



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“PEDRO RUIZ GALLO”**



**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL,  
DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TESIS**

**“MICROZONIFICACIÓN DE LA CIUDAD DE  
OLMOS Y ZONAS DE EXPANSIÓN PARA  
LA REDUCCIÓN DE DESASTRES”**

**Para optar el Título de**

**INGENIERO CIVIL**

**Responsables**

**Bach. RODOLFO EDUARDO HERNÁNDEZ BRUNO  
Bach. LUIS ALBERTO ZEÑA SÁNCHEZ**

**LAMBAYEQUE – PERÚ  
2009**

A Dios por su infinito amor.

A mis padres Pedro y Maria, los quiero y estimo y lo que soy se los debo a ellos, por siempre estar a mi lado y darme tanto amor.

A mi Tía Elvira, con todo mi cariño por ser como mi segunda madre por estar allí en los momentos mas difíciles.

A mis hermanos: Arturo, Nancy, Micaela: a mis primos: Raúl, Betty y Aydee por siempre apoyarme a seguir adelante con mis proyectos.

A mis dos sobrinas la pequeña Alexandra y a la grandota Cecilia.

A mi amigo y colega Ing° Joel Luis Delgado Cundiarache por la motivación y empuje reciproco para seguir adelante ante tantas caídas que hemos pasado y que seguiremos pasando.

**LUIS ALBERTO ZEÑA SANCHEZ**

Gracias a Dios por tantas bondades y por su inmenso amor que nos brinda día a día.

A quienes más amo en este mundo, mis padres Roberto Hernández y Dominga Bruno, por ser buenos padres y mejores amigos, porque siempre están conmigo en los momentos más importantes y difíciles de mi vida alentándome para que nunca decaiga, apoyándome en todo con mucho amor y paciencia, enseñándome que nunca se debe dejar de luchar por alcanzar todo lo bueno en esta vida.

A mis hermanos Arturo, Raúl y Carlos por la paciencia que han tenido para conmigo apoyándome en todo para salir adelante.

A mis tíos Santiago y Chabuca y mis primos Paul, Linda y Natalia por todo el apoyo incondicional en un momento cumbre de mi carrera y por toda su paciencia.

A Rogger Yacarini por su amistad sincera por haberme apoyado en mi carrera y a quien debo y dedico este proyecto.

**RODOLFO EDUARDO HERNÁNDEZ BRUNO**

# **INDICE**

Págs.

## **CAPITULO I : OBJETIVOS, CONCEPTUALIZACIÓN Y METODOLOGÍA DEL ESTUDIO**

<b>1.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
<b>1.2.1</b>	<b>OBJETIVO PRINCIPAL</b>	<b>3</b>
<b>1.2.2</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>3</b>
<b>1.3</b>	<b>METODOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>1.3.1</b>	<b>PRIMERA ETAPA: ORGANIZACIÓN Y PREPARACIÓN DEL ESTUDIO</b>	<b>4</b>
<b>1.3.2</b>	<b>SEGUNDA ETAPA: FORMULACIÓN DEL DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.</b>	<b>4</b>
<b>1.3.3</b>	<b>TERCERA ETAPA: FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA</b>	<b>6</b>
<b>1.4</b>	<b>CONCEPTUALIZACIÓN</b>	<b>6</b>
<b>1.4.1</b>	<b>CIUDADES SOSTENIBLES</b>	<b>6</b>
<b>1.4.1.1</b>	<b>DESARROLLO SOSTENIBLE DE UNA CIUDAD</b>	<b>6</b>
<b>1.4.1.2</b>	<b>CIUDAD SOSTENIBLE – IERA ETAPA</b>	<b>7</b>
<b>1.4.2</b>	<b>CIUDAD SEGURA Y REDUCCIÓN DE DESASTRES</b>	<b>7.</b>
<b>1.4.2.1</b>	<b>CIUDAD SEGURA</b>	<b>7</b>
<b>1.4.2.2</b>	<b>DESASTRE</b>	<b>8</b>
<b>1.4.2.3</b>	<b>ESTRUCTURA BÁSICA DE UN DESASTRE</b>	<b>8</b>
<b>1.4.2.4</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE UN DESASTRE</b>	<b>9</b>
<b>1.4.2.5</b>	<b>PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE DESASTRES</b>	<b>9</b>
<b>1.4.2.6</b>	<b>ESTRATEGIAS PARA REDUCIR DESASTRES</b>	<b>9</b>
<b>1.4.3</b>	<b>MICROZONIFICACIÓN</b>	<b>11</b>
<b>1.4.3.1</b>	<b>ANTECEDENTES EN EL PERÚ</b>	<b>11</b>
<b>1.4.3.2</b>	<b>MICROZONIFICACIÓN</b>	<b>11</b>
<b>1.4.3.3</b>	<b>MAPAS DE MICROZONIFICACIÓN</b>	<b>12</b>

