaciones rápidas sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable, sin desmoronarse ni agrietarse.

Límite Líquido (L.L.) / ASTM 423-66

Consiste en el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar y destruir su estructura. El límite líquido es el contenido de humedad que corresponde al límite arbitrario entre los estados de consistencia líquida y plástica del suelo.

Límite Plástico (L.P.) / ASTM D424-59

Consiste en el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar y destruir su estructura. El Límite Plástico es el contenido de humedad que tiene el suelo al momento de pasar del estado plástico al semi sólido.

Índice de Plasticidad (IP).

Se denomina Índice de Plasticidad, al valor numérico de la diferencia de las cantidades de agua entre el límite líquido y el límite plástico, o

sea cuando el suelo permanece en estado plástico se le conoce con el nombre de **Índice de Plasticidad**.

$$\underline{I_p = L.L. - L.P.}$$

TABLA 1
POTENCIAL DE ESPONJAMIENTO Y EL INDICE PLASTICO

INDICE PLASTIC O IP	POTENCIAL DE ESPONJAMIENTO
0 _ 15	Bajo
10 _ 35	Medio
20 _ 55	Alto
55 o MAYOR	Muy alto

TABLA 2 PLASTICIDAD

<u>LIMITES</u>	L.L.	IP
NO PLASTICO	0 – 4	0
PLASTICIDAD BAJA	4 – 30	1- 7
PLASTICIDAD MEDIA	30 – 50	1 - 17
PLASTICIDAD ALTA	50 a más	> 17

5.1.1.4.6 PORCENTAJE DE SALES TOTALES / BS 1377–PARTE 3

Este ensayo relaciona el peso de la sal, respecto al agua expresada en porcentaje y permite determinar la cantidad de sales solubles que se encuentran en el suelo de nuestra zona.

Para nuestro caso, lo hemos considerado necesario, ya que es de especial interés para precisar la cantidad de sales y sulfatos ya que al estar en contacto con la cimentaciones y si se tuviera en alto porcentaje como se comportará ante este ataque.

El valor desde el cual se tiene que hacer otro tipo de ensayo para determinar que clases de sales tenemos es del 0.2%.

TABLA A
CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATO

EXPOSICIÓN A SULFATOS	SULFATO SOLUBLE EN AGUA, PRESENTE EN EL SUELO COMO SO₄% EN SECO	SULFATOS EN AGUA COMO SO₄ p.p.m.	<i>CEMENTO</i> TIPO
DESPRECIABLE	0.00 – 0.10	0 – 150	I
MODERADA	0.10 – 0.20	150 – 1500	II
SEVERA	0.20 – 2.00	1500 – 10000	V
MUY SEVERA	SOBRE 2.00	SOBRE 10000	V+PUZO LANA

Norma Peruana E-060

5.1.1.4.7 NIVEL FREÁTICO

Es importante conocer la posición freática, para poder estimar los efectos posibles que las aguas puedan ocasionar a la estructura. Este fenómeno es muy frecuente, cuando el agua se encuentra muy próxima a la superficie, que por efecto de la capilaridad la presión hidrostática o un aumento por fuertes precipitaciones, tiendan ascender hasta la estructura del nivel, ocasionándole daños cuantiosos, especialmente

cuando el estado arcilloso tiene tendencia a grandes cambios de volumen.

Durante la realización del estudio de campo en la extracción de muestras se encontró que el nivel freático es variable tal como podemos apreciar en los perfiles estratigráficos

5.1.1.4.8 CLASIFICACIÓN S.U.C.S.

Esta clasificación de suelos, se emplea con frecuencia y ha sido adoptado por el cuerpo de Ingenieros de Carreteras del Ejército de Estados Unidos de Norte América.

Es una revisión de la clasificación que inicialmente presentó el Dr. Arturo Casagrande. Esta clasificación divide los suelos en dos grupos:

Suelos Granulares: Mas del 50% queda retenido en la malla # 200.

Suelos Finos: Más del 50% pasa la malla # 200.

En el primer grupo se hallan las gravas, arenas y suelos gravosos o arenosos, con pequeña cantidad de material fino (Limo o Arcilla).

Gravas o Suelos Gravosos: GW, GC, GP y GM.

Arenas o suelos Arenosos : SW, SC, SP y SM.

Donde:

G = Grava o suelo gravoso.

S = Arena o suelo arenoso.

W = Bien gradado.

C = Arcilla inorgánica.

P = Mal gradado.

M = Limo inorgánico o arena muy fina.

Así, por ejemplo, SM significa suelo arenoso con cierto contenido de Limo y se lee suelo Areno – Limoso.

En el segundo grupo se hallan los materiales finos limosos y arcillosos de baja o alta compresibilidad y son designados en la siguiente forma:

Suelos de baja o mediana compresibilidad: ML, CL, OL

Suelos de alta compresibilidad: MH. CH y OH.

Donde:

M = Limo inorgánico o arena muy fina.

C = Arcilla.

O = Limos, arcillas y mezclas limo arcillosas con alto
Contenido de materia orgánica.

L = Baja o mediana compresibilidad.

H = Alta compresibilidad.

5.1.1.4.9 CORTE DIRECTO / ASTM D 3080

La falla de un suelo por carga máxima en una cimentación ocurre por rotura o por corte con presencia de superficies de deslizamiento. Es necesario entonces estudiar la resistencia del suelo al esfuerzo cortante y determinar los factores que dependen esta resistencia.

5.1.1.4.10 CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL / ASTM D 2435

A un proceso de disminución de volumen de masa de suelo que tenga lugar en un lapso de tiempo, provocado por aumento de cargas sobre el suelo se llama proceso de consolidación.

Con esta propiedad podemos conocer la deformación a que esta sujeto un estrato de suelo para así tener una idea en donde se va a cimentar una estructura y tomar medidas adecuadas.

Capacidad Portante

Es la presión máxima que puede darse al cimiento por unidad de longitud, sin provocar una falla, es decir representa la capacidad de carga última. Es expresada en unidad de presión.

Capacidad de Carga Límite (q_d)

Máxima expresión que se puede aplicar a la cimentación sin que esta penetre en el suelo.

Esfuerzo Máximo que rompe el suelo (q_{adm})

Es la carga límite dividida entre el factor de seguridad (FS).

$$q_{adm} = \frac{q_d}{FS}$$

Para encontrar la capacidad portante del suelo se ha considerado necesario el Ensayo de Corte Directo haciendo uso de la fórmula y gráficos de Terzaghi.

Para Zapata Cuadrada y la falla es por Corte General:

$$q_d = 1.3 * C * N_c + \delta_n * D_f * N_q + 0.4 * \delta_n * B * N_\gamma$$

Donde:

C = Cohesión en Kg/cm².

N_c, N_q, N_γ = Factores de carga que dependen del ángulo de fricción interna ϕ

δ_n = Densidad Natural del suelo.

R = Radio de la Zapata.

D_f = Profundidad de desplante.

Para Zapata Cuadrada y la falla es por Corte Local:

$$q_d = 1.3 * C' * N'_c + \delta_n * D_f * N'_q + 0.4 * \delta_n * B * N'_\gamma$$

Donde:

$$C' = \frac{2}{3} C = \text{Cohesión en Kg/cm}^2.$$

N'_c, N'_q, N'_γ = Factores de carga que dependen del ángulo de fricción interna ϕ' .

δ_n = Densidad Natural del suelo.

R = Radio de la Zapata.

D_f = Profundidad de desplante.

5.1.1.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.-

De las Propiedades Físicas y Mecánicas obtenidas en el Laboratorio, se realizaron los estudios por zonas desde el punto de vista: Estratigrafía de suelos, Expansibilidad de Suelos **ES - 1**, Capacidad Portante **CP - 1**, Licuación de Suelos **LS - 1** para viviendas típicas.

Se han determinado las propiedades mecánicas como ángulo de fricción interna y cohesión, para obtener la Capacidad Portante de los Suelos. Del Ensayo de Consolidación se ha obtenido el Coeficiente de Compresibilidad y el Coeficiente de Variación Volumétrica, para determinar los Asentamientos cuando se construyan edificaciones.

Como resultado del análisis se elaboraron Mapas de: Sondajes, Capacidad Portante, Expansibilidad de Suelos y Microzonificación Geotécnica de la Ciudad de Lambayeque, como se detalla en el **Mapa Temático Geotécnico G - 1**, siendo este el Mapa Resumen de todos los anteriores.

Obteniéndose una clasificación final de los Suelos de la Ciudad de Lambayeque, que en este caso se ha determinado Cuatro (04) tipos:

SECTOR I.-

Aquí corresponde la Arena Pobremente Gradada, siendo el material granular, cuyo porcentaje que pasa la Malla N°. 200 es menor al 5 %. La Capacidad Portante del terreno, con un Factor de Seguridad de 3, varía entre 0.50 a 1.00 kg/cm². Encontrándose este Tipo de Suelo en gran parte de la ciudad de Lambayeque y zonas de expansión urbana, actualmente utilizadas como áreas agrícolas. Destacándose los siguientes sectores: al norte de la ciudad de Lambayeque carretera a Piura, en el sector de los Grifos Texaco y Lambayeque y el Molino Gavimonte cercano al Dren 1400. Al centro de la ciudad en su antiguo casco urbano destacándose las calles Francisco Bolognesi, 28 de Julio, Emiliano Niño, 2 de Mayo, San Martín y Huamachuco y entre las calles Atahualpa, San Martín, 8 de Octubre y Huamachuco. Otro gran sector con estas características de suelo se encuentra ubicado al Oeste de la ciudad de Lambayeque, donde ubicamos al P.P.J.J. San Martín, A.A:H.H. Las Dunas, Urbanización Guardia Republicana, Fundo la Peña, sector del Nuevo Mocce, sector donde se encuentra ubicado la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, área destinada para la Urbanización de los Docentes universitarios, toda el Área Reservada de los Montes La Virgen, todo el sector al Sur – Oeste de la ciudad de Lambayeque perteneciente al Ministerio de Agricultura. Ver **Mapa Temático Geotécnico G – 1 y Mapa Temático de Capacidad Portante CP - 1.**

SECTOR II.-

Aquí corresponde estratos de suelos de Arenas con Finos, Arenas Arcillosas o Arenas Limosas, cuyo porcentaje de finos que pasa la Malla N°. 200 es mayor al 12 %, y el porcentaje de material granular que pasa la Malla N° 4 es mayor al 50. Debido a la presencia de finos, tiene mayor capacidad de soportar las cargas que las Arenas puras. La Capacidad Portante varía entre 0.70 a 0.90 kg/cm². Observándose este Tipo de Suelo en gran parte de la ciudad de Lambayeque y zonas de expansión urbana, actualmente utilizadas como áreas agrícolas. Destacándose los siguientes

sectores: al norte de la ciudad de Lambayeque carretera a Piura, en el sector del Antiguo Mocce, área de la zona arqueológica de Mocce, Auto Servicios Jaén, el Molino San Juan, es decir, todo el sector que se encuentra ubicado al interior de los Dren 1400 – 18 y Dren 1400. Otro gran sector con estas características, es el ubicado en el Condominio Ebenezer, los Asentamientos Humanos de Santo Domingo y la Esperanza al norte de la ciudad de Lambayeque, también en la urbanización Almendros del Río, y los asentamientos humanos Toribia Castro y Las Maravillas. Gran parte del centro de la ciudad de Lambayeque al noroeste y al sur – oeste destacándose las calles Demetrio Acosta, Elvira García y García, Piura, Malecón Mariscal Ureta, Sebastián Oneto, Prolongación 8 de Octubre, Juan Manuel Iturregui, 28 de Julio y Juan XXIII, otra entre las calles Miguel Grau, 2 de Mayo, Junín y Juan XXIII. Así también se puede encontrar en una extensa área del sector Este o Sur – Este de la ciudad de Lambayeque, destacándose el sector del Museo Sipan, el A.A.H.H. El Rosario y Los Andeles, el Pueblo Joven santa Rosa, sector del Instituto Nacional de Cultura, área de la asociación Pro - Vivienda Santa Rosa, parte de la urbanización Latina, sector de los asentamientos humanos santo Toribio de Mogrovejo y Jesús Nazareno, toda el area actualmente destinada para la agricultura al este de la ciudad donde se puede encontrar el Fundo Cortijo, Santa Teresa y Santa Clara. Además de dos pequeños sectores, uno en el tramo de la carretera Chiclayo – Lambayeque muy próximo a la Fabrica de Hielo y el otro en un área cercana a la carretera que conecta a la ciudad de Lambayeque con el distrito de San José. Ver **Mapa Temático Geotécnico G – 1 y Mapa Temático de Capacidad Portante CP - 1**.

SECTOR III.-

Corresponde a suelos finos. Arcillas y Limos con poca plasticidad. El límite líquido es menor al 50 %. El porcentaje que pasa la Malla N^{ro}. 200 es mayor al 50%. El porcentaje que pasa la Malla N^{ro}. 4 es mayor al 50 %.

Los suelos tienen mediana a baja expansibilidad. La capacidad portante del suelo con un factor de seguridad de 3, varía entre 0.70 a 0.80 kg/cm². Presentándose este tipo de suelo en dos grupos al sector Este de la ciudad de Lambayeque, en sus zona urbana y en las áreas actualmente destinadas para la agricultura. Destacándose los siguientes sectores: la Planta del Agua Potable de la ciudad de Lambayeque al este, la Urbanización La Rinconada, sector del estadio Municipal de Lambayeque, Urb. Miraflores, Urb. San Francisco, Habitación Urbana Demetrio Acosta, Urb. Santa Teresa, C.P. Ramón Castilla, Cooperativa de Vivienda Naylamp, la Urb. Puerta Azul, Urb. Castilla de Oro, UPIS Próceres de la Independencia, sector del asco urbano de la ciudad de Lambayeque específicamente al este de la carretera Panamericana Norte que divide a la ciudad en dos, además de las actuales áreas agrícolas ubicadas al este de la ciudad. El otro gran sector se encuentra ubicado a ambos márgenes de la carretera que une la ciudad de Chiclayo con Lambayeque, es decir , en la actual área destinada a los Molinos y Piladoras, destacándose: Pila dora Venecia, Molino San Jacinto Molino San Fernando , Piladota Banini, Molino Santa Lila, Molino El Misti, Sector de la Dacha Los Chinos y el área protegida por el Museo Arqueológico Nacional Bruning – sector Arqueológico. Ver **Mapa Temático Geotécnico G – 1 y Mapa Temático de Capacidad Portante CP - 1**.

SECTOR IV.-

Comprende a las Arcillas y Limos de Alta Plasticidad. El Suelo es fino. El límite líquido es mayor al 50 %. El porcentaje que pasa la Malla N^o. 200 es mayor al 50 %. El porcentaje que pasa la Malla N^o. 4 es mayor al 50 %. Los Suelos tienen Alta Plasticidad. La Capacidad Portante para un Factor de Seguridad de 3, varía entre 0.80 a 0.90 kg/cm². Presentándose este tipo de suelo al Norte de la ciudad de Lambayeque, es decir al Nor – Este y al Nor - Oeste, en áreas actualmente destinadas para la agricultura. Destacándose los siguientes sectores: terrenos de la Empresa

Agroindustrial Pomalcasa, entre el Dren 1400 – 18 y el Dren 1400. Otros dos al centro de la ciudad de Lambayeque, uno específicamente entre las calles 2 de Octubre, San Martín, Bolognesi y Huamachuco y el otro entre las calles Miguel Grau, 28 de Julio, 2 de Octubre y Juan Manuel Iturregui. Además de una tercera zona al sur – oeste de la ciudad, camino Chiclayo – Lambayeque, cerca de la Zona Reservada al Montes de La Virgen. Ver **Mapa Temático Geotécnico G – 1** y **Mapa Temático de Capacidad Portante CP - 1**.

MAPA GEOTÉCNICO

MAPA CAPACIDAD PORTANTE

5.2 EXPANSIBILIDAD DE SUELOS.-

En general son suelos de grano fino de tipo arcilloso que tienen ciertas partículas que, ante cambios ambientales, aumentan considerablemente su volumen. Los cambios pueden ser: disminución de la carga al extraer suelo por excavación, secado del suelo por incremento de temperatura; pero la causa más común y de interés práctico ocurre cuando el suelo se humedece.

Para la identificación del potencial de suelos expansivos se puede citar 3 métodos:

- Método de identificación mineralógica.
- Método Indirecto, como las propiedades de índice, el método de cambio potencial de volumen (PVC), el método de actividad, etc.
- Método de mediciones directas.

5.2.1 ZONAS CON PROBLEMAS DE EXPANSIÓN DE SUELOS EN LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE

La Ciudad de Lambayeque cuenta con suelos Arcillosos de Alta Plasticidad o Limosos de Alta Plasticidad, por lo que se incrementa la probabilidad de que se produzca éste fenómeno. Presentándose este Tipo de Suelo al Norte de la ciudad de Lambayeque, es decir al Nor – Este y al Nor - Oeste, en áreas actualmente destinadas para la agricultura. Destacándose los siguientes sectores: terrenos de la Empresa Agroindustrial Pomalcasa, entre el Dren 1400 – 18 y el Dren 1400. Otros dos al centro de la ciudad de Lambayeque, uno específicamente entre las calles 2 de Octubre, San Martín, Bolognesi y Huamachuco y el otro entre las calles Miguel Grau, 28 de Julio, 2 de Octubre y Juan Manuel Iturregui. Además de una tercera zona al sur – oeste de la ciudad, camino Chiclayo – Lambayeque, cerca de la Zona Reservada al Montes de La Virgen. Ver **Mapa Temático de Peligro Geológico: Expansibilidad del Suelo ES – 1.**

MAPA DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS

5.3 SISMICIDAD.-

La ciudad de Lambayeque se encuentra en la zona de subducción del Pacífico, que corre paralela a gran parte de la costa oeste de Sudamérica, que es lugar frecuente de reajustes de la corteza terrestre, los cuales producen sismos de gran magnitud, quedando muchas veces seriamente afectadas.

5.3.1 TECTÓNICA Y SISMOTECTÓNICA.-

5.3.1.1 TECTONISMO DE LOS ANDES PERUANOS

El Perú está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica que hay en la tierra, formando parte del Cinturón Circumpacífico.

Los principales rasgos tectónicos de la región occidental de Sudamérica, como son la Cordillera de los Andes y la fosa oceánica Perú-Chile, están relacionados con la alta actividad sísmica y otros fenómenos telúricos de la región, como una consecuencia de la interacción de dos placas convergentes cuya resultante más saltante precisamente es el proceso orogénico contemporáneo constituido por los Andes. La teoría que postula esta relación es la Tectónica de Placas o Tectónica Global (Isacks et al, 1968). La idea Básica de la Teoría de la Tectónica de Placas es que la envoltura más superficial de la tierra sólida, llamada Litosfera (100 Km.) está dividida en varias placas rígidas que crecen a lo largo de estrechas cadenas meso-oceánicas casi lineales; dichas placas son transportadas en otra envoltura menos rígida, la Astenósfera, y son comprimidas o destruidas en los límites compresionales de interacción, donde la corteza terrestre es comprimida en cadenas montañosas o donde existen fosas marinas (Berrocal et al, 1975).

El mecanismo básico que causa el movimiento de las placas no se conoce, pero se dice que es debido a corrientes de convección o movimientos del manto plástico y caliente de la tierra y también a los efectos gravitacionales y de rotación de la tierra.

5.3.1.2 SISMO TECTÓNICA REGIONAL.-

La Ciudad de Lambayeque y Zonas de Expansión se encuentra ubicada dentro de la fase de deformación Mezoterciaria, como última fase de deformación andina y dentro de esta unidad de deformación, la actividad sísmica es de carácter **intermedio a alto**; por lo tanto las intensidades que pueden desarrollarse en roca o suelo duro serían del orden de **VII (M.M.)**.

Dentro de la regionalización sismotectónica para el Perú (Jorge Alva y Jorge Meneses, 1984), Lambayeque se halla ubicado en una zona, donde se puede esperar **intensidades máximas de VII (MM** - Mapa de Zonificación Sísmica del Perú – Reglamento Nacional de Construcción – Norma Técnica E – 030, Norma Peruana de Estructuras, ubicada en la **Zona III**), pues se vio afectada por numerosos efectos sísmicos durante su historia.

De ocurrir sismos debajo de la ciudad, estos se producirían a más de 70 Km. de profundidad. Sin embargo, la mayor influencia de los sismos será de aquellos que ocurran en el mar en la zona de interacción de las placas tal como los terremotos que han sacudido la ciudad causándole daños en diversas épocas.



Figura N° 5.1.: Distribución de Isoaceleraciones para un 10 % de Excedencia en 50 años. (Región Lambayeque).

Ref. J. Alva y J. Castillo.

5.3.2 EFECTOS SISMICOS.-

Como consecuencia de la ocurrencia de un sismo de intensidad **Intermedia a Alta**, podría generarse los siguientes fenómenos:

5.3.2.1 ASENTAMIENTO Y AMPLIFICACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS.-

El movimiento convolucionado del sismo inicialmente ingresado se ve afectado, conforme avanza hacia la superficie, por las condiciones locales del sitio, por esta razón entre el estrato base y el horizonte superficial se produce una amplificación.

Los depósitos de suelos superficiales de consistencia Muy Blanda a Media, con niveles freáticos altos y capacidades portantes bajas menores a 0.50 kg/cm², pueden generar durante un evento sísmico amplificación de ondas sísmicas produciendo aceleraciones, fisuras, agrietamiento de pisos, colapso de edificaciones, afloramiento de agua, etc.

5.3.2.1.1 ZONAS CON PROBLEMAS DE ASENTAMIENTO Y AMPLIFICACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS EN LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE

En la Ciudad de Lambayeque, no podría producirse este efecto sísmico, ya que no cuenta con suelos de baja capacidad portante, consistencia blanda a muy blanda y niveles freáticos próximos a las cimentaciones, factores que incrementarían la probabilidad de ocurrencia de éste efecto sísmico. Ver **Mapa Temático Geotécnico G – 1**.

5.3.2.2 LICUACION DE SUELOS.-

El Fenómeno de Licuación es la falla del suelo por las vibraciones sísmicas. Esto ocurre cuando los suelos finos, formados por Arenas y Limos se encuentran saturados de agua, y son sometidos a vibraciones intensas.

Los suelos granulares son muy sensibles a las vibraciones las que producen un rápido asentamiento de estratos arenosos. Este asentamiento produce, a su vez, un incremento de la presión de poros de agua.

Toda la información sobre las condiciones del subsuelo que son muy importantes para realizar el mapeo de licuación potencial de suelos de un área determinada se basa en la evaluación de las características de los suelos tales como: El tipo de suelo, estratificación del depósito y densidad de arena.

5.3.2.2.1 DE ACUERDO AL TIPO DE SUELO.

La identificación de depósitos licuables comienza por distinguir los tipos de suelo que esta se compone y la determinación de sus propiedades que hacen presumir su posible licuación.

Se conoce que los suelos arenosos son potencialmente licuables, más no así los suelos limosos o arcillosos. Diversos estudios fueron realizados por Ishihara, Sodekawa y Tanaka (1978), de arenas limosas o limo arenosos en función de su contenido de finos. Por esta razón la información de las características granulométricas son muy importantes para poder clasificar los suelos sobre esta base tal como se muestra en la Figura 6.5.1.1., es decir que la clasificación de los suelos potencialmente licuables se hará en base a los nombres de suelos registrados en cada sondaje particular (Ishihara 1978). De acuerdo a este análisis nosotros podemos clasificar de acuerdo al Cuadro 6.5.1.1.

5.3.2.2.2 DE ACUERDO A SU ESTRATIGRAFÍA.-

De acuerdo ha estudios realizados en base a los perfiles de suelo los cuales desarrollaron licuación durante ocurrencia sísmica en Japón (Ishihara 1979), se descubrió tres tipos de perfiles en las cuales es más probable que ocurra licuación:

- I. Depósitos de arena: Arenas con diferentes composiciones granulométricas existentes hasta profundidades por lo menos de 20 metros.
- II. Depósitos de arena intercalada: Constituidos por un estrato de arena de 3 a 10 metros a poca profundidad. Sobre este estrato de arena y por debajo de él, existen estratos de limo o arcilla.
- III. Estratos delgados de arena suprayaciendo sobre arenas gravosas: En tipo de estratos la licuación esta asociada con la abundante agua artesiana del terreno.

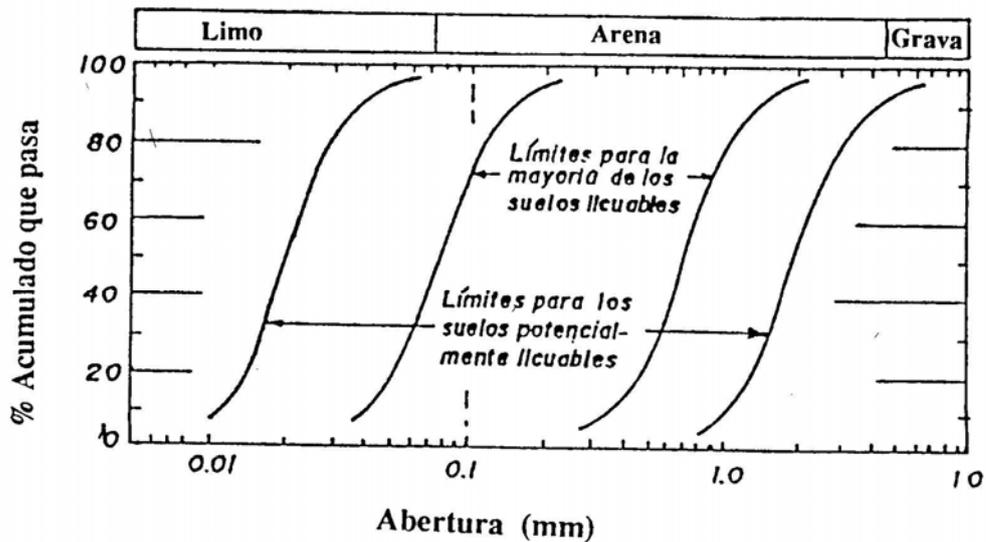
5.3.2.2.2 DE ACUERDO A LA DENSIDAD DE LA ARENA.-

Cuando un estrato de arena se identifica que posee potencialmente el efecto de daño en vista de un perfil desfavorable como los descritos anteriormente, se debe examinar a continuación la densidad del estrato de arena.

Una forma muy simple para evaluar el efecto de la densidad in-situ de la arena sería usar el valor de N del ensayo de penetración estándar. Para propósitos prácticos sería conveniente establecer algún valor crítico de N debajo del cual la licuación sea probable. Este valor crítico de N puede ser determinado por el procedimiento por Ishihara (1977), cuando se especifica la máxima aceleración horizontal en la superficie. Conociendo el nivel freático así como algunas características granulométricas tales como el D_{50} o el contenido de finos, se puede evaluar las relaciones de esfuerzos cíclicos a los cuales el depósito de suelo será sometido a diferentes profundidades durante un terremoto mediante metodologías simplificadas o analíticas.

5.3.3 ZONAS CON LICUACIÓN EN LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE Y ZONAS DE EXPANSIÓN.-

Basados en el tipo de suelo, estratigrafía del depósito y la densidad de las arenas, podemos establecer que las zonas de la ciudad de Lambayeque, propensas a sufrir una licuación alta se encuentra ubicada en gran parte de la ciudad de Lambayeque y zonas de expansión urbana, actualmente utilizadas como áreas agrícolas. Destacándose los siguientes sectores: al norte de la ciudad de Lambayeque carretera a Piura, en el sector de los Grifos Texaco y Lambayeque y el Molino Gavimonte cercano al Dren 1400. Al centro de la ciudad en su antiguo casco urbano destacándose las calles Francisco Bolognesi, 28 de Julio, Emiliano Niño, 2 de Mayo, San Martín y Huamachuco y entre las calles Atahualpa, San Martín, 8 de Octubre y Huamachuco. Otro gran sector con estas características de suelo se encuentra ubicado al Oeste de la ciudad de Lambayeque, donde ubicamos al P.P.J.J. San Martín, A.A:H.H. Las Dunas, Urbanización Guardia Republicana, Fundo la Peña, sector del Nuevo Mocce, sector donde se encuentra ubicado la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, área destinada para la Urbanización de los Docentes universitarios, toda el Área Reservada de los Montes La Virgen, todo el sector al Sur – Oeste de la ciudad de Lambayeque perteneciente al Ministerio de Agricultura. Ver **Mapa de Peligros Geológicos: Suelos Licuables LS – 1.**

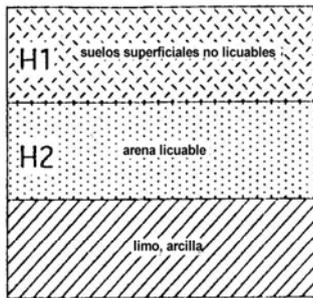


LIMITES DE LAS CURVAS GRANULOMETRICAS QUE SEPARAN SUELOS LICUABLES Y NO LICUABLES

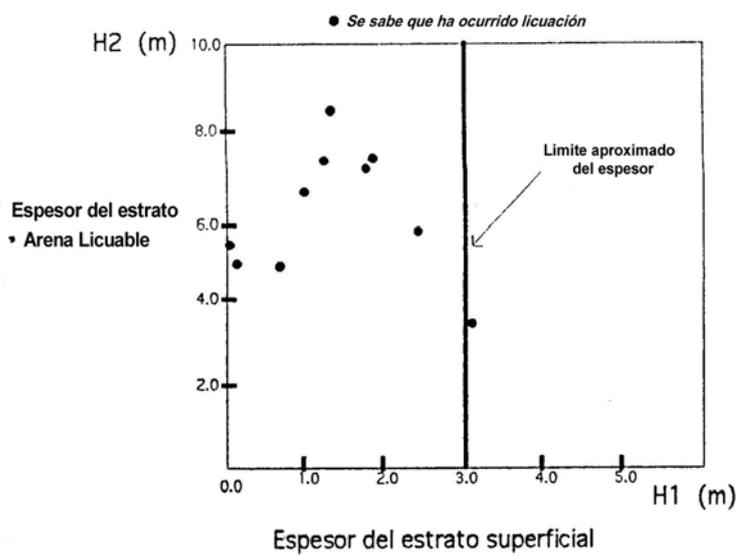
Fig. 6.5.1.1.

Cuadro 6.5.1.1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON POTENCIAL LICUACIÓN

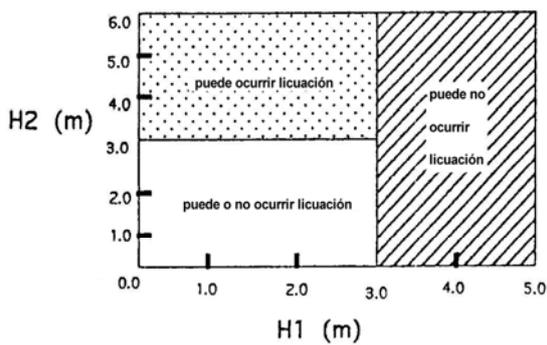
SUELOS POTENCIALMENTE LUCUABLES	SUELOS NO LICUABLES
Arena fina Arenas medias Arenas limosas Arenas con bajo porcentaje de arcillas Arenas con partículas de cuarzo Arena con bajo porcentaje de material orgánico Arena con partículas	Rellenos Compactos Arcilla limosa Limo con bajo % de arena fina Suelos Orgánicas Gravas



ESTRATO



EFFECTO DEL ESTRATO SUPERFICIAL EN LAS CAUSAS DE MANIFESTACION SUPERFICIAL DE LICUACION (Ishihara, 1978) (a)



CRITERIOS PARA CONSIDERAR EL EFECTO DEL ESPESOR DE ARENAS LICUABLES (Ishihara, 1980) (b)

Fig. 6.5.1.2

MAPA DE LICUACIÓN DE SUELOS

5.4 PELIGROS GEOLÓGICOS.-

Las fuerzas del interior de la tierra a causa del movimiento de la corteza se manifiestan a través de fenómenos como movimientos sísmicos, actividad volcánica y formación de las cordilleras. Todos ellos determinan la Geodinámica Interna.

Para la Elaboración del Mapa de Peligros Geológico se ha seguido el método del cual estudia de manera multidisciplinaria la zona de interés, considerando todos los efectos negativos sobre ella, donde el área estudiada será dividida en sectores de diferente grado de peligrosidad, permitiéndonos lograr un planeamiento urbano equilibrado con las condiciones físicas, locales y regionales.

Se ha identificado en primer lugar los fenómenos ocurridos a través de información histórica y estudios geológicos preliminares para luego mediante estos datos y las diferentes disciplinas de estudios que intervienen tales como Sismología, Geomorfología, Geología, Mecánica de Suelos y otros confeccionar el Mapa de Peligro en las diferentes zonas estudiadas.

De la superposición gráfica de los Mapas obtenidos en el análisis de la información, obtenemos el Mapas de Peligro Geológico que representa en síntesis la probable afectación que podría darse en el área de estudio como consecuencia de la ocurrencia de algún evento sísmico (Ver **Mapa de Peligros Geológicos**).

Se han determinado Dos (02) Zonas de **Peligros Geológicos**.