1.4.3.4	DEFINICION DE TERMINOS Y CONCEPTOS	12
---------	------------------------------------	----

## **CAPITULO II : DESCRIPCIONES GENERALIDADES**

2.1	ASPECTOS GENERALES	21
2.1.1	LOCALIZACIÓN	21
2.1.2	GEOGRAFÍA	21
2.1.3	CLIMA	24
2.2	ANTECEDENTES DE DESASTRES EN LA CIUDAD	24
2.2.1	SISMOS	24
2.2.2	INUNDACIONES	29

## **CAPITULO III: CONDICIONES NATURALES**

3.1	GEOMORFOLOGÍA	33
3.1.1	GEOMORFOLOGÍA REGIONAL	33
3.1.2	GEOMORFOLOGÍA LOCAL	34
3.2	GEOLOGÍA	34
3.2.1	GEOLOGÍA REGIONAL	34
3.2.2	GEOLOGIA LOCAL	35
3.3	TOPOGRAFÍA	36
3.4	DRENAJE	36
3.5	HIDROLÓGIA	37

## **CAPITULO IV: ESTUDIO GEOTECNICO**

4.1	RECOPIACIÓN DE DATOS	41
4.2	RECONOCIMIENTO Y UBICACIÓN DE CALICATAS	42

<b>4.3</b>	<b>EXTRACCIÓN DE MUESTRAS</b>	<b>45</b>
<b>4.4</b>	<b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b>	<b>47</b>
<b>4.5</b>	<b>PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN</b>	<b>48</b>
<b>4.5.1</b>	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	<b>49</b>
<b>4.5.2</b>	<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>49</b>
<b>4.5.3</b>	<b>CORTE DIRECTO / ASTM D 3080</b>	<b>49</b>
<b>4.5.4</b>	<b>CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL / ASTM D 2435</b>	<b>49</b>
<b>4.5.5</b>	<b>CÁLCULO DE LAS CAPACIDADES PÓRTANTES</b>	<b>50</b>
<b>4.5.6</b>	<b>CÁLCULO DE LOS ASENTAMIENTOS</b>	<b>55</b>
<b>4.6</b>	<b>MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA</b>	<b>60</b>
<b>4.6.1</b>	<b>METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE AREAS DE INFLUENCIA DE LOS SUELOS</b>	<b>60</b>
<b>4.7</b>	<b>MAPA GEOTÉCNICO (MAPA RESUMEN)</b>	<b>60</b>

## **CAPITULO V : FENOMENOS DE ORIGEN GEOLOGICO**

<b>5.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>65</b>
<b>5.2</b>	<b>HISTORIA SÍSMICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA</b>	<b>65</b>
<b>5.3</b>	<b>DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS SISMOS</b>	<b>68</b>
<b>5.4</b>	<b>TECTÓNICA Y SISMOTECTÓNICA</b>	<b>69</b>
<b>5.4.1</b>	<b>TECTONISMO DE LOS ANDES PERUANOS</b>	<b>69</b>
<b>5.4.2</b>	<b>SISMOTECTÓNICA REGIONAL</b>	<b>69</b>
<b>5.5</b>	<b>ESTUDIO SÍSMICO</b>	<b>70</b>
<b>5.5.1</b>	<b>CARACTERISTICAS TECTÓNICA Y SISMOTECTÓNICA</b>	<b>72</b>
<b>5.5.2</b>	<b>DETERMINACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO</b>	<b>72</b>
<b>5.5.2.1</b>	<b>PELIGRO SÍSMICO REGIONAL</b>	<b>72</b>
<b>5.5.2.2</b>	<b>PELIGRO SÍSMICO LOCAL</b>	<b>75</b>

## **CAPITULO VI : FENÓMENOS DE ORIGEN CLIMÁTICO**

<b>6.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>77</b>
<b>6.1.1</b>	<b>RECOPLIACIÓN DE INFORMACIÓN</b>	<b>77</b>
<b>6.2</b>	<b>MAPA DE DIRECCION DE FLUJO DE AGUA</b>	<b>77</b>

6.2.1	RECORRIDOS PREDOMINANTES	77
6.3	ACEQUIAS Y DRENES LOCALES	78
6.3.1	ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LA CIUDAD DE OLMOS	78
6.3.1.1	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (tc)	78
6.4	TIPOS DE PAVIMENTO EN LA CIUDAD DE OLMOS	80
6.4.1	VÍAS SIN PAVIMENTO	80
6.4.2	VÍAS CON PAVIMENTO FLEXIBLE	81
6.4.3	VÍAS CON PAVIMENTO RÍGIDO	81
6.5	ELABORACION DEL MAPA DE PELIGROS CLIMÁTICOS	81