SUELOS LICUABLES.-

Suelos Licuables constituido por material granular, con cambios de volumen bajo. Suelos con Capacidades Portantes de 0.5 a 1.0 kg/cm². El Nivel Freático está ubicado a una cota superficial de 1.00 – 2.00 m. Encontrándose este Tipo de Suelo en gran parte de la ciudad de Lambayeque y zonas de expansión urbana, actualmente utilizadas como áreas agrícolas. Destacándose los siguientes sectores: al norte de la ciudad de Lambayeque carretera a Piura, en el sector de los Grifos Texaco y Lambayeque y el Molino Gavimonte cercano al Dren 1400. Al centro de la ciudad en su antiguo casco urbano destacándose las calles Francisco Bolognesi,

28 de Julio, Emiliano Niño, 2 de Mayo, San Martín y Huamachuco y entre las calles Atahualpa, San Martín, 8 de Octubre y Huamachuco. Otro gran sector con estas características de suelo se encuentra ubicado al Oeste de la ciudad de Lambayeque, donde ubicamos al P.P.J.J. San Martín, A.A:H.H. Las Dunas, Urbanización Guardia Republicana, Fundo la Peña, sector del Nuevo Mocce, sector donde se encuentra ubicado la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, área destinada para la Urbanización de los Docentes universitarios, toda el Área Reservada de los Montes La Virgen, todo el sector al Sur – Oeste de la ciudad de Lambayeque perteneciente al Ministerio de Agricultura. Ver **Mapa de Peligros Geológicos: Suelos Licuables LS – 1.**

SUELOS EXPANSIBLES.-

Conformado por Suelos con Expansibilidad Alta, formada por Arcillas y Limos de Alta Plasticidad con cambio de volumen Alto. Suelos con Capacidad Portante de 0.80 kg./cm² a 0.90 kg./cm². El Nivel Freático en esta zona se ubica de 1.50 – 2.50 m. Presentándose este tipo de suelo al Norte de la ciudad de Lambayeque, es decir al Nor – Este y al Nor - Oeste, en áreas actualmente destinadas para la agricultura. Destacándose los siguientes sectores: terrenos de la Empresa Agroindustrial Pomalcasa, entre el Dren 1400 – 18 y el Dren 1400. Otros dos al centro de la ciudad de Lambayeque, uno específicamente entre las calles 2 de Octubre, San Martín, Bolognesi y Huamachuco y el otro entre las calles Miguel Grau, 28 de Julio, 2 de Octubre y Juan Manuel Iturregui. Además de una tercera zona al sur – oeste de la ciudad, camino Chiclayo – Lambayeque, cerca de la Zona Reservada al Montes de La Virgen. Así también al norte de la ciudad de Lambayeque carretera a Piura, en el sector del Antiguo Mocce, área de la zona arqueológica de Mocce, Auto Servicios Jaén, el Molino San Juan, es decir, todo el sector que se encuentra ubicado al interior de los Dren 1400 – 18 y Dren 1400. Otro gran sector con estas características, es el ubicado en el Condominio Ebenezer, los Asentamientos Humanos de Santo Domingo y la Esperanza al norte de la ciudad de Lambayeque, también en la urbanización Almendros del Río, y los asentamientos humanos Toribia Castro y Las Maravillas. Gran parte del centro de la ciudad de Lambayeque al nor- oeste y al sur – oeste destacándose las calles Demetrio

Acosta, Elvira García y García, Piura, Malecón Mariscal Ureta, Sebastián Oneto, Prolongación 8 de Octubre, Juan Manuel Iturregui, 28 de Julio y Juan XXIII, otra entre las calles Miguel Grau, 2 de Mayo, Junín y Juan XXIII. Así también se puede encontrar en una extensa área del sector Este o Sur – Este de la ciudad de Lambayeque, destacándose el sector del Museo Sipan, el A.A.H.H. El Rosario y Los Andeles, el Pueblo Joven santa Rosa, sector del Instituto Nacional de Cultura, área de la asociación Pro - Vivienda Santa Rosa, parte de la urbanización Latina, sector de los asentamientos humanos santo Toribio de Mogrovejo y Jesús Nazareno, toda el area actualmente destinada para la agricultura al este de la ciudad donde se puede encontrar el Fundo Cortijo, Santa Teresa y Santa Clara. Además de dos pequeños sectores, uno en el tramo de la carretera Chiclayo – Lambayeque muy próximo a la Fabrica de Hielo y el otro en un área cercana a la carretera que conecta a la ciudad de Lambayeque con el distrito de San José. Además de la Planta del Agua Potable de la ciudad de Lambayeque al este, la Urbanización La Rinconada, sector del estadio Municipal de Lambayeque, Urb. Miraflores, Urb. San Francisco, Habitación Urbana Demetrio Acosta, Urb. Santa Teresa, C.P. Ramón Castilla, Cooperativa de Vivienda Naylamp, la Urb. Puerta Azul, Urb. Castilla de Oro, UPIS Próceres de la Independencia, sector del asco urbano de la ciudad de Lambayeque específicamente al este de la carretera Panamericana Norte que divide a la ciudad en dos, las actuales áreas agrícolas ubicadas al este de la ciudad. El otro gran sector se encuentra ubicado a ambos márgenes de la carretera que une la ciudad de Chiclayo con Lambayeque, es decir , en la actual área destinada a los Molinos y Piladoras, destacándose: Pila dora Venecia, Molino San Jacinto Molino San Fernando , Piladota Banini, Molino Santa Lila, Molino El Misti, Sector de la Dacha Los Chinos y el área protegida por el Museo Arqueológico Nacional Bruning – sector Arqueológico. Ver **Mapa Temático de Peligro Geológico: Expansibilidad del Suelo ES – 1.**

5.5 PELIGROS CLIMATICOS.-

Se dice que la actividad de los elementos de la corteza terrestre obedece a las leyes de la gravedad, pero al mismo tiempo debemos tener en cuenta el elemento que ayuda a la gravedad a producir gran parte de los movimientos de la corteza terrestre es el agua, ocasionando los problemas de **geodinámica externa**. El agua, elemento que es vida y que da vida, muy lamentablemente también es una materia que en abundancia excesiva origina grandes trastornos, como los que hemos vivido recientemente en nuestra región (El Fenómeno “El Niño”).

Se debe decir que el conocimiento del clima pasado y la posibilidad que actualmente se plantea de tratar de conocer el clima futuro, por lo menos a corto plazo, nos permitirá adoptar un mejor criterio en los proyectos de infraestructura. Ante condiciones extraordinarias críticas de precipitación pluvial, lamentablemente estos terrenos no pueden resistir la gran cantidad de humedad infiltrada en su seno o transportada por su superficie. Por una parte el agua infiltrada en los terrenos de fuerte pendiente hace que los deslizamientos, procesos de reptación, licuefacción se presenten a menudo por todo el territorio.

La gran precipitación pluvial asociada a las pendientes muy fuertes hacen que los caudales se incrementen muy rápidamente y su carácter destructivo aumente a medida que las aguas bajan a niveles inferiores, concluyéndose obviamente que mientras en las laderas superiores hay una gran erosión e inestabilización de taludes, en las zonas bajas el peligro potencial del agua se traduce en inundaciones y también erosión, debido a la morfología y estructura del terreno.

Con el fin de delimitar y tener un conocimiento más exacto y preciso de la zona a estudiar, es que se realizaron constantes visitas de reconocimiento, En dichas visitas se pudo determinar de manera preliminar los puntos más críticos de inundación.

5.5.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.-

Esta etapa consistió en recopilar la mayor información existente para la ciudad y zonas de expansión, solicitando a las diversas instituciones la información

necesaria y obteniéndose: Planos Planimétricos y Digitalizados de la Ciudad de Lambayeque y zonas de expansión, información relacionada al Fenómeno de El Niño, Drenaje Pluvial, Riego y Drenaje.

En el año 1998, la ciudad de Lambayeque sufrió las consecuencias del Fenómeno “El Niño”, a tal magnitud que se realizó la evacuación de los damnificados por medio de botes. Observándose en los Planos Topográficos, que la Ciudad de Lambayeque cuenta con un recorrido de sus aguas en su parte Oeste, la dirección del flujo predominante es de Norte a Sur, siendo puntos de escurrimiento final el lado Oeste de la ciudad Universitaria y la ruta hacia el distrito de San José. En su parte Este de la Panamericana, la dirección del flujo se orienta hacia la parte Sur Este de la ciudad universitaria y hacia el asentamiento humano Santo Toribio de Mogrovejo.

5.5.2 MAPA DE DIRECCIONES DE FLUJOS DE AGUAS.-

5.5.2.1 RECORRIDOS PREDOMINANTES.-

RECORRIDO “ A “.-

Inicia en la intersección de Avenida A. Gonzáles con San Antonio, continua por Elvira García y García, Av. Sutton, Miguel Grau, Federico Villarreal, Propiedad de la Asociación de Trabajadores No Docentes de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo (Lado Oeste de la ciudad Universitaria), en una longitud de recorrido de 1980.00 m, con un desnivel promedio de 10.50 m., lo que permite la determinación de un tiempo de concentración, $t_c < 1$ hora.. Ver **Mapa Dirección de Flujo DF – 1.**

RECORRIDO “ B “.-

Inicia en la prolongación Emiliano Niño del A.A.H.H. Las Dunas, el complejo deportivo, sigue en dirección a Nuevo Mocce, orientando el recorrido de flujo hacia el Sur Oeste, en dirección del camino al distrito de San José, es preciso acotar que en esta dirección se encuentra el Dren D - 2210, que hace su recorrido de Este a Oeste, por el lado Sur de la Ciudad de Lambayeque; el recorrido total en esta ruta es de 1000.00 m, todo sobre terreno natural, sin ningún tipo de pavimento ya sea asfáltico o rígido, con

un desnivel promedio de 4.50 m., permitiendo obtener un tiempo de concentración, $t_c < 1$ hora. Ver **Mapa Dirección de Flujo DF – 1**.

RECORRIDO “ C “.-

Inicia en la Calle Tarapacá, continua por la calle Francisco Bolognesi, sigue por la Av. Huamachuco, Av. Andrés Avelino Cáceres, Av. Ramón Castilla, cruza por la Panamericana Norte (Sur de Lambayeque), hasta el lado Sur - Este de la ciudad Universitaria, en un recorrido de 1300.00 m, con un desnivel promedio de 3.50 m, permitiendo obtener un tiempo de concentración, $t_c < 1$ hora. Ver **Mapa Dirección de Flujo DF – 1**.

MAPA DE DIRECCIONES DE FLUJO DE AGUA

5.5.3 DRENES Y ACEQUIAS LOCALES.-

Los Drenes 1420, 1421 y el Dren 1400 - 18, confluyen al D - 1400, todo esto al Norte de la ciudad de Lambayeque, dicho dren en el cruce con la Panamericana Norte, cuenta con una sección menor al de su cauce, de tal forma que en épocas de recargas, ya sea por eventos pluviales o por recarga del nivel freático, estos conducen ramas y diversos residuos que obstruyen la sección de cruce y producen remansos, incrementándose a esta problemática, que la pendiente del Dren D – 1400 esta dirigida hacia la Panamericana, ocasionando desbordes e inundaciones en la zonas de Mocce y lugares aledaños.

Las áreas comprendidas entre Los drenes 1400, 1400-18, 1420 y 1421, presentan desniveles tanto en las zonas agrícolas como en las zonas urbanas aledañas a los molinos, en donde existen ladrilleras clandestinas y los niveles del terreno están en algunos casos por debajo del nivel de terreno natural en una profundidad variable de -1.20 m.

En la parte Nor - Este de Lambayeque, frente al asentamiento humano Maravillas y Toribia Castro, encuadrada dentro de lo que se conoce como “Sauzal”, cercano a las acequias San Romualdo y San José , son áreas que están relativamente altas y que según referencia no han tenido mayor problema de inundaciones.

5.5.4 ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE.-

5.5.4.1 TIEMPO DE CONCENTRACION (tc).-

Se denomina tiempo de concentración, al tiempo transcurrido, desde que una gota de agua cae, en el punto mas alejado de la cuenca hasta que llega a la salida de esta (Estación de Aforo). Este tiempo es función de ciertas características geográficas y topográficas de la cuenca.

El tiempo de concentración debe incluir los escurrimientos sobre terrenos, canales, cunetas y los recorridos sobre la misma estructura que se diseña.

Todas aquellas características de la cuenca tributaria, tales como dimensiones, pendientes, vegetación y otras de menor grado, hacen variar el tiempo de concentración.

Se hará uso de la fórmula empírica de **KIRPICH**.

La aplicación en la ciudad de Lambayeque, amerita la identificación de las rutas más predominantes y sus desniveles respectivos, de igual forma tomar en conocimiento del Tipo de Pavimento (Cobertura) que se presenta en dicho recorrido.

Según **Kirpich**, la fórmula para el cálculo del Tiempo de Concentración viene expresada por:

$$\underline{tc = 0.0195 K^{0.77}}$$

Donde:

$$K = L / (S)^{1/2}$$

$$S = H / L$$

Luego :

$$K = L \cdot L^{1/2} / H^{1/2}$$

$$K = L^{3/2} / H^{1/2}$$

$$\underline{tc = 0.0195 (L^{3/2} / H^{1/2})^{0.77}}$$

$$\underline{tc = 0.0195 (L^3 / H)^{0.385}}$$

Donde :

tc = Tiempo de Concentración, en minutos.

L = Máxima Longitud del Recorrido, en metros.

H = Diferencia de Elevación entre los puntos extremos del Cauce Principal, en m.

Con la finalidad de poder determinar el Tiempo de Concentración, se realizará la descripción de las rutas más predominantes de las bajadas de agua de lluvia, teniendo como base los planos de topografía de la zona.

5.5.5 VIAS PAVIMENTADAS EN LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE.-

5.5.5.1 VÍAS SIN PAVIMENTO.-

En la ciudad de Lambayeque, se puede determinar que esta problemática se ubica en los asentamientos humanos, pueblos jóvenes, unidades vecinales, es decir, en las habilitaciones urbanas periféricas a la ciudad, pudiéndose detallar las siguientes: Las calles de la Urb. Almendros del Río, A.A.H.H. Toribia Castro, A.A.H.H. Las Malvinas, las calles Sebastián Oneto, San Antonio, Negreyros, Sucre, Piura, Demetrio Acosta, L. Heysen, Pascual Saco, A. Gonzáles, A. Cáceres, Diego Ferré, J. Quiñónez, Miguel Grau, Chiclayo, Ferreñafe, Angel Gonzáles, Ciro Alegría, alrededores de La Peña, Nuevo Mocce. Al Nor – Este las calles de la Urb. La Rinconada, Urb. Miraflores, Ramón Castilla, calles de la cooperativa de Vivienda Naylamp, la Urb. Puerta Azul, Castilla de Oro, P.J. Santa Rosa, A.A.H.H. Los Ángeles, A.A.H.H. Santo Toribio de Mogrovejo. Ver **Mapa Pavimentación PV – 1**.

5.5.5.2 VÍAS CON PAVIMENTO FLEXIBLE.-

Realizado el levantamiento de la información en campo, se ha podido determinar que este tipo de pavimento ha sido orientado en la principales calles de la ciudad de Lambayeque, vías por las cuales circula el parque automotor de la ciudad, pudiéndose destacar las siguientes vías: Prolongación Baca Mattos al norte - oeste de la ciudad, parte de la Av. Sutton, Juan Manuel Iturregui, Elvira garcía y García, parte de la Miguel Grau, Lima, parte de la Calle José Olaya, parte de la Garcilazo de La Vega, P. Harris, Emiliano Niño, Federico Villarreal, San Martín, 28 de Julio, parte de la calle Huascar, La Libertad, Malecón Mariscal Ureta, la Prolongación 8 de Octubre, Huamachuco, Juan XXIII, Leandro, Pastor, Av. Ramón Castilla. Al Sur – Este de la ciudad en las calles: J-L-

Vidaurre, Pedro Ruiz, Solf y Muro, parte de la calle Razuri, Tupac Amaru, Rivadeneyra, Montjoy, Juan Fanny, Miguel Seoane, Antonio Monsalve Baca, Pedro Vilchez, Andrés Avelino Cáceres, Manuel Burga Puelles, entre otros. Ver **Mapa Pavimentación PV – 1**.

5.5.5.3 VÍAS CON ADOQUINADO.-

Este tipo de pavimento lo encontramos en pocas calles de la ciudad de Lambayeque, específicamente en su casco urbano. Pudiéndose destacar las siguientes vías: al norte de la calle 2 de mayo en sus tres últimas cuadras, Sebastián Oneto y Baca Mattos. Al centro de la ciudad en la calle Manco Capac, una cuadra de la Huascar, tres cuadras de la Francisco Bolognesi, una cuadra de la calle 28 de Julio, primera cuadra de la 2 de Mayo, dos cuadras de la calle San Martín, una cuadra de la calle Junín y una de la Tarapacá, entre otros. Ver **Mapa Pavimentación PV – 1**.

5.5.5.4 VÍAS CON PAVIMENTO RÍGIDO.-

Este tipo de pavimento lo encontramos en la ciudad de Lambayeque, en su casco urbano y en las principales calles al norte de ésta. Pudiéndose destacar las siguientes vías: al norte de la calle A. B. Leguia, una cuadra de la calle Baca Mattos, una de La Libertad, la calle 8 de Octubre, tres cuadras de la calle Miguel Grau, una cuadra de la Francisco Bolognesi y San Martín, cinco cuadras de la calle Bolívar, las calles que rodean a las Plazas de Armas de la ciudad de Lambayeque, cuatro cuadras de la calle Atahualpa, 2 de Mayo y 28 de Julio, entre otros. Ver **Mapa Pavimentación PV – 1**.

MAPA DE PAVIMENTACIÓN

Lo anterior permite la aplicación de la **Fórmula del Método Racional**, en la que de acuerdo al **Tiempo de Concentración**, se considerará una **Intensidad de Precipitación** de: **I=17.15 mm/hora**, donde la expresión a utilizar viene dada como :

$$\underline{Q = C . I . A / 360}$$

Donde:

- I** : Intensidad de Precipitación, en mm / hora.
- C** : Coeficiente de Escurrimiento.
- A** : Área Tributaria de Escurrimiento, en Ha.
- Q** : Descarga en m³ / seg.