## **CAPITULO VII : FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO CLIMÁTICO**

7.1	INTRODUCCIÓN	86
7.2	LICUACIÓN DE SUELOS	86
7.2.1	CARACTERISTICAS PARA LA EVALUACIÓN DE SUELOS LICUABLES	87
7.2.2	FACTORES QUE INFLUENCIAN EL DAÑO EN TERREMOTO POR LICUACIÓN INDUCIDA	88
7.2.3	ZONAS DE PROBABLE LICUACIÓN EN LA CIUDAD DE OLMOS Y ZONAS DE EXPANSIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES	90
7.3	EXPANSIÓN DE SUELOS	92
7.3.1	ZONAS CON PROBLEMAS DE EXPANSIÓN EN LA CIUDAD DE OLMOS	92

## **CAPITULO VIII : MEDIO AMBIENTE**

8.1	INTRODUCCIÓN	95
8.2	SITUACIÓN AMBIENTAL ACTUAL DE LA CIUDAD	95

## DE OLMOS

<b>8.2.1</b>	CONTAMINACIÓN DEL SUELO	95
<b>8.2.2</b>	CONTAMINACIÓN DEL AGUA	97
<b>8.2.3</b>	VALORACION DE LA INTENSIDAD DE IMPACTO AMBIENTAL DE LAS POZAS DE DESECHOS DE LA PROCESADORA DE FRUTAS S.A. (PROFUSA) EMPLEANDO EL MÉTODO DE BATELLE - COLUMBUS.	100

## CAPITULO IX : SITUACIÓN DEL AREA URBANA

<b>9.1</b>	INTRODUCCIÓN	116
<b>9.2</b>	EVOLUCIÓN HISTÓRICA	116
<b>9.3</b>	USOS ACTUAL DEL SUELO Y SU PROBLEMÁTICA	118
<b>9.3.1</b>	USO DE SUELO	118
<b>9.3.2</b>	PROBLEMÁTICA DE LA CIUDAD	123
<b>9.3.3</b>	PROBLEMÁTICA DE LA VIVIENDA	124
<b>9.3.4</b>	DEMANDA DE AREAS PARA EL DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE OLMOS	126
<b>9.4</b>	CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURACIÓN URBANA	127
<b>9.5</b>	INFRAESTRUCTURA DE LA CIUDAD	131
<b>9.5.1</b>	ABASTECIMIENTO DE AGUA	131
<b>9.5.2</b>	ALCANTARILLADO	132
<b>9.5.3</b>	SERVICIO ELÉCTRICO	132
<b>9.5.4</b>	SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES	133
<b>9.5.5</b>	MERCADOS	133
<b>9.5.6</b>	SISTEMA VIAL	134

# **CAPITULO X: MICROZONIFICACIÓN DE PELIGROS, VULNERABILIDAD, RIESGO Y SECTORES CRITICOS**

<b>10.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>135</b>
<b>10.2</b>	<b>ELABORACIÓN DEL MAPA DE MICROZONIFICACIÓN DE PELIGROS</b>	<b>138</b>
<b>10.3</b>	<b>VULNERABILIDAD.</b>	<b>143</b>
<b>10.3.1</b>	<b>METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN VULNERABILIDAD SISMICA</b>	<b>144</b>
<b>10.3.1.1</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD PARA CONSTRUCCIONES CON TIERRA (ADOBE) Y ALBAÑILERÍA CONFINADA.</b>	<b>146</b>
<b>10.3.1.2</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD PARA EDIFICACIONES DE HORMIGÓN ARMADO.</b>	<b>148</b>
<b>10.3.1.3</b>	<b>ADAPTACIÓN DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD PARA OLMOS.</b>	<b>149</b>
<b>10.3.1.4</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS Y DE LAS CLASES QUE REPRESENTAN LA CONDICIÓN DE CALIDAD.</b>	<b>151</b>
<b>10.3.1.5</b>	<b>CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD</b>	<b>163</b>
<b>10.3.1.6</b>	<b>RESULTADOS DE LOS 11 PARÁMETROS POR CLASE Y TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL</b>	<b>166</b>
<b>10.3.2</b>	<b>EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA CIUDAD DE OLMOS</b>	<b>183</b>
<b>10.4</b>	<b>EVALUACIÓN DE DE RIESGO.</b>	<b>187</b>
<b>10.4.1</b>	<b>EVALUACION DE ESCENARIO DE DAÑOS</b>	<b>188</b>
<b>10.4.2</b>	<b>ESCENARIO DE RIESGO ANTE FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO Y GEOLÓGICO – CLIMÁTICO.</b>	<b>195</b>
<b>10.4.3</b>	<b>ESCENARIO DE RIESGO ANTE FENÓMENOS DE ORIGEN CLIMÁTICO.</b>	<b>197</b>

## **CAPITULO XI: CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PROPUESTAS TECNICAS**

<b>11.1</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>205</b>
<b>11.2</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>208</b>
<b>11.3</b>	<b>PROPUESTAS TÉCNICAS DE MITIGACIÓN ANTE DESASTRES.</b>	<b>209</b>

## **BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS**

<b>BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIA</b>	<b>220</b>
----------------------------------	------------

## **ANEXOS**

- ANEXO GEOTECNICO
- ANEXO FOTOGRAFÍCO

## RECONOCIMIENTO

La Presente Tesis "Microzonificación de la Ciudad de Olmos y Zonas de Expansión para la Reducción de Desastres", surge como un aporte a la realidad de nuestro país, asentado en un territorio permanentemente expuesto al impacto físico de una variada gama de fenómenos naturales, a nivel nacional el Instituto Nacional de Defensa Civil viene desarrollando el programa de Ciudades Sostenibles. Este Programa tiene como objetivo hacer de la ciudad, segura, ordenada, saludable, atractiva cultural y físicamente, eficiente en su funcionamiento y desarrollo, sin afectar al medio ambiente ni el patrimonio histórico - cultural y, como consecuencia de todo ello, gobernable y competitiva.

Es por eso, que por iniciativa de la Dirección Regional de Defensa Civil de Lambayeque, a través de su Director, **Ing. Carlos Balarezo Mesones**, La Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, por intermedio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y la Municipalidad Distrital de Olmos, deciden unir esfuerzos y llevar a cabo en la Ciudad de Olmos el Programa Ciudades Sostenibles Primera Etapa, teniendo como objetivo la elaboración del Mapa de Microzonificación de la Ciudad de Olmos.

En este contexto, y con el apoyo de la DRDC Lambayeque, tomamos la decisión de realizar la presente Tesis, con el fin de contribuir al desarrollo del Distrito de Olmos y de nuestra Región Lambayeque.

Gracias al desinteresado apoyo del **Ing. Carlos Balarezo Mesones**, quien nos honró en darnos su confianza para realizar este proyecto de suma importancia para la Ciudad de Olmos; asimismo, nuestro más sincero reconocimiento y agradecimiento **Ing. Agustín Basauri Arámbulo**, jefe del Área de operaciones y proyectos especiales - INDECI – Lambayeque, autor de la Tesis "Microzonificación de la Ciudad de Chiclayo y Zonas de Expansión para la Reducción de Desastres", quien compartió sus conocimientos adquiridos a lo largo de su experiencia profesional en la prevención y mitigación de desastres.

Gracias al apoyo de la Dirección Regional de Defensa Civil del INDECI y a la Municipalidad Distrital de Olmos, que con su colaboración hicieron posible la culminación de la presente tesis, así como a la Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo" de Lambayeque por brindarnos las facilidades para el uso de los Laboratorios y Equipos.

Nuestro especial agradecimiento al **Ing. William Rodríguez Serquén**, patrocinador de nuestro proyecto de investigación, quien nos brindó su apoyo, asesorándonos y otorgándonos su valioso tiempo, para la culminación de nuestra investigación.

Al personal del Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil, Sistemas y Arquitectura de la UNPRG (Don José Santamaría, Julio Sernaqué Sosa, Leonidas Burga), por su apoyo técnico y a toda persona que colaboró con nuestra tesis, muchas gracias.

Cabe destacar el aporte desinteresado del **Ing. Carlos Jorge Ramos Chimpen**, brindándonos información y sugerencias para el enriquecimiento al contenido del presente estudio de investigación.

---

**Bach.Ing. Luis Alberto Zeña Sánchez**  
**Autor**

---

**Bach.Ing. Rodolfo E. Hernández Bruno**  
**Autor**

## **RESUMEN**

La Presente Tesis Titulada "Microzonificación de la Ciudad de Olmos y Zonas de Expansión para la Reducción de Desastres", tiene como objetivo principal la elaboración del Mapa de Microzonificación de la Ciudad de Olmos, para de esta manera determinar aquellas áreas más susceptibles de sufrir daños por la manifestación de algún fenómeno natural.

La Metodología desarrollada se basa en la aplicación del Método General Simplificado expuesto en el Libro Reducción de desastres - Viviendo en armonía con la naturaleza, del **Autor Ingeniero Julio Kuroiwa Horiuchi**.

Este método consiste en primer lugar, en delimitar el área de estudio, que incluye la que ocupa la ciudad y las zonas de expansión. Los fenómenos naturales que la amenazan se determinan de acuerdo con los resultados de estudios geológicos in situ y la información histórica existente.