Con la que se puede calcular las Descargas por Escurrimiento Superficial, teniendo en cuenta lo señalado en la **Tabla 1.b**, que se adjunta (N. T. S 110, Drenaje Pluvial Urbano), para las condiciones de:

PARA PAVIMENTO ASFÁLTICO, de concreto incluyendo veredas; en su casco urbano; C = 0.80.

$$\underline{Q = 0.0381 A \text{ m}^3 / \text{seg.}}$$

PARA PAVIMENTO NATURAL DE TIERRA, con características superficiales Tipo Arcilla; C = 0.15.

$$\underline{Q = 0.0071 A \text{ m}^3 / \text{seg.}}$$

PARA PAVIMENTO NATURAL, con características superficiales Tipo Arena; C = 0.10.

$$\underline{Q = 0.0048 A \text{ m}^3 / \text{seg.}}$$

5.5.6 ELABORACIÓN DEL MAPA CLIMÁTICO.-

Con los datos obtenidos del reconocimiento de campo, de la recopilación de información, del cálculo de precipitaciones, del Mapa de Direcciones de Flujos de Aguas, del Mapa de Vías Pavimentadas y de los trabajos realizados en la ciudad de Lambayeque, se realizó el Mapa de Peligros Climáticos, donde encontramos: Áreas afectadas por enlagueamiento-inundación y por flujos provenientes de canales que surcan a la Ciudad de Lambayeque .

En el Mapa de Inundaciones (Mapa Temático de Peligros Climáticos I – 1) realizado, se presenta algunos sectores con características de zonas inundables, predominando los lugares relativamente bajos. En general el flujo predominante ya sea por precipitaciones pluviales o por desbordes de los drenes 1400, 1400 - 18, 1420 y 1421 o acequias en especial las Acequias San Romualdo y San José, tienden a ir de Nor - Este hacia el Nor - Oeste de Lambayeque, comprometiendo varios asentamientos humanos y pueblos jóvenes, en particular los ubicados al Nor - Oeste y Nor - Este de Lambayeque.

Las Inundaciones son fenómenos naturales que tienen diferentes orígenes, en la ciudad de Lambayeque, es originado principalmente por la acción pluvial y por el desborde de las acequias y drenes que cruzan la ciudad.

Los efectos de las inundaciones son múltiples; en la Ciudad de Lambayeque se han identificado dos tipos de inundaciones, de acuerdo al periodo de duración de la inundación, a la capacidad de drenaje natural y a la severidad de las mismas.

Inundaciones Críticas: Este tipo de inundación se caracteriza por la recarga hídrica de las zonas o áreas topográficamente deprimidas con escasas o nulas posibilidades de ser drenadas naturalmente y a las condiciones actuales del terreno, originándose la formación de lagunas, lo que produce la afectación de edificaciones e infraestructura.

Inundaciones Temporales: Este tipo de inundaciones afecta considerablemente a la ciudad, presenta un corto tiempo de concentración del

flujo del agua, debido a la pendiente del terreno, calidad y permeabilidad de suelo, posibilitando el drenaje natural.

5.5.6.1 INUNDACIONES POR PRECIPITACIONES.-

INUNDACIÓN MUY ALTA.-

Conformada por aquellas áreas de topografía baja, originando que las aguas discurren hacia ellas, provocando anegamientos que tan solo pueden ser deprimidos por medios artificiales, en el caso de la Ciudad de Lambayeque se puede determinar muy claramente que presenta problema por inundaciones críticas, al Nor - Oeste como es el caso de A.A.H.H. Toribia Castro , Urb. Almendros del Río. Al Nor – Este de la ciudad en la Urb. La Rinconada, Planta de Agua Potable de EPSEL de Lambayeque. Al Sur – Oeste de la ciudad en la Urb. De Los Docentes de la Universidad Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque al oeste de la ciudad universitaria, el sector aledaño a la carretera al distrito de San José a la salida de la ciudad. Al Sur – Este en el ingreso de la ciudad viniendo de la ciudad de Chiclayo, en el A.A.H.H. Santo Toribio de Mogrovejo, la Asociación Pro – Vivienda Santa Rosa y la Urb. Latina la cual presenta cotas inferiores de – 1.00 m. Además de los sectores inmediatos a la Carretera Panamericana Norte que une a la ciudad de Lambayeque con Chiclayo, por encontrarse con cotas topográficas menores que la rasante de dicha carretera, discurrendo sus aguas hacia estos puntos. **Ver Mapa Temático de Peligros Climáticos I – 1.**

INUNDACIÓN BAJA.-

Están determinados por los sectores de Topografía Alta , en las que las aguas producto de precipitaciones discurren y no producen problemas mayores. Observándose este Peligro Bajo en el sector Nor - Oeste de la Ciudad de Lambayeque en una de sus Zonas de Expansión actualmente utilizadas en la agricultura. Las Zonas altas del Asentamiento Humano Las Malvinas al oeste de la ciudad, sectores altos del A.A:H.H. Las Dunas y el

Pueblo Joven San Martín, específicamente entre las calles Chiclayo, Ciudad de la Esperanza, José Olalla y Demetrio Acosta. Otra zona es al centro de la ciudad entre las calles Miguel Grau, Bolívar, 8 de Octubre y Huamachuco. Al Sur – Oeste en el área denominada La Peña, que actualmente alberga a los moradores reubicados del antiguo Mocce. Al Sur – este de la ciudad en el sector de las Huacas bajo protección del I.N.C., y el asentamiento humano Jesús Nazareno, específicamente entre las calles López Vidaurre, Juan Fannig, Rivadeneyra, Lambayeque y los Sauces. Y la Zona de Reserva de Los Montes de la Virgen al Sur – oeste de la ciudad y sectores aledaños actualmente utilizadas como área de cultivo. Ver **Mapa Temático de Peligros Climáticos. I – 1.**

5.5.6.2 INUNDACIONES POR DESBORDES DE RIOS, DRENES Y ACEQUIAS:

INUNDACIÓN MUY ALTA.-

Son aquellas áreas que se encuentran amenazadas directamente por Desbordes de Drenes y Acequias, en el caso de la Ciudad de Lambayeque se puede determinar: Por el Norte, las áreas aledañas a la acequia San Romualdo, que cruza la ciudad de Lambayeque de Este a Oeste, similar para la acequia San José; por el Lado Sur de la ciudad de Lambayeque también en dirección de Este a Oeste, lo cruza el Dren D - 2210, dren cuya finalidad es deprimir el nivel freático de los terrenos agrícolas a lo largo de su recorrido, al Sur de las Dunas del Monte la Virgen, se ubica la acequia Gallinacera y al Este la acequia La Virgen; que son alimentadas por el canal San Nicolás, todos estos canales ameritan se les de un mantenimiento adecuado, para mantener sus sección y sus cauces libres de elementos extraños. Es preciso acotar que la acequia San Romualdo junto con la acequia San José, encierran a los asentamientos humanos Santo Domingo, La Esperanza, Unidad Vecinal Indoamérica, Condominio Ebenezer, ubicada al Norte de la Ciudad de Lambayeque y en épocas de dotación de

aguas para riego, eleva el nivel freático en estas áreas, creándoles problemas por elevación del nivel freático, aparte del riesgo potencial de desbordes, dado que estos asentamientos están relativamente en cotas topográficas más bajas, en relación a las acequias que los cruzan.

Aquí también se presenta la problemática de la confluencia de los Drenes D – 1400, D – 1400–18, cuyo paso de aguas por la carretera Panamericana se ve limitada debido a la sección de la alcantarilla mucho menor que la necesaria, creando remansos y desbordes que por características topográficas de la zona discurren hacia el Cementerio, la zona arqueológica de Mocce, sector de grifos, Molinos y el Complejo Habitacional Mocce, inundándolos y haciéndolos colapsar en sus cimentaciones, dado a que el suelo subyacente presenta baja cohesión, con características de un suelo colapsable ante la intervención de agua. Ver **Mapa Temático de Peligros Climáticos I – 1.**

INUNDACIÓN MEDIA A ALTA.-

Están determinados por los sectores de Topografía baja con pequeñas pendientes, que hacen que las aguas discurran lentamente. Ubicándose este Peligro Medio en casi todo el casco urbano de la ciudad de Lambayeque, al norte, sur, este y oeste donde se pueden apreciar varios asentamientos humanos como es el caso de: Urb. Miraflores, Demetrio Acosta, San Francisco, Santa Teresa, Ramón Castilla, Castilla de Oro, Próceres de la Independencia, Cooperativa de Vivienda Naylamp, A.A.H.H: El Rosario, pueblo joven Santa Rosa, el Fundo Cortijo al este de la ciudad, sector de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, La Urb. Guardia Republicana, gran parte del Pueblo Joven San Martín, la gran mayoría de las áreas que rodean a la ciudad, que actualmente se encuentran utilizadas para la agricultura, como es el caso a las áreas que rodean a los Molinos y Piladoras, con cotas inferiores a – 1.00 m., en el sector sur carretera

Chiclayo - Lambayeque. Ver **Mapa Temático de Peligros Climáticos I – 1.**

MAPA DE PELIGROS CLIMÁTICOS

5.6.- COMPLEJO HABITACIONAL MOCCE.-

5.6.1 LADO ESTE DE LA PANAMERICANA NORTE.-

El Complejo habitacional de Mocce, se encuentra ubicado al Norte de la ciudad de Lambayeque; éste complejo habitacional ha sufrido las consecuencias del Fenómeno “El Niño”, siendo el mas fuerte el del año 1998. Las consecuencias sufridas en este lugar, han sido a consecuencia de las precipitaciones pluviales y por inundación debido a desbordes de los cauces tanto de drenes como de acequias, ubicadas estas últimas justamente en el lado este de la Panamericana Norte.

Se adjuntan algunas vistas fotográficas que nos permiten justificar nuestra opinión al respecto:



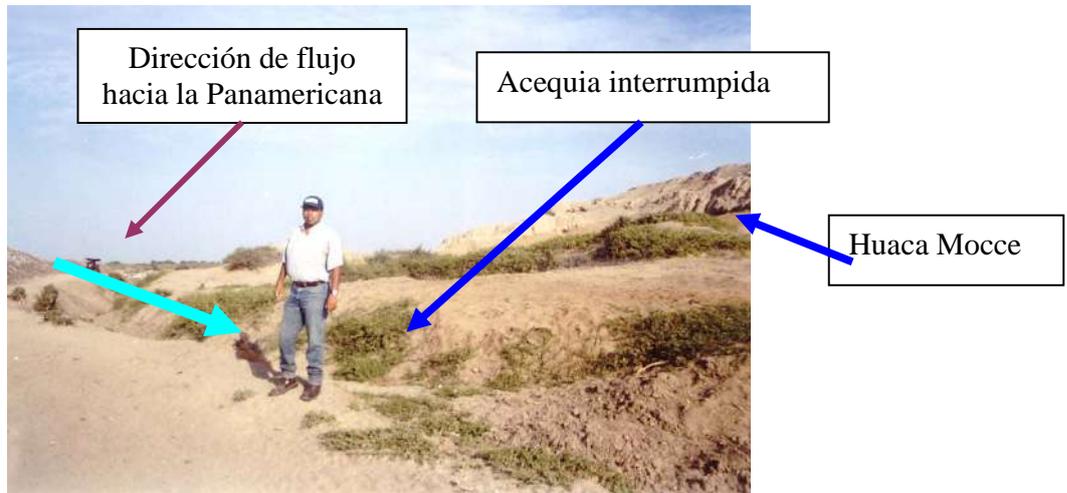
El Dren, D - 1420 confluye al Dren D - 1421 y este a su vez al Dren D - 1400, que en su recorrido llega a cruzar a la Panamericana Norte, al Sur del complejo habitacional de Mocce, los drenes antes mencionados desde sus nacientes al sur de la ciudad de Ferreñafe, reciben descargas, provenientes de deprimir la Napa Freática de los terrenos que están adyacentes en su recorrido y en épocas de precipitaciones pluviales reciben las aguas provenientes de las lluvia que discurren superficialmente. Todos estos aportes en épocas de eventos extraordinarios traen consigo, que las secciones de cruce sean reducidas al paso de la masa de agua que

circula por las secciones transversales de los Drenes y o Acequias, lo que producen desbordes. Los Drenes por las características topográficas de la zona tienen una orientación natural de Este al Oeste y más aún por el desnivel que existe al Este del complejo habitacional Mocce. Además se puede apreciar un desnivel Tipo Badén, que no es de hoy, sino que ha estado siempre en ese lugar dado que los flujos de agua han discurrido por él.

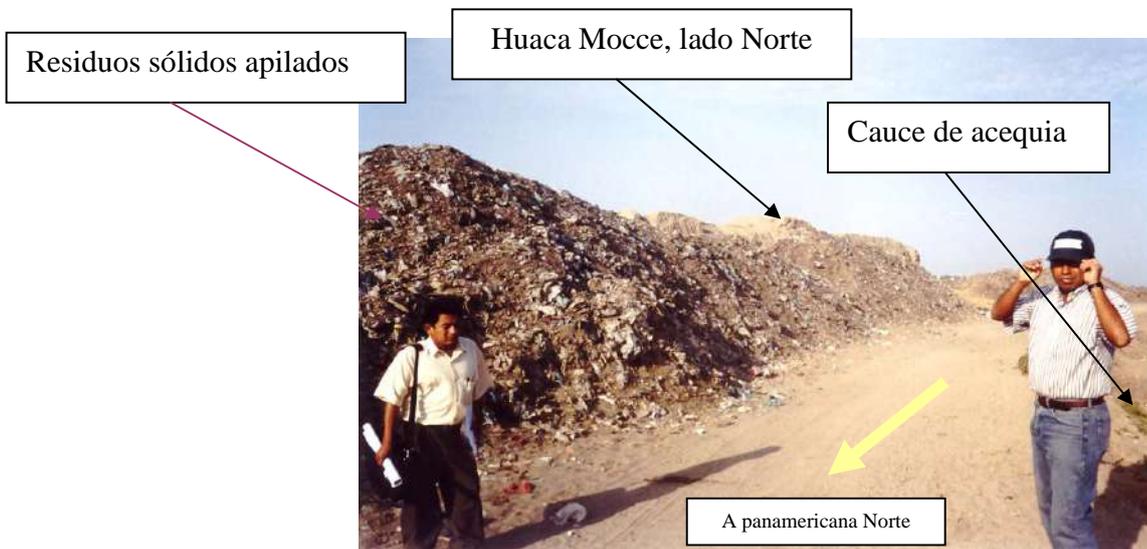
En la actualidad existen construcciones tales como los Molinos y Estaciones de Venta de Combustible, que han elevado la rasante natural del terreno en forma parcial, pero el direccionamiento del flujo continúa siendo hacia el Oeste. Apreciándose esta hecho al Este y al Norte del Molino San Juan. Entre la ubicación de las Huacas de Mocce, en la que se observa un cauce de acequia interrumpido por desmonte y basura, la misma que se encuentra orientada de Este a Oeste. Lo que permite inferir que han existido obras de drenaje que han sido interrumpidos y que han tenido la orientación hacia la ubicación del Complejo habitacional Mocce, y cuyas dificultades han sido puestas de manifiesto por los fenómenos naturales, con lo que puede calificarse a la zona como de **Riesgo Inminente** ante eventos naturales, como las precipitaciones pluviales del año 1998.



Alcantarilla. Cruce D - 1400 con la Panamericana Norte (Al Sur de Mocce)



Alrededor de las Huacas de Mocce, existe material de desecho apilado que debe ser eliminado del lugar, por que en eventos pluviales se dispersan los elementos contaminantes.



Area de las Huacas de Mocce.-Este de la Panamericana Norte



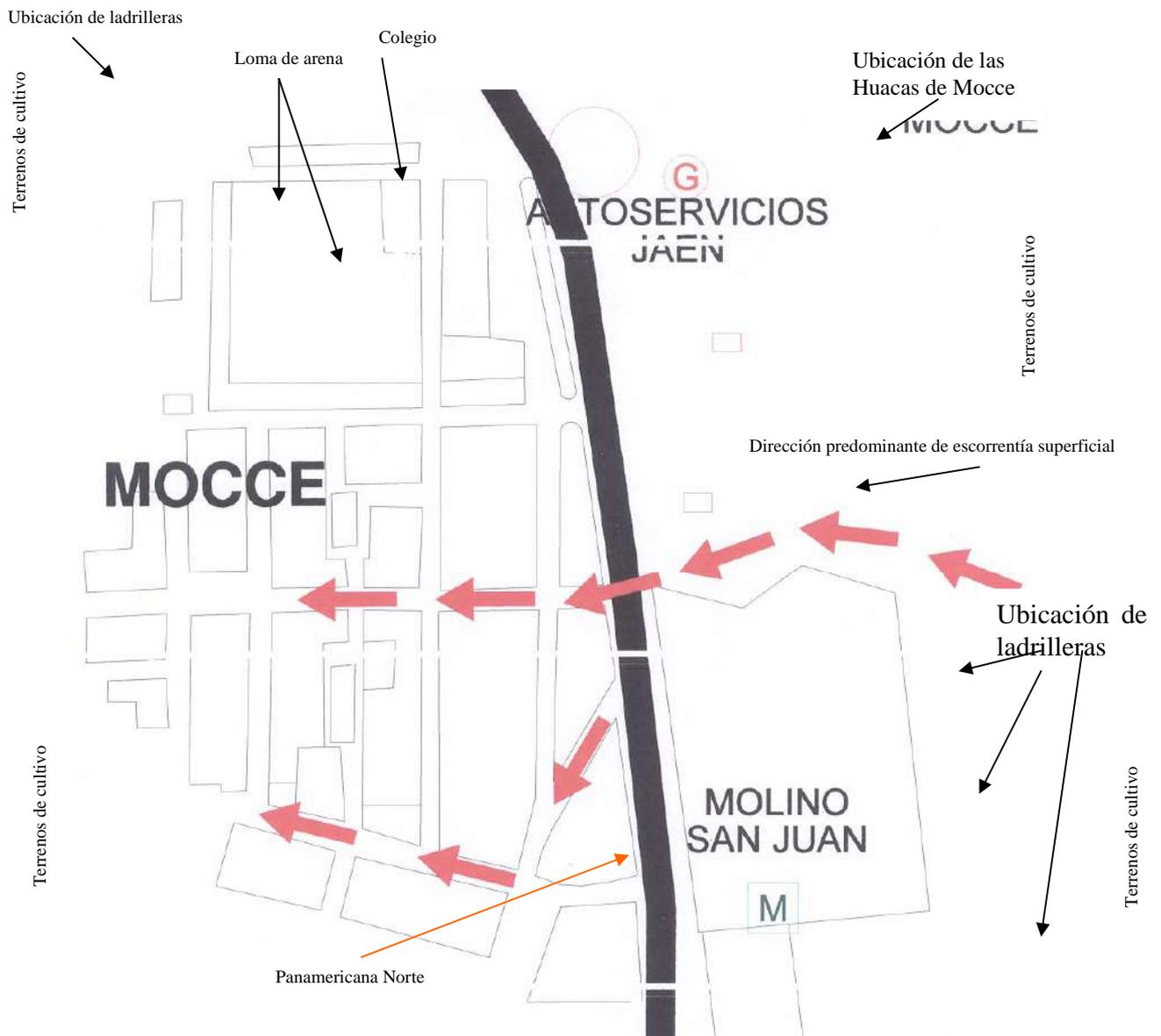
Huaca de Mocce



Lado Norte de las Huacas de Mocce – Molino en
proceso
quema de pajilla

5.6.2 LADO OESTE DE LA PANAMERICANA NORTE.-

En esta zona se ubica el Complejo Habitacional de Mocce, que sufrió los estragos de los eventos naturales provocados por el denominado Fenómeno “El Niño”.