Para cada fenómeno identificado, se evalúa el grado de amenaza: muy alto, alto, medio y bajo; y se fijan sus límites. Luego se superponen los efectos de todos los fenómenos incluidos en los estudios, considerando el peligro de mayor grado para cada sector. El mapa resultante, se denomina Mapa de Microzonificación.

En segundo lugar se realiza la evaluación de Vulnerabilidad, lo que permitirá determinar el grado de afectación y pérdida que podría resultar ante la ocurrencia de un fenómeno natural, para ello se toma en cuenta, el material predominante y Estado de conservación de las edificaciones en la ciudad de Olmos.

Como resultado de esta evaluación se obtiene el Mapa de Vulnerabilidad de la Ciudad, en el que se determinan las zonas de Muy alta, Media y Baja vulnerabilidad. Y en tercer lugar como consecuencia de la evaluación conjunta de los peligros que amenazan la ciudad y la vulnerabilidad que se cierne ante ellos, se realiza la estimación de riesgo y se identifican los sectores críticos, para posteriormente establecer las medidas de Prevención y Mitigación ante desastres.

Los problemas que aquejan a la ciudad de Olmos son en mayor parte consecuencia, por la ocurrencia del Fenómeno "El Niño", que regularmente se presenta en la costa Norte del

Perú; este fenómeno se manifiesta con torrenciales lluvias el cual representa uno de las mayores amenazas donde las construcciones antiguas, de adobe y con procesos constructivos deficientes pueden verse dañadas y debilitadas considerablemente disminuyendo además su tiempo de vida útil.

Se ha podido recolectar información referente al material constructivo predominante, donde el adobe representa el 70.73 % del total de edificaciones, a esto se suma la inadecuada aplicación de pautas técnicas en lo referente al proceso constructivo, lo cual nos representa un serio riesgo en caso de un movimiento sísmico de magnitud considerable.

Durante la ocurrencia de un fenómeno de las características de "El Niño" no se han implementado y acondicionado centros de refugio temporal, acudiendo los pobladores a zonas de la Ciudad de Olmos con cotas más elevadas.

Como resultado de los estudios recopilados y del procesamiento de los datos obtenidos del trabajo de campo, podemos concluir que la Ciudad de Olmos se encuentra asentada sobre un depósito de suelos sedimentareos heterogéneos: Arenas Arcillosas, Arenas Limosas, Arcillas de baja plasticidad.

En lo que corresponde al análisis del Peligro Sísmico en la Ciudad de Olmos, teniendo en cuenta las características geotécnicas y nivel freático del suelo, además de recurrir a los registros de anteriores sismos, para determinar la existencia de problemas locales del suelo y la diferencia de intensidades que en ellas probablemente sucederían ante un evento sísmico, se han encontrando sectores con suelos superficiales de consistencia Blanda a Media, donde se alcanzarían intensidades como máximo del orden de VIII MM-Destructor.

Del estudio realizado, se ha obtenido el Mapa de Microzonificación, concluyendo que los Peligros Naturales más grave de la **Ciudad de Olmos**, son las Inundaciones por Precipitaciones Pluviales y los eventos Sísmicos, estos peligros combinado con la Alta Vulnerabilidad de la ciudad, debido a la pobreza, deficientes edificaciones y falta de un sistema de drenaje adecuado, nos conduce a que la Ciudad se encuentre en Riesgo Alto ante la ocurrencia de dichos Fenómenos Naturales, por lo que es de vital importancia proponer alternativas de solución que puedan mitigar este problema.

Se recomienda pavimentar las principales calles de la ciudad, priorizando las indicadas en el Mapa de flujos predominantes, con la finalidad de encauzar y orientar a través de cunetas los flujos de agua hacia las alcantarillas y drenes existentes.

Se recomienda proteger los taludes de las acequias y del Río Olmos, con la finalidad de evitar la erosión de los mismos, así como implementar un colchón ecológico o la construcción de defensas Ribereñas en sus márgenes para disminuir el impacto de la inundación.

Se debe habilitar e implementar centros de refugio temporal, siendo los criterios fundamentales para la selección y acondicionamiento, zonas que presenten seguridad física, la accesibilidad inmediata y la dotación de servicios básicos.

Es indispensable dar a conocer a toda la población de la Ciudad de Olmos, el resultado de los estudios de Microzonificación, así como los planes de prevención y mitigación, mediante la publicación de trípticos, boletines, y la organización de seminarios. El desarrollo de estrategias de comunicación, basadas en la participación de los centros educativos y en la construcción de sistemas de alerta temprana comunales.

# **CAPITULO I**

## **OBJETIVOS, CONCEPTUALIZACIÓN Y METODOLOGÍA DEL ESTUDIO**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

El Perú, es un país asentado en un territorio permanentemente expuesto al impacto físico de una variada gama de fenómenos naturales, como movimientos sísmicos, tal como el Terremoto ocurrido el 15 de Agosto del 2007 que tuvo como epicentro la provincia de Pisco (en el mar) perteneciente al departamento de Ica, afectando también a las regiones de Lima Huancavelica y Ayacucho; cuya magnitud fue de 7.0 en la escala de Richter que causó pérdidas tanto materiales como vidas humanas, y aun contando con un estudio de MICROZONIFICACION, no había ningún plan de prevención puesto en marcha, ni habilitación e implementación de refugios temporales, concluyéndose que ese valioso estudio de Microzonificación estaba empolvándose, sin ponerse en practica.

Cabe destacar el terremoto de 1970 de Huaraz o el del 2001 en Arequipa, maremotos en la costa como el ocasionado por el Terremoto del 2001 y que destruyó el balneario de Camaná, actividad volcánica en la cordillera occidental de los Andes en la región sur, causados por la tectónica de placas a lo largo de la costa. Por otro lado conviven con: deslizamientos, derrumbes, aludes, causados por una dinámica hidrometereológica que se manifiesta en temporales, precipitaciones intensas, inundaciones como las causadas por el fenómeno El Niño, heladas como las presentadas en los distritos de Kañaris e Inkahuasi el año 2004, granizos, pasando de severos cambios climáticos con exceso de humedad a severas sequías por falta de esta, como es el caso de la presentada el año pasado en nuestro departamento (Fuente INDECI).

A lo largo de nuestra historia, las consecuencias de estas manifestaciones de la naturaleza nos han llevado a tener ingentes pérdidas económicas, de vidas, millones de damnificados y el deterioro en la calidad de vida.

El crecimiento acelerado y el desarrollo no planificado de nuestras ciudades donde se concentra más del 62% de la población total del Perú (Fuente INEI IX Censo De Población y Vivienda de 1993), la inseguridad ciudadana, las condiciones extremas de pobreza son condicionantes para que los peligros naturales generen graves consecuencias en los sistemas sociales a los cuales tenemos que proteger reduciendo las particulares condiciones de vulnerabilidad, entre algunas de las tantas, tenemos:

- Construcciones sin la debida supervisión Técnica.
- Construcciones con materiales rústicos (adobe, caña, esteras, etc.)
- Construcciones asentadas sobre zonas no apropiadas.
- Falta de estudios que determinen los riesgos que pueden presentar algunas zonas determinadas para la expansión de las ciudades.

En los años 1983 y 1998 El Fenómeno de “El Niño”, afectó gravemente la costa norte de nuestro país, siendo los departamentos más afectados: Tumbes, Piura y Lambayeque. Las torrenciales lluvias que ocurrieron y las inundaciones que provocaron, causaron millonarias pérdidas y el aparato productivo del área afectada quedó destrozado, se perdieron valiosas vidas humanas, colapsaron las viviendas y se vieron afectadas miles de familias; asimismo el Fenómeno de El Niño, tanto de 1983 como de 1998, fueron calificados como de catastróficos, con referencia a los ocurridos en períodos anteriores.

Nuestra región por su ubicación geográfica, y en especial la Ciudad de Olmos, no se encuentra ajena a la ocurrencia de los fenómenos de la naturaleza, en especial se ha visto afectada por fuertes lluvias ocurridas en abril del 2008 donde la fuerza de la naturaleza hizo prevalecer su curso natural del río, destruyendo parte de la carretera Fernando Belaunde, dejando inutilizable el puente “El Silencio” y perjudicando el transporte. La Naturaleza nos enseña cual es el cauce natural de los ríos y de esa forma tomar medidas pertinentes para no seguir cometiendo los mismos errores.

Por esta razón, ante el crecimiento desordenado de las ciudades, se contempla actualmente de una manera prioritaria, la necesidad de prever y reducir desastres

naturales con el objeto de evitar pérdidas humanas y económicas, ante esto hemos considerado como un pequeño aporte, el estudio de Microzonificación de la Ciudad de Olmos y zonas de Expansión para la Reducción de Desastres.

## 1.2. **OBJETIVOS**

### 1.2.1. **Objetivo Principal**

El objetivo principal del presente estudio es “Formular una Propuesta Integral de Mapas de Peligro”, que plantee una zonificación de usos urbanos propiciando la ocupación racional sobre zonas seguras. Desalentando la ocupación de zonas calificadas como de "**Alto Peligro**" las cuales deberán ser acondicionadas como áreas de protección ecológica o recreación.