La distribución inicial según información recopilada se presenta en la gráfica que se adjunta.

En la toma adjunta se aprecia la erosión provocada por el paso de las aguas provenientes de la zona Este de la Panamericana Norte, dado el desnivel natural existente en esta zona (Conjunto habitacional Mocce), y por las características predominantes de material deleznable que lo conforman.



Ingresando de la Panamericana Norte hacia el área destruida del Complejo Habitacional Mocce

De igual forma en la parte Oeste de la zona del Conjunto Habitacional Mocce, existe una acequia de riego, con vegetación, con características topográficas relativamente altas con respecto a la del conjunto habitacional, lo que permite deducir que además de ser una barrera al paso natural del agua, genera también riesgo de desborde.



Parte Oeste de Mocce

En la siguiente vista se puede apreciar como está en la actualidad el Complejo Habitacional de Mocce, luego del fenómeno de “El Niño” del año 1998, sus problemas genéricos pueden considerarse la topografía del lugar y su material en la base de sustentación de las estructuras.



Vista que muestra el estado actual en la zona de Mocce-
luego del Fenómeno “El Niño” de 1998.

Existen aún construcciones en el lugar que si bien es cierto han quedado en “pie”, hay un riesgo latente de tener problemas de inundación, por su configuración topográfica y ubicación, que conllevan a que los flujos de escorrentía siempre van a darse de Este a Oeste, inundando esta zona de expansión urbana.



Edificaciones junto al parque de la destruida Mocce.



En la presente vista se puede observar, edificaciones al lado Nor Oeste de Mocce afectado por las lluvias del 98, esta zona está alejada de la Carretera Panamericana, en una zona relativamente baja, cerca de los terrenos de cultivo de la parte Oeste.

5.7 MAPA DE PELIGROS.-

Es aquel Mapa que resulta de Superponer los Peligros Geológicos y Peligros Climáticos para determinar fehacientemente cuales son las áreas que se encuentran afectas a problemas de Suelos y Atmosféricos.

5.7.1 ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO.-

Son aquellas áreas que se encuentran amenazadas por problemas climáticos por desborde de Drenes y Acequias, con la presencia de arcillas o limos de alta expansibilidad ubicadas en zonas de topografía baja, en el caso de la Ciudad de Lambayeque se puede determinar este Peligro Muy Alto en el al Norte, en las áreas aledañas a la acequia San Romualdo, que cruza la ciudad de Este a Oeste, similar para la acequia San José; por el lado Sur también en dirección de Este a Oeste, la cual cruza el Dren D - 2210, dren cuya finalidad es deprimir el nivel freático de los terrenos agrícolas a lo largo de su recorrido, al Sur de las Dunas del Monte la Virgen, se ubica la acequia Gallinacera y al Este la acequia La Virgen; que son alimentadas por el canal San Nicolás. Es preciso acotar que la acequia San Romualdo junto con la acequia San José, encierran a los asentamientos humanos Santo Domingo, La Esperanza, Unidad Vecinal Indoamérica, Condominio Ebenezer, ubicada al Norte de la Ciudad de Lambayeque.

Aquí también se presenta la problemática de la confluencia de los Drenes D – 1400, D – 1400–18, cuyo paso de aguas por la carretera Panamericana se ve limitada debido a la sección de la alcantarilla mucho menor que la necesaria, creando remansos y desbordes que por características topográficas de la zona discurren hacia el Cementerio, la zona arqueológica de Mocce, sector de Grifos, Molinos y el Complejo Habitacional Mocce. También al Nor - Oeste como es el caso de A.A.H.H. Toribia Castro , Urb. Almendros del Río. Al Nor – Este de la ciudad en la Urb. La Rinconada, Planta de Agua Potable de EPSEL de Lambayeque. Al Sur – Oeste de la ciudad en la Urb. De Los Docentes de la Universidad Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque al oeste de la ciudad universitaria, el sector aledaño a la carretera al distrito de San José a la salida de la ciudad. Al Sur – Este en el ingreso de la ciudad viniendo de la ciudad de Chiclayo,

en el A.A.H.H. Santo Toribio de Mogrovejo, la Asociación Pro – Vivienda Santa Rosa y la Urb. Latina. Además de los sectores inmediatos a la Carretera Panamericana Norte que une a la ciudad de Lambayeque con Chiclayo, por encontrarse con cotas topográficas menores que la rasante de dicha carretera, discurriendo sus aguas hacia estos puntos. Además de los problemas geológicos como es el caso de las zonas al Nor – Este y al Nor - Oeste, en áreas actualmente destinadas para la agricultura. Destacándose los siguientes sectores: terrenos de la Empresa Agroindustrial Pomalcasa, entre el Dren 1400 – 18 y el Dren 1400. Otros dos al centro de la ciudad de Lambayeque, uno específicamente entre las calles 2 de Octubre, San Martín, Bolognesi y Huamachuco y el otro entre las calles Miguel Grau, 28 de Julio, 2 de Octubre y Juan Manuel Iturregui. Y una tercera zona al sur – oeste de la ciudad, camino Chiclayo – Lambayeque, cerca de la Zona Reservada al Montes de La Virgen. Ver **Mapa Temático de Peligros P – 1**.

5.7.2 ZONAS DE PELIGRO ALTO.-

Conformada por aquellas áreas que se ven afectadas por Factores Climáticos e Inundaciones por Precipitaciones, con características geológicas mejores sin la presencia de arcillas o limos expansivos, como son los alrededores de las ciudades de Lambayeque y en zonas de terrenos agrícolas, detallándose al norte, sur, este y oeste donde se pueden apreciar varios asentamiento humanos como es el caso de: Urb. Miraflores, Demetrio Acosta, San Francisco, Santa Teresa, Ramón Castilla, Castilla de Oro, Próceres de la Independencia, Cooperativa de Vivienda Naylamp, A.A.H.H: El Rosario, pueblo joven Santa Rosa, el Fundo Cortijo al este de la ciudad, sector de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, La Urb. Guardia Republicana, gran parte del Pueblo Joven San Martín, la gran mayoría de las áreas que rodean a la ciudad, que actualmente se encuentran utilizadas para la agricultura. Otro gran sector con características desfavorables en lo que respecta a la calidad del suelo se encuentra ubicado al Oeste de la ciudad de Lambayeque, donde ubicamos al P.P.J.J. San Martín, A.A:H.H. Las Dunas, Urb. Guardia Republicana. Al norte de

la ciudad de Lambayeque carretera a Piura, en el sector de los Grifos Texaco y Lambayeque y el Molino Gavimonte cercano al Dren 1400. Ver **Mapa Temático de Peligros P – 1**.

5.7.3 ZONAS DE PELIGRO MEDIO.-

Están determinados por los sectores de topografía alta y de buena calidad de suelo con capacidades portantes altas comparadas con otras capacidades en la región Lambayeque, sin la presencia de arcillas o limos expansivos en las que las aguas producto de precipitaciones discurren y no producen problemas mayores. Observándose este Peligro Medio en las Zonas altas del Pueblo Joven San Martín, específicamente entre las calles Chiclayo, Ciro alegría, José Olalla y Demetrio Acosta. Al Sur – Oeste en el área denominada La Peña, que actualmente alberga a los moradores reubicados del antiguo Mocce. Al Sur – este de la ciudad en el sector de las Huacas bajo protección del I.N.C., y el asentamiento humano Jesús Nazareno, específicamente entre las calles López Vidaurre, Juan Fannig, Rivadeneyra, Lambayeque y los Sauces. Y la Zona de Reserva de Los Montes de la Virgen al Sur – oeste de la ciudad y sectores aledaños actualmente utilizadas como área de cultivo al sur – este que rodean a los Molinos y Piladoras, en el sector sur carretera Chiclayo – Lambayeque. Ver **Mapa Temático de Peligros P – 1**.

MAPA DE PELIGROS

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 PAUTAS TÉCNICAS.-

6.1.1 PAUTAS TÉCNICAS DE HABILITACIÓN URBANA.-

Los procesos de habilitación urbana con fines de ocupación deberán contemplar las siguientes pautas técnicas, con la finalidad de garantizar la estabilidad y seguridad física de la ciudad de Lambayeque y de sus áreas de expansión urbana, tanto en las habilitaciones urbanas existentes con las futuras.

6.1.1.1 PAUTAS TÉCNICAS DE HABILITACIONES URBANAS EXISTENTES.-

- Rediseñar un sistema de drenaje de aguas pluviales que sea recubierto y a cielo abierto para evitar la infiltración de las aguas y posibilitar la limpieza del cauce; considerando la ocurrencia del Fenómeno de el niño.
- La construcción definitiva de drenes y la pavimentación de las calles en la ciudad de Lambayeque, deberá realizarse según lo determinado por el estudio de Cotas y Rasantes, utilizando pavimentos rígidos o flexibles.
- El nivel del interior de las viviendas debe ser 0.60 m.(aprox.) por encima del nivel actual de las pistas en las zonas que no se encuentran pavimentadas, considerando la posible elevación de la rasante de la vía, cuando ésta se pavimente y protegiendo la vivienda de las inundaciones.
- A ambos lados de las márgenes de las acequias y drenes del área de expansión deberá existir una franja de seguridad de 50.0 m. dentro de la cual deberán contemplarse vías para el mantenimiento del Dren, obras de forestación y vías de acceso a las habilitaciones urbanas adyacentes.

6.1.1.2 PAUTAS TÉCNICAS DE HABILITACIONES URBANAS NUEVAS.-

- Reglamentar y controlar la ubicación de asentamientos humanos y construcción de edificaciones a lo largo de los drenes y acequias del área de expansión urbana.

- No se permitirá la ubicación de los aportes reglamentarios, sobre terrenos afectados por inundaciones en tanto no se implemente el sistema de drenaje integral en la ciudad.
- Las habilitaciones urbanas para uso de vivienda deben adecuarse a las características particulares de la ciudad de Lambayeque, a factores climáticos así como a la vulnerabilidad ante la ocurrencia de fenómenos naturales.
- El diseño de las vías debe considerar un sistema de drenaje independiente al sistema de desagüe.
- La planificación y el diseño de las nuevas habilitaciones urbanas, deberán contemplarse dentro de un sistema integral de drenaje de la ciudad.

6.1.2 PAUTAS TÉCNICAS DE EDIFICACIONES.-

A continuación se presentan recomendaciones técnicas para orientar el proceso de edificación en la ciudad de Lambayeque, con la finalidad que las construcciones estén preparadas para afrontar la eventualidad de un sismo y la incidencia de periodos extraordinarios de lluvias y sus consecuencias.

- Previamente a las labores de excavación de cimientos, deberá ser eliminado todo el material de desmonte que pudiera encontrarse en el área en donde se va a construir.
- No debe cimentarse sobre suelos orgánicos, desmonte o relleno sanitario. Estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la edificación y reemplazados con material controlados y de ingeniería.
- Los elementos del cimiento deberán ser diseñadas de modo que la presión de contacto (carga estructural del edificio entre el área de cimentación), sea inferior o cuando menos igual a la presión de diseño o capacidad admisible.
- Para la cimentación de las estructuras en suelos arcillo – arenosos, es necesario compactarlas y luego colocar una capa de afirmado de 0.20 m. en el fondo de la cimentación para contrarrestar el posible proceso de hinchamiento y contracción de suelos.

- En los sectores donde existen arenas poco compactas y arena limosas se deberá colocar un solado mortero de concreto de 0.10 m. de espesor, previo humedecimiento y compactación del fondo de la cimentación.
- Cuando la napa freática sea superficial, antes de la cimentación se debe colocar material granular en un espesor de 0.30 - 0.40 m. cuyos fragmentos deben ser de 7.5 a 15 cm. y luego un solado de concreto de 0.10 de espesor.
- Para viviendas de 2 a 4 niveles se recomienda usar zapatas cuadradas o rectangulares interconectadas con vigas de cimentación con el fin de reducir los asentamientos diferenciales.
- Los techos de las edificaciones deberán estar preparados para el drenaje de lluvias, pudiendo ser inclinados o planos, con tuberías de drenaje que conduzcan mediante canaletas laterales las aguas pluviales hacia áreas libres.
- Las características de las edificaciones deben responder a las técnicas de construcción recomendadas para la ciudad de Ferreñafe.
- En la construcción de viviendas de adobe deberá considerarse lo siguiente:
 - ❖ Tamaño del adobe: 40 m. x 40 cm. x 8 cm.
 - ❖ Cimientos: 60 cm. de profundidad y Sobrecimientos: 60 cm. de altura como mínimo.
 - ❖ Muros: mínimo 40 cm. de espesor.
 - ❖ Altura de Muros: entre 2.40 m. y 3.00 m.
 - ❖ Largo de Muros: 4.0 m. como máximo.
 - ❖ Abertura en Muros: una abertura al centro para puerta o para ventana.
 - ❖ Ancho de Puertas y Ventanas: máximo 0.90 m.
 - ❖ Los muros deben tener mochetas.
 - ❖ Cada 3 o 4 hiladas colocar refuerzos horizontales de caña.
 - ❖ Colocar a lo largo de todos los muros una viga collar a la altura de dinteles, para unión de los muros.
 - ❖ Sobre la viga collar se colocará 4 hiladas de adobe.
 - ❖ Altura de la edificación: 1 piso.
 - ❖ Revestimiento de la estructura general con material impermeable.

- A los edificios diseñados para concentraciones de gran número de personas se les debe exigir el Estudio de Mecánica de Suelos y un diseño específico que cumpla con las normas de seguridad física y garantice su uso como área d refugio (hospitales, escuelas, oficinas administrativas, hoteles, restaurantes, salas de baile, almacenes comerciales, edificios industriales, etc.).
- Para lograr que las construcciones resistan desastres naturales se recomienda lo siguiente:
 - ❖ **Incluir Refuerzos Laterales:** el edificio debe diseñarse para que las paredes, los techos y los pisos se apoyen mutuamente. Una pared debe actuar como refuerzo para otra. El techo y los pisos deberán usarse para dar rigidez horizontal adicional. Deben evitarse las ventanas y las puertas cerca de las esquinas.
 - ❖ **Ofrecer Resistencia a la Tensión:** para los amarres entre vigas y columnas deben estar fuertes para que no se separen. Los edificios de ladrillo deben estar amarrados con madera o acero. Los techos deben estar firmemente amarraos a las paredes.
 - ❖ **Fomentar la Buena Práctica Local:** la observancia de aspectos como una elección sensata de la ubicación, buenos materiales, y el mantenimiento regular que irá en beneficio de edificios más seguros.
- Las Directrices de las NN.UU. para la seguridad de las edificaciones recomienda formas y disposiciones para los edificios, que si bien atentan contra la libertad del diseño, es conveniente adecuar su aplicación en la ciudad de Ferreñafe por su vulnerabilidad ante desastres. Estas orientaciones se seguirán, previendo los efectos de los fenómenos probables:
 - ❖ Los edificios deben ser de formas sencillas, manteniéndose la homogeneidad en las formas y el diseño estructural. Se recomiendan las formas horizontal cuadrada o rectangular corta.
 - ❖ Se debe evitar:
 - Edificios muy largos.
 - Edificios en forma de L o en zig-zag.
 - Alas añadidas a la unidad principal.

- ❖ La configuración del edificio debe ser sencilla evitándose:
 - Grandes diferencias en las alturas de distintas partes del mismo edificio.
 - Torres pesadas y otros elementos decorativos colocados en la parte más alta de los edificios.
- Para la instalación de tuberías en suelos sujetos a movimientos fuertes, se deberá emplear materiales dúctiles como el polietileno.