### 1.2.2. **Objetivos Específicos**

- Estudiar la situación socio-económica actual de la ciudad.
- Estudiar la situación actual de la infraestructura con que cuenta la ciudad.
- Recopilación de estudios realizados en la zona de estudio, referentes a geomorfología, geología, geotecnia, condiciones de drenaje, hidrología y climatología.
- Recopilar Información, sobre la situación ambiental actual de la ciudad de Olmos y sus Zonas de Expansión, determinando los posibles factores de contaminación de suelo, agua y atmósfera, a fin de determinar las consecuencias que estos generen, en caso de existir.
- Determinar que zonas del área de estudio son vulnerables y que están propensas a desastres.
- Determinar las características físicas y mecánicas del subsuelo del área de estudio (Estudio de Suelos).
- Establecer en base a los datos obtenidos en el laboratorio referente a los ensayos de suelos, las zonas donde podría ocurrir el fenómeno de Licuación de Suelos.
- Determinar que zonas del área de estudio poseen Riesgo Sísmico.
- Estudiar los desastres que se produjeron y podrían ocurrir por acción de los fenómenos naturales en el área de estudio.

- Elaborar los mapas de Microzonas de acuerdo a su peligro potencial; la superposición de dichos mapas nos dará el **Mapa de Microzonificación de Peligros de Desastres**, de acuerdo a los diferentes fenómenos naturales, y de acuerdo a las características de los suelos y condiciones topográficas, geológicas, etc. En el cual se podrá observar sectores de diferentes grados de peligro.
- Plantear el uso respectivo que se le dará a las diferentes zonas o sectores, en función a su peligro potencial, de acuerdo a las necesidades de vivienda, recreación, infraestructura industrial y otros.
- Establecer propuestas técnicas para la mitigación ante desastres naturales.

### 1.3. **METODOLOGÍA Y DESCRIPCION.**

El proceso metodológico adoptado para la elaboración de los estudios de Ciudades Sostenibles se basa en las siguientes tres (03) etapas: (Ver gráfico N° 1)

#### 1.3.1. **Primera Etapa: Organización y Preparación del Estudio**

Consiste en la recopilación y revisión de información existente sobre la ciudad en estudio, y de su contexto regional; preparación de los instrumentos operativos para el trabajo de campo y el desarrollo del estudio, reconocimiento y levantamiento de información preliminar.

#### 1.3.2. **Segunda Etapa: Formulación del Diagnóstico Situacional. Tiene cuatro componentes principales:**

**a. Evaluación de Peligros (P).**- Tiene por finalidad identificar los peligros naturales que podrían tener impacto sobre la ciudad y su entorno inmediato, comprendiendo dentro de este concepto a todos “aquellos elementos del medio ambiente o entorno físico, perjudiciales al hombre y causados por fuerzas ajenas a él”, así como los peligros de origen antrópico, es decir aquellos originados por el hombre.

Se analiza el impacto generado por acción de fenómenos de origen Geológico, Geológico – Climático y Climático, en forma independiente, elaborando mapas

temáticos de los peligros que se presentan en la ciudad y su entorno, para obtener finalmente los Mapas Síntesis de Peligros.

**b. Evaluación de Vulnerabilidad (V).**- Que permite determinar el grado de afectación y pérdida, que podría resultar de la ocurrencia de un fenómeno natural en la ciudad. Como resultado de esta evaluación se obtiene el Mapa de Vulnerabilidad de la ciudad, en el que se determinan las zonas de Muy Alta, Alta, Media y Baja Vulnerabilidad según sea el tipo de fenómeno evaluado.

Esta evaluación se realiza en el área ocupada de la ciudad, analizándose diferentes tipos de variables para determinar las áreas más vulnerables, tomándose en consideración las siguientes variables urbanas:

**Asentamientos Humanos:** análisis de la distribución espacial de la población (densidades), tipologías de ocupación, características de las viviendas, materiales y estado de la construcción, etc.

**Servicios y Líneas Vitales:** instalaciones más importantes de los sistemas de agua potable, desagüe, energía eléctrica, transportes; y servicios de emergencia como hospitales, estaciones de bomberos y comisarías.

**Lugares de Concentración Pública:** evaluación de colegios, iglesias, coliseos, mercados públicos, estadios, universidades, museos, etc. y demás instalaciones donde exista una significativa concentración de personas en un momento dado; además se analiza el grado de afectación y daños que podrían producirse ante la ocurrencia de un fenómeno natural y situación de emergencia.

**Patrimonio Monumental:** evaluación de los bienes inmuebles, sitios arqueológicos y edificaciones de interés arquitectónico que constituyen el legado patrimonial de la ciudad.

**Infraestructura de Soporte:** corresponde a la evaluación de la infraestructura de soporte que permite el desarrollo de actividades económicas.