6.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

La Ciudad de Lambayeque se encuentra surcada por una serie de Drenes y Acequias. Por lo cual se encuentra afecta a Inundaciones por el desborde de Canales, Drenes y Acequias, siendo la más recurrentes y peligrosos los drenes 1400, 1400 - 18, 1420 y 1421 o las acequias en especial las Acequias San Romualdo y San José, que tienden a llevar aguas de Nor - Este hacia el Nor - Oeste de Lambayeque, comprometiendo varios asentamientos humanos y pueblos jóvenes, en particular los ubicados al Nor - Oeste y Nor - Este de Lambayeque, que al desbordarse harían que la ciudad colapse al no estar preparada para afrontar esta problemática, por no contar con un sistema de drenaje adecuado, que la proteja de presentarse este evento. Haciéndose indispensable Estudios y Proyectos para el Mejoramiento de los Drenes, Acequias y Canales, que surcan a la Ciudad de Lambayeque.

Tanto al Norte como al Sur de la ciudad de Lambayeque, los Drenes deben ser rehabilitados en forma periódica., de tal forma que se tengan sus secciones transversales bien definidas y no como la que presentan en la actualidad el Dren 1400 con sus obras de arte destruidas y con vegetación, al igual que los drenes D - 1000 , D - 2210.

Deben redimensionarse los cruces de los drenes con la panamericana, particularmente los Drenes D - 1400 y D - 2210, cuyas secciones de cruce son menores que la sección transversal de los mismos drenes, la experiencia de los eventos del Fenómeno de “El Niño” 1983 y 1998 ya lo han puesto de manifiesto, formando remansos por ser la sección no suficiente en dimensión, convirtiéndose en un obstáculo ante eventos no previstos.

Los canales que recorren de Este a Oeste, por la parte Norte de la ciudad de Lambayeque, se sugiere se elaboren proyectos de rehabilitación de sus cauces, que lleguen incluso a tener en cuenta algún tipo de revestimiento, por ejemplo en el asentamiento humano Santo Domingo, se presentan problemas por variación de napa freática, elevándose esta cuando por los canales circula agua en épocas de riego, dado las características de permeabilidad de los suelos que presenta esta zona. A la ciudad de Lambayeque debe de plantearse la realización de un Proyecto de Drenaje Pluvial, puede ser considerado en dos etapas, una desde la Avenida Dos de Mayo hacia el pueblo Joven San Martín y la otra desde la Avenida Dos de Mayo hacia el Este de la ciudad.

En la zona del **Complejo Habitacional Mocce “Antiguo”**, en la zona surcada por las aguas en pleno centro del complejo habitacional, debe mantenerse el cauce generado por el Fenómeno “El Niño” del año de 1998, al cual debe realizarse un estudio para tratarlo como un Dren de Evacuación de Aguas Pluviales o por Desbordes de Drenes, revestido y reorientado.

6.2.1 COMPLEJO HABITACIONAL MOCCE.-

En el lado Oeste de la Panamericana Norte, el 90 % del área es susceptible de inundación por acumulación de aguas de lluvia, existiendo un área al lado Sur - Oeste de la edificación del colegio ubicado en la zona, que presenta un nivel del terreno natural relativamente más alto, que puede ser una zona de refugio.

En la parte Este de la Panamericana Norte, al Sur Este y Este de las Huacas de MOCCE, presentan zonas relativamente de cotas por debajo del nivel del terreno natural (promedio – 1.10 m), dado que existen ladrilleras que han utilizado el material para la fabricación de ladrillos, otras áreas que están cultivadas, por estas zonas se aloja parte del recorrido de los drenes D - 1400, D - 1400-18, D - 1420 y D - 1421, los cuales al recibir aportes de agua freática en su recorrido o flujos de escorrentía superficial en su recorrido, cargan su cauce y generan desbordes ante la presencia de ramas u otros materiales que interrumpen el libre paso del flujo del agua en la alcantarilla que existe en la intersección del dren D - 1400 y la Panamericana Norte, cuya sección es menor que la que presenta el cauce

natural del dren, generando problemas serios al desbordarse las aguas, las mismas que toman la dirección señalada en el plano de direcciones de flujo, de Este a Oeste, en dirección de la zona del “Antiguo Mocce”, creando situaciones de Peligro Muy Alto por acumulación de aguas.

6.3. PROCESOS CONSTRUCTIVOS.-

6.3.1 ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO.-

Considerar un retiro prudencial desde los márgenes de los Canales, Drenes y Acequias una distancia de 50 m., para de ésta manera evitar posibles inundaciones por desbordes de los mismos. De construirse Edificaciones hacerlo bajo el asesoramiento técnico de profesionales entendidos en la materia, considerando una Profundidad de Cimentación de 1.50 m, con Zapatas conectadas con Vigas de Cimentación para evitar posibles asentamientos por incrementos de Nivel Freático. Realizar estudios de Suelos más detallados por problemas de Licuación y Expansibilidad de Suelos. La huella actual, existente en el Complejo Habitacional de “Mocce”, luego de las precipitaciones pluviales del Fenómeno “El Niño” del año de 1998, se sugiere debe convertirse en un dren natural, para efectos de poder guiar posibles avenidas futuras de agua ya sea por lluvias o desbordes de drenes, para amortiguar los efectos negativos.

6.3.2 ZONAS DE PELIGRO ALTO.-

Los suelos son de Expansibilidad Media, formada por Arcillas y Limos de Mediana Plasticidad con cambio de volumen Bajo. Las Capacidades Portantes varían desde 0.70 kg./cm² a 0.90 kg./cm². Construir Edificaciones de hasta 2 Niveles, considerando una Profundidad de Cimentación de 1.50 m, con Zapatas conectadas con Vigas de Cimentación para evitar posibles asentamientos por incrementos de Nivel Freático, bajo la Supervisión de un profesional entendido en la materia. Realizar estudios más Detallados para determinar un Proyecto de Drenaje Pluvial de la ciudad de Lambayeque.

6.3.3 ZONAS DE PELIGRO MEDIO.-

Los Suelos son de Expansibilidad Baja, con cantidad apreciable de finos cuando el material es granular, o con material fino de Baja Plasticidad. El cambio de volumen es pequeño debido a cambios de contenido de humedad. Las Capacidades Portantes de 0.70 kg./cm² a 1.20 kg./cm². Construir Edificaciones de hasta 3 Niveles, considerando una Profundidad de Cimentación de 1.20 m y un ancho de zapata de 2.00 – 3.00 m., con Zapatas Aisladas con vigas conectoras, bajo la Supervisión de un profesional entendido en la materia. Los elementos del cimiento deberán ser diseñados de modo que la presión de contacto (carga estructural del edificio entre el área de cimentación) sea inferior o cuando menos igual a la presión de diseño o capacidad admisible.

6.4 ZONAS DE EXPANSIÓN URBANA.-

Después de realizar El Mapa de Peligros de La Ciudad de Lambayeque y Zonas de Expansión Urbana, podemos determinar que las **Zonas Seguras** ante Inundaciones o calidad del suelos se encuentran en **áreas al Sur – Oeste y al Sur – Este de la Ciudad de Lambayeque**. Donde no existen problemas severos climáticos y la calidad del suelo es superior a cualquier otra área estudiada. Descartándose la Expansión hacia al Nor – Oeste, Nor – Este, Este y Oeste por encontrarse en una zona Altamente Inundable por desbordes de los Drenes, Canales y Acequias, con problemas de Asentamientos Diferenciales dado a la calidad del suelo en la zona.

Recomendándose la Expansión Urbana de los pobladores de la ciudad de Lambayeque, **hacia el Sur y hacia el Sur – Este**, es decir, en zonas cercanas a los Molinos y Piladoras de la vía que une las ciudades de Lambayeque y Chiclayo en zonas de topografía Alta, alejados de los Drenes, Acequias y canales que rodean a la ciudad.

ANEXOS

A.1 VISTAS FOTOGRAFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.



Asentamiento Humano “Las Dunas”, ubicado al Oeste de la ciudad de Lambayeque.



Entrada de Sur a Norte de la ciudad de Lambayeque.



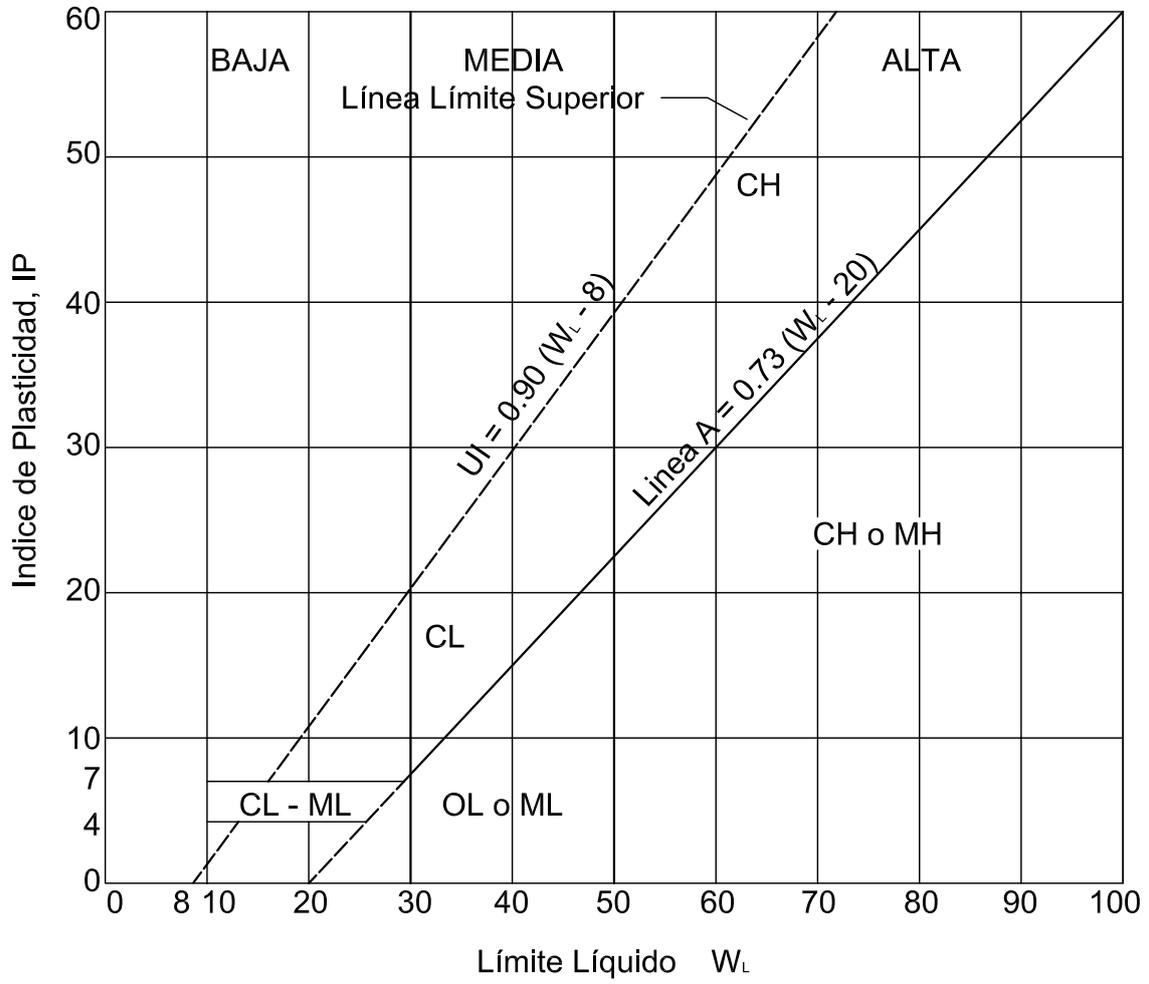
Zona Sur-Oeste de la ciudad de Lambayeque, cerca al Asentamiento Humano Nuevo Mocce, y al Dren 2210.



Vista desde la parte superior de la Huaca Mocce hacia el Este, zona inundable. .

A.3 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.

CARTA DE PLASTICIDAD



LAMBAYEQUE

620

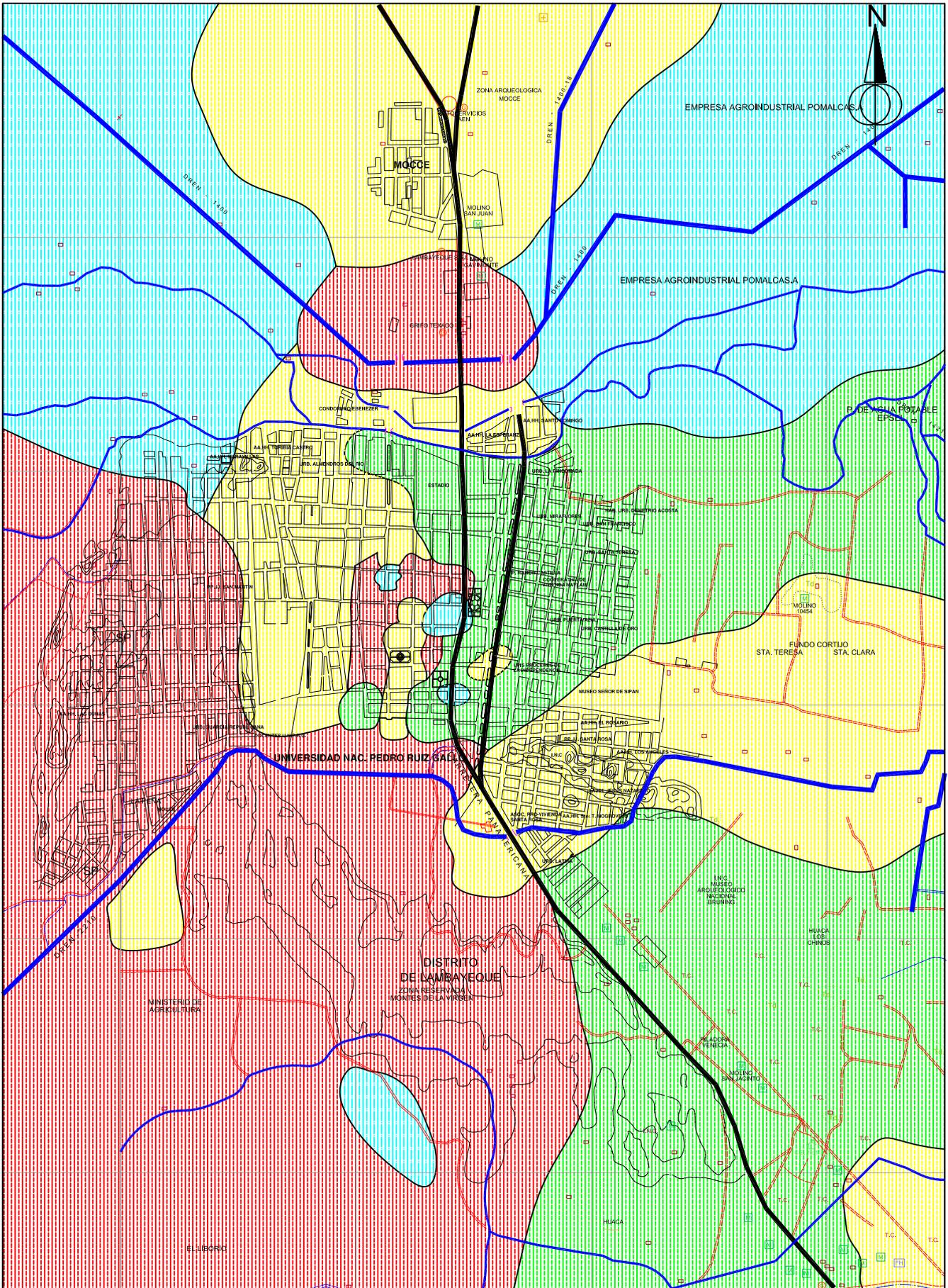
621

622

623

9264

9262



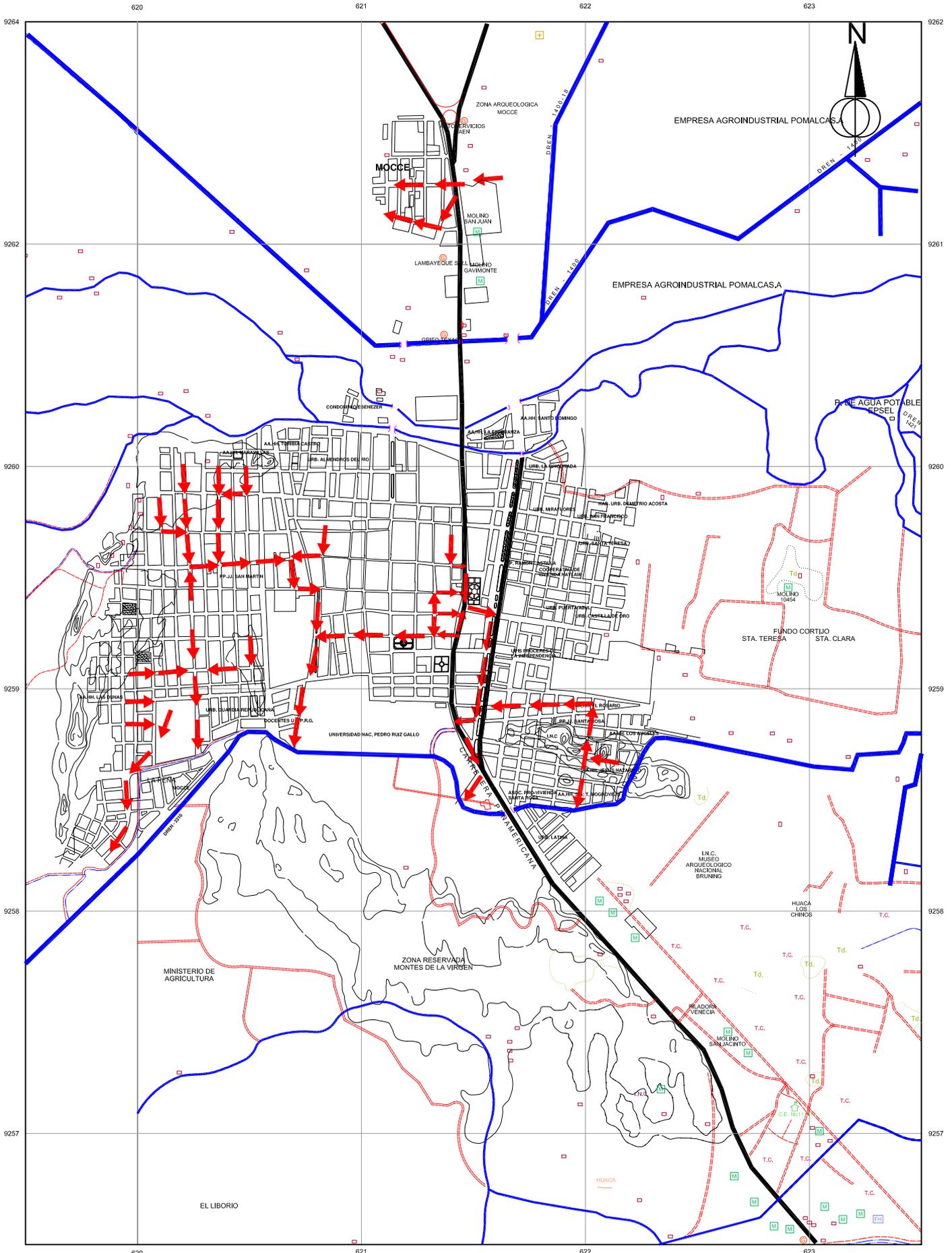
LEYENDA

SIMBOLO	CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION	CAPACIDAD PORTANTE
	SP	Arena pobremente gradada, Suelo granular.	0,50 a 1,00 kg/cm ²
	SC, SM, SM-SC, SW-SM	Arena arcillosa o arena limosa, Arena con finos.	0,70 a 0,90 kg/cm ²
	CL, ML	Arcilla de baja plasticidad o limo de baja plasticidad, Suelo fino.	0,70 a 0,80 kg/cm ²
	CH, MH	Arcilla alta plasticidad o limo de alta plasticidad, Suelo fino.	0,80 a 0,90 kg/cm ²



PROYECTO:	INDECI - PNUD - PER / 02 / 051 CIUDADES SOSTENIBLES	
TITULO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE	
MAPA:	MAPA CAPACIDAD PORTANTE	PLANO N°:
ESCALA:		FECHA:
		DICIEMBRE-2003
		CP-1

LAMBAYEQUE

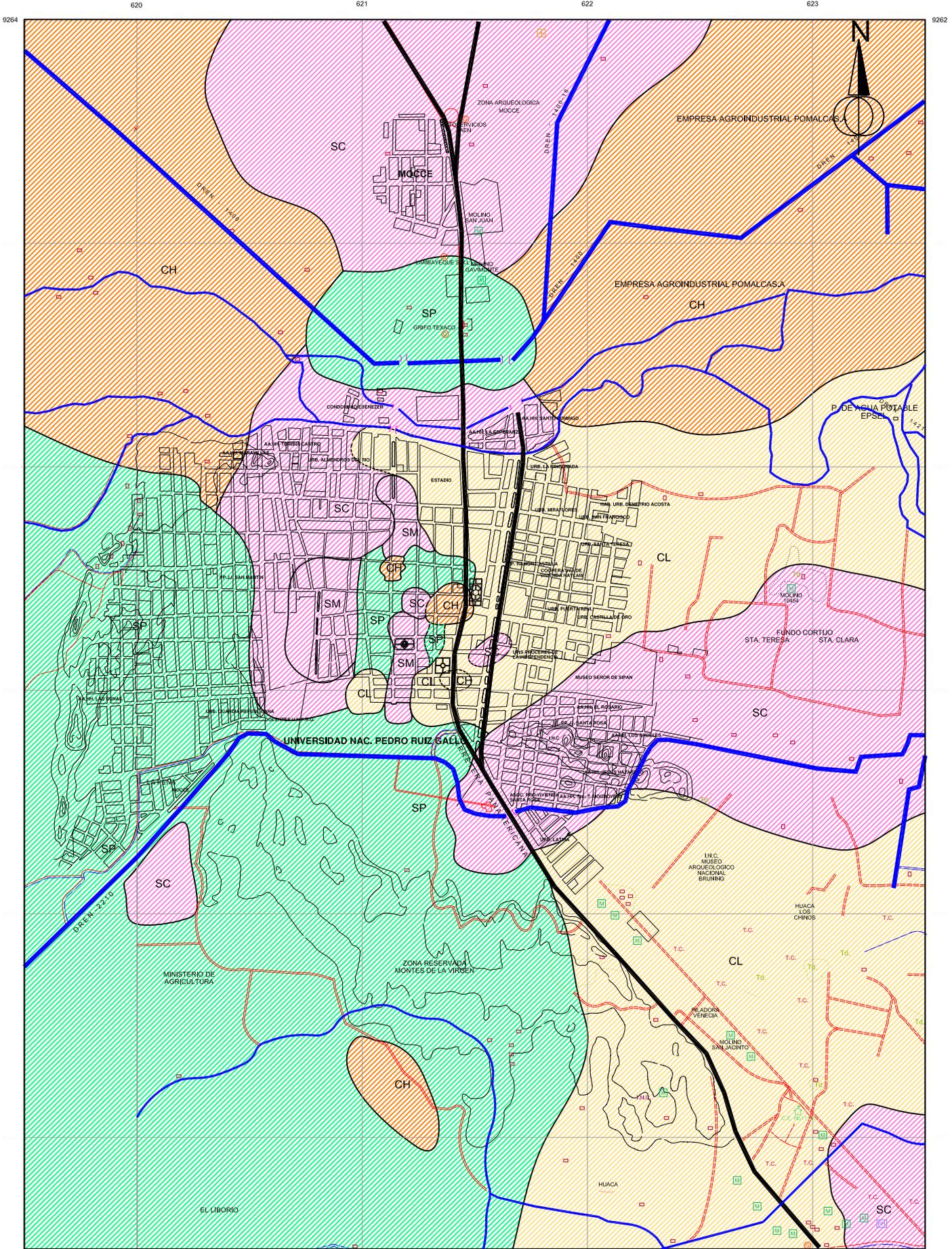


LEYENDA	
MBOLO	DESCRIPCIÓN
	Dirección flujos de agua



PROYECTO:	INDECI - PNUD - PER / 02 / 051
Ciudades Sostenibles	
ESTUDIO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE
MAPA:	FUENTE:

LAMBAYEQUE



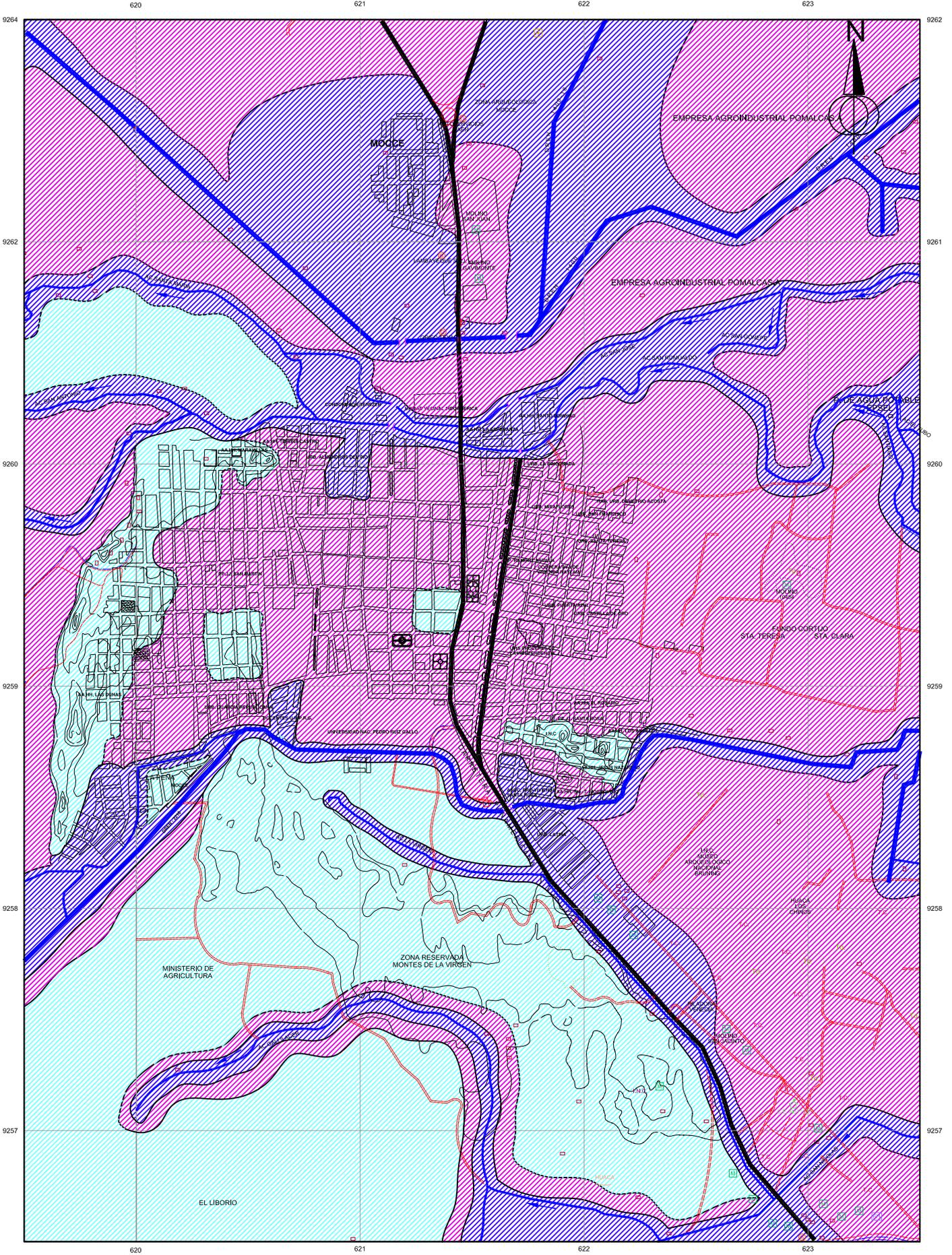
LEYENDA

SIMBOLO	SECTOR	CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION
	I	SP	Arena pobremente gradada, Suelo granular.
	II	SC, SM	Arena arcillosa o arena limosa, Arena con linos.
	III	CL, ML	Arcilla de baja plasticidad o limo de baja plasticidad, Suelo fino.
	IV	CH, MH	Arcilla alta plasticidad o limo de alta plasticidad, Suelo fino.



PROYECTO:	INDECI - PNUD - PER / 02 / 051	
	CIUDADES SOSTENIBLES	
TITULO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE	
MAPA:	MAPA GEOTECNICO	PLANO N°:
ESCALA:		FECHA: DICIEMBRE-2003
		G-1

LAMBAYEQUE

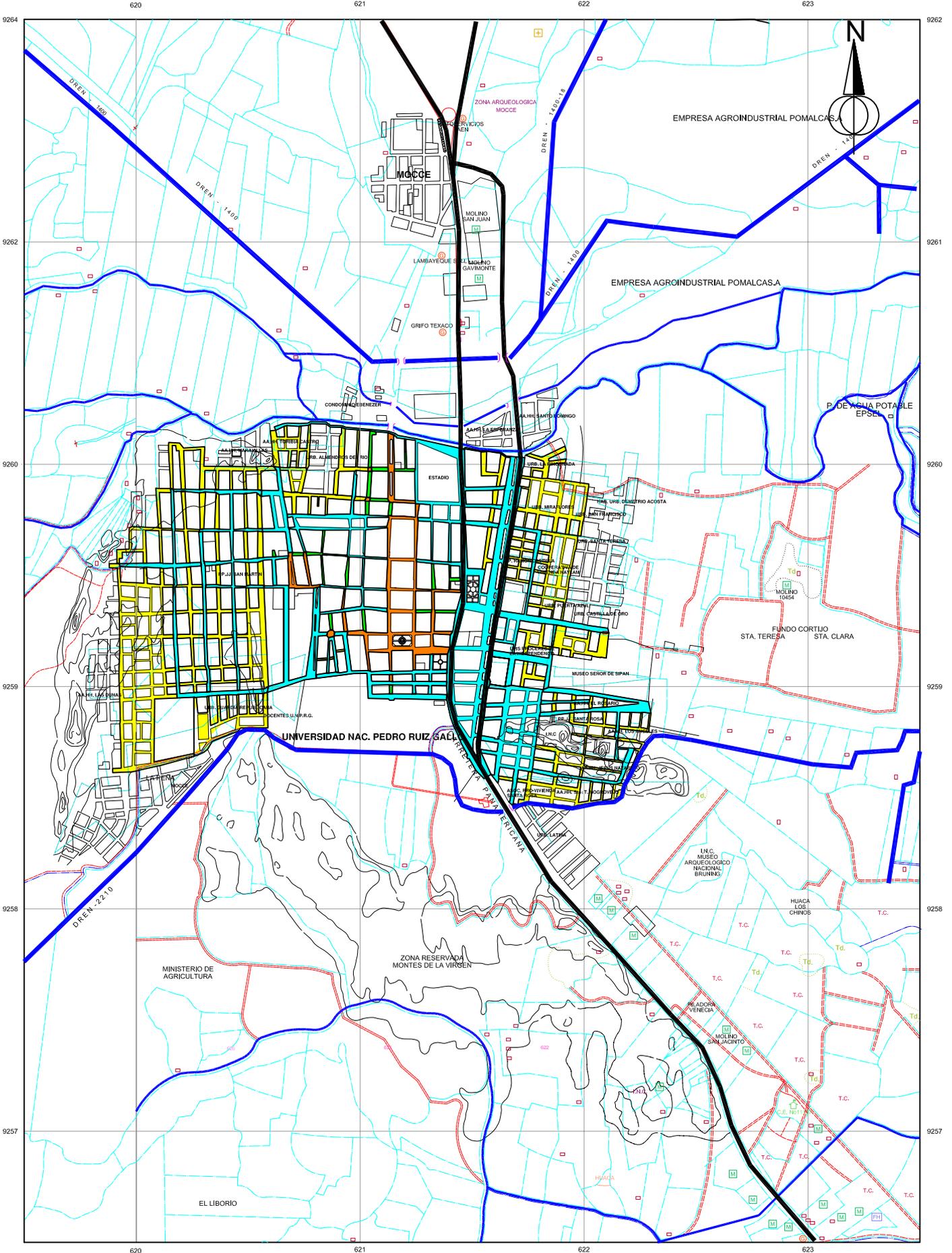


LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Inundación Muy Alta
	Inundación Medla a Alta
	Inundación Baja a Media



PROYECTO:	INDECI - PNUD - PER / 02 / 051 CIUDADES SOSTENIBLES	
TITULO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE	
MAPA:	MAPA DE PELIGROS CLIMATICOS	PLANO N°:
ESCALA:		PC-1
FECHA:	NOVIEMBRE-2003	

LAMBAYEQUE

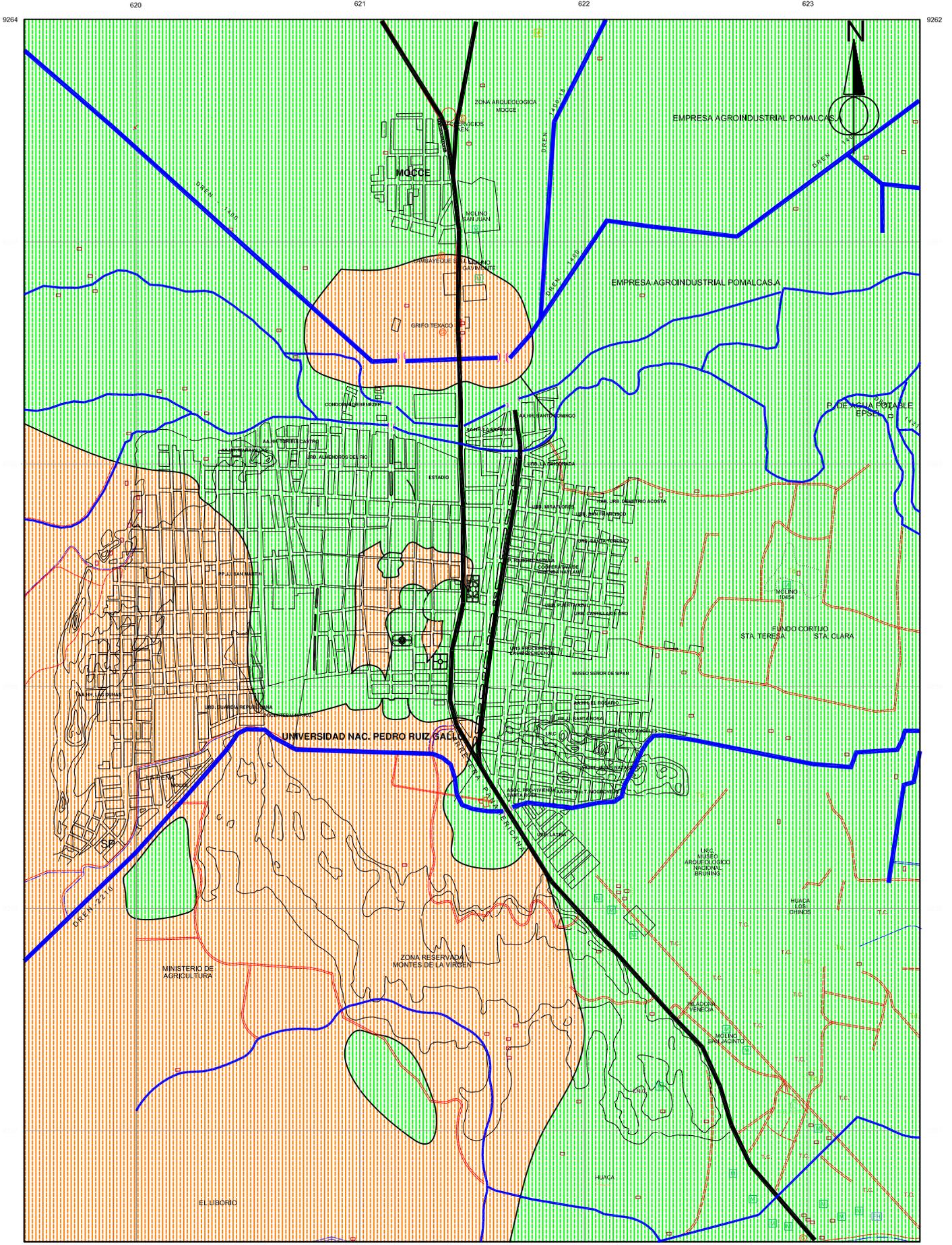


LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Sin Pavimento
	Pavimento Flexible
	Adoquinado
	Pavimento Rígido



PROYECTO:		INDECI - PNUD - PER / 02 / 051	
		CIUDADES SOSTENIBLES	
TITULO:			
MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE			
MAPA:		MAPA DE PAVIMENTACION	
ESCALA:		FECHA: NOVIEMBRE-2003	
			PLANO N°:
			PV-1

LAMBAYEQUE

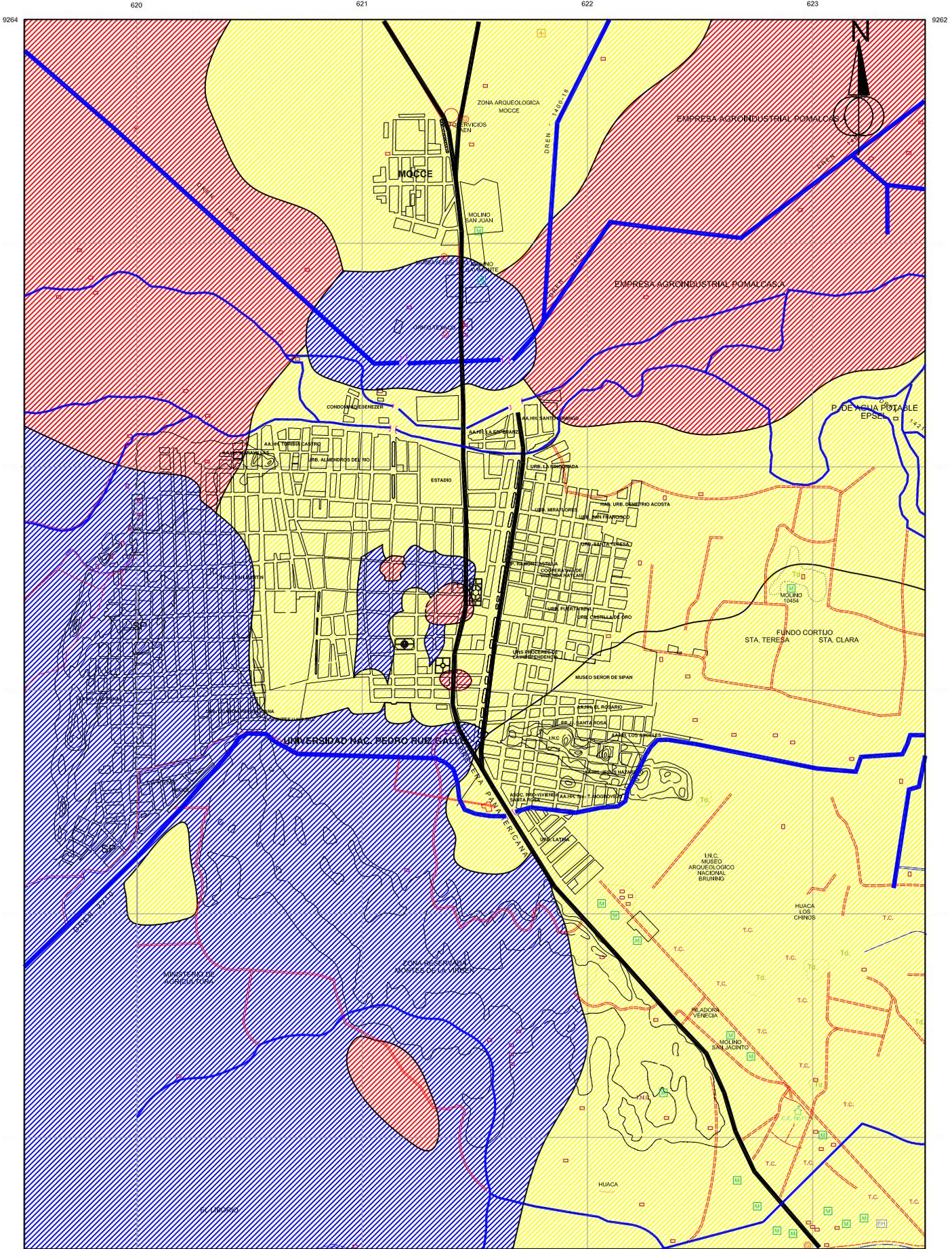


LEYENDA		
SIMBOLO	CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION
	SP	Suelos Licuables.
	SC, SM, SM-SC CL, ML, CH, MH	Suelos No Licuables



PROYECTO:	INDECI - PNUD - PER / 02 / 051	
	CIUDADES SOSTENIBLES	
TITULO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE	
MAPA:	MAPA PELIGROS GEOLOGICOS: SUELOS LICUABLES	PLANO N°:
ESCALA:	FECHA:	DICIEMBRE-2003
		LS-1

LAMBAYEQUE



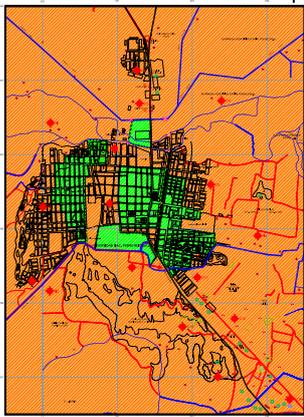
LEYENDA

SIMBOLO	CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION
	SP	Suelos No Expansibles
	SC, SM, SM-SC, CL, ML	Suelos de Expansibilidad Baja a Medja
	CH, MH	Suelos Altamente Expansibles



PROYECTO:		INDECI - PNUD - PER / 02 / 051
		CIUDADES SOSTENIBLES
TITULO:		
MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE		
MAPA:	MAPA PELIGROS GEOLOGICOS: SUELOS EXPANSIVOS	PLANO N°:
		ES-1
ESCALA:	FECHA:	DICIEMBRE-2003

LAMBAYEQUE

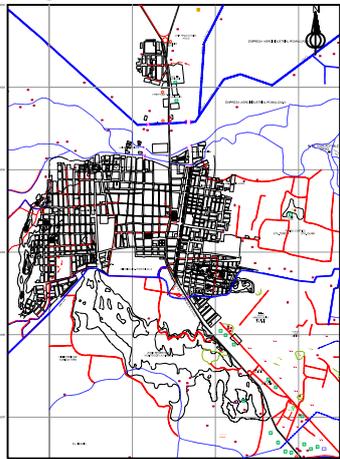


LEYENDA	
[Green Box]	Peligro Medio
[Orange Box]	Peligro Alto



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051
CIUDADES SOSTENIBLES
MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE
PROYECTO: PGC-1

LAMBAYEQUE

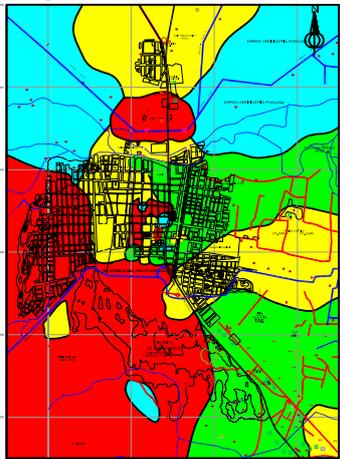


LEYENDA	
[Green Box]	Peligro Medio
[Red Box]	Peligro Muy Alto



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051
CIUDADES SOSTENIBLES
MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE
PROYECTO: PGC-1

LAMBAYEQUE

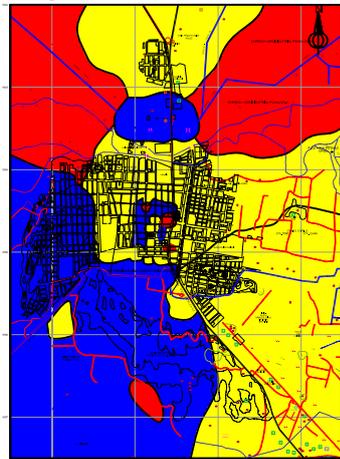


LEYENDA	
[Green Box]	Peligro Medio
[Red Box]	Peligro Alto
[Yellow Box]	Peligro Muy Alto



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051
CIUDADES SOSTENIBLES
MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE
PROYECTO: PGC-1

LAMBAYEQUE

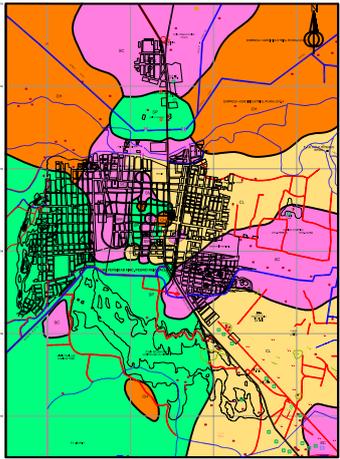


LEYENDA	
[Green Box]	Peligro Medio
[Red Box]	Peligro Alto
[Yellow Box]	Peligro Muy Alto



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051
CIUDADES SOSTENIBLES
MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE
PROYECTO: PGC-1

LAMBAYEQUE

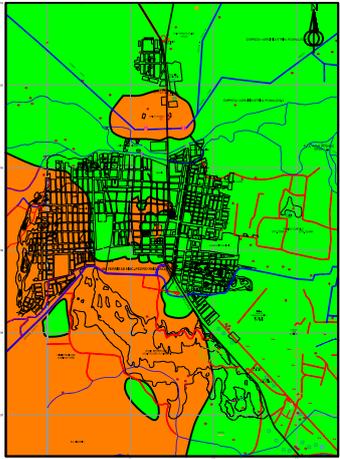


LEYENDA	
[Green Box]	Peligro Medio
[Red Box]	Peligro Alto
[Yellow Box]	Peligro Muy Alto



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051
CIUDADES SOSTENIBLES
MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE
PROYECTO: PGC-1

LAMBAYEQUE

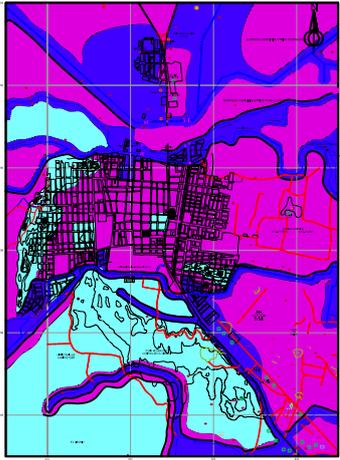


LEYENDA	
[Green Box]	Peligro Medio
[Red Box]	Peligro Alto
[Yellow Box]	Peligro Muy Alto



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051
CIUDADES SOSTENIBLES
MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE
PROYECTO: PGC-1

LAMBAYEQUE

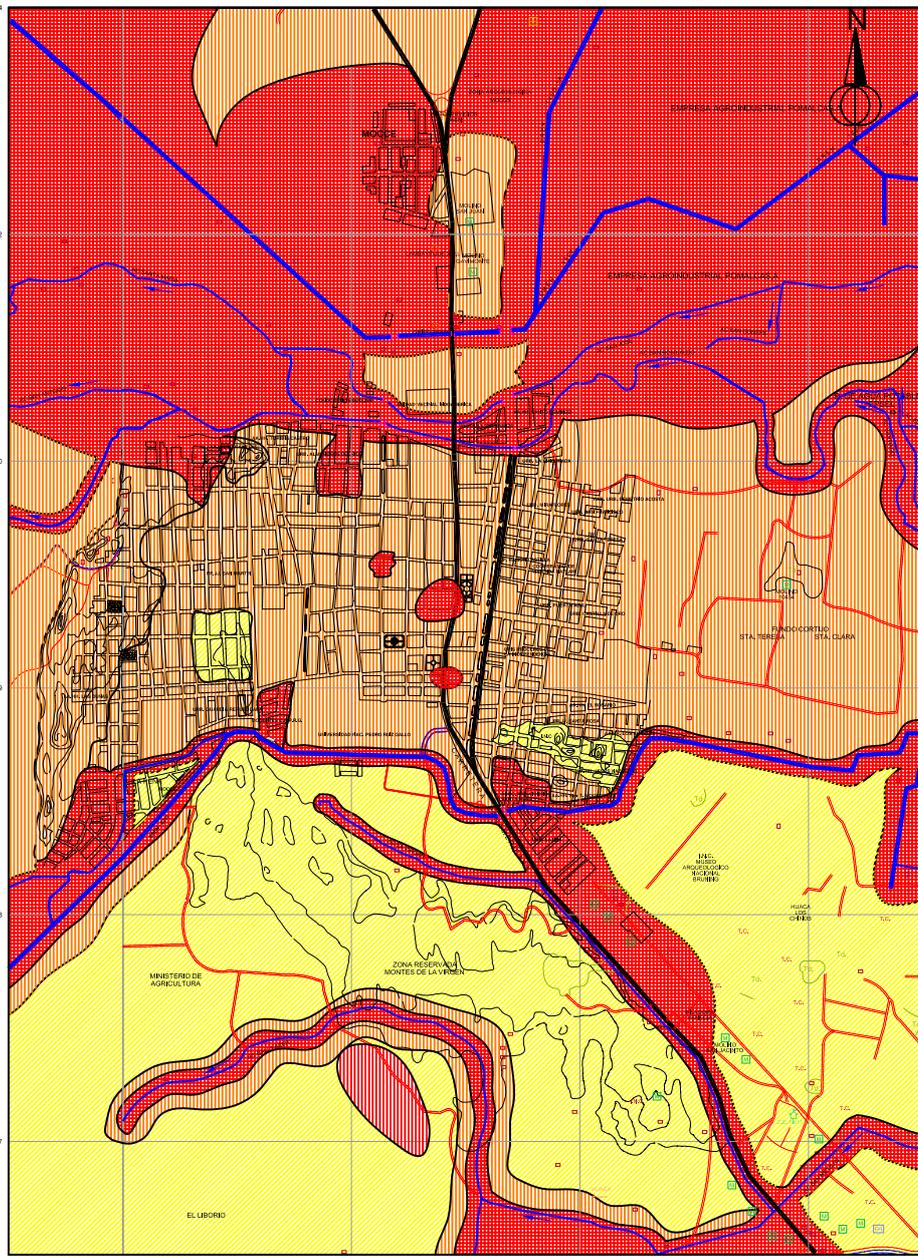


LEYENDA	
[Green Box]	Peligro Medio
[Red Box]	Peligro Alto
[Yellow Box]	Peligro Muy Alto



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051
CIUDADES SOSTENIBLES
MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE
PROYECTO: PGC-1

LAMBAYEQUE



LEYENDA	
[Red Box]	Peligro Muy Alto
[Yellow Box]	Peligro Medio
[Blue Box]	Peligro Alto



PROYECTO:	INDECI - PNUD - PER / 02 / 051
TÍTULO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE
FECHA:	MAPA DE PELIGROS
PROYECTO:	PGC-1

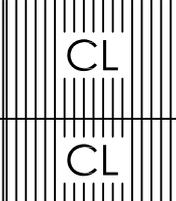
REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Mapas de Peligro de la Ciudad de Lambayeque

Perforación : C - 2'

Ubicación : Detrás del Molino San Juan (a 300 m.)

Fecha : 06 / 10 / 2003

PROF.	MUESTRA	SUCS	DESCRIPCIÓN	OBSERV.
0.00			Relleno, terreno de cultivo	
-0.20	M - 1 	 CL	Arcilla con presencia de arena Color marrón oscuro Consistencia media	
-0.90	M - 2 	 CL	Arcilla limosa Color marrón claro Consistencia media	
-1.00	M - 3 	 CL	Color plomo oscuro Consistencia media	 M. Inalterada h = -1.50 m
-1.30	M - 4 	 CH	Color gris oscuro Consistencia dura Alta plasticidad	
-1.50				
-1.60				
-2.00				
-3.00				

Observaciones : Sin presencia de N.F.

 La zona es terreno agrícola nivelado