**c. Estimación del Riesgo (R).**- Corresponde a la evaluación conjunta de los peligros que amenazan la ciudad y la vulnerabilidad de la ciudad ante ellos. El

análisis de Riesgo es un estimado de las probabilidades de pérdidas esperadas para un determinado evento natural. De esta manera se tiene que:

### **RIESGO = PELIGRO X VULNERABILIDAD**

La identificación de los Sectores Críticos como resultado de la evaluación de riesgos, sirve para estructurar la propuesta del Plan, estableciendo criterios para la priorización de los proyectos y acciones concretas orientados a mitigar los efectos de los fenómenos naturales.

**d. Síntesis de la Situación Actual.-** Se desarrolla en base a las condiciones de peligros, vulnerabilidad y riesgo, vislumbrando un escenario de probable ocurrencia si es que no se actúa oportuna y adecuadamente.

#### **1.3.3. Tercera Etapa: Formulación de la Propuesta**

Consiste en la formulación de un Plan de Prevención con dos grandes componentes: El Plan de Uso del Suelo y la identificación de Proyectos de Mitigación. Los lineamientos para la elaboración de la propuesta tienen en consideración los elementos del escenario probable y la evaluación de peligros, vulnerabilidad y riesgo.

## **1.4. CONCEPTUALIZACIÓN**

### **1.4.1. Ciudades Sostenibles**

#### **1.4.1.1. Desarrollo Sostenible de una Ciudad**

Debemos empezar por entender un concepto recogido por Julen Rekondo (2000), en la llamada Agenda XXI, sin duda el más importante documento aprobado en la Cumbre de Río de Janeiro sobre Desarrollo y Medio Ambiente celebrada en 1992, se viene a definir el Desarrollo Sostenible como "el desarrollo que satisface las necesidades de la presente generación sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas".

<sup>1</sup>Con esto podemos recoger la siguiente definición, de lo que debe ser una Ciudad Sostenible (CS) aquella que es segura, ordenada, saludable, atractiva cultural y físicamente, eficiente en su funcionamiento y desarrollo, sin afectar al medio ambiente ni el patrimonio histórico-cultural y, como consecuencia de todo ello, gobernable. El objetivo final es lograr una ciudad competitiva, capaz de producir bienes y servicios de manera eficiente, que atraiga inversiones para crear nuevos puestos de trabajo, con lo que sería posible elevar la calidad de vida de sus habitantes de manera efectiva.

#### **1.4.1.2. Ciudad Sostenible – 1era Etapa**

<sup>1</sup>El objetivo principal es tratar de detener el crecimiento caótico de las ciudades que se están convirtiendo en cada vez más riesgosas para sus habitantes. El accionar se focaliza sobre el primer atributo de una Ciudad Sostenible, la seguridad. Reducir el riesgo de la parte de la ciudad que se densifica o expande, es también el primer paso para hacerla competitiva a largo plazo, al evitar que se destruya su capacidad productiva.

#### **1.4.2. Ciudad Segura y Reducción de Desastres**

##### **1.4.2.1 Ciudad Segura**

<sup>1</sup>Atributo focalizado en las atinadas previsiones de los centros urbanos frente a los fenómenos naturales intensos o extremos y sus secuelas, como los incendios que pueden causar catástrofes de severas consecuencias, provocando numerosas víctimas y cuantiosos daños materiales, destruyendo viviendas, servicios públicos vitales y mermando la capacidad productiva.

Es por estos motivos, que consideramos que para poder contribuir a que una ciudad sea segura, debemos tener en consideración aquellos mecanismos que conlleven a conseguir la Reducción o Mitigación de Desastres.

---

<sup>1</sup> DR. JULIO KUROIWA H., REDUCCIÓN DE DESASTRES,2002

### 1.4.2.2 Desastre

<sup>2</sup>De acuerdo con el Dr. Yoshio Kumagai los desastres pueden definirse como los daños no deseados al territorio nacional y local, provocando la destrucción de propiedades, elementos vivientes (no sólo vidas humanas sino animales y plantas útiles a la vida humana) y orden público, causado por fenómenos extraordinarios de la naturaleza, elementos vivientes y falta de administración humana.

Además se define Desastre Urbano, como aquel desastre social con relación a la población, vida cívica y funciones urbanas que dan soporte a la forma de vivir y a la población

### 1.4.2.3 Estructura Básica de un Desastre

<sup>2</sup>Según el Dr. Yoshio Kumagai, un desastre puede ocurrir debido a los siguientes tres factores:

**a). Factor Primario**, el desastre no ocurre sin un factor primario, pero la existencia de un factor primario no significa necesariamente que ocurrirá un desastre. Los factores primarios son fenómenos naturales tales como tifones, lluvias torrenciales, mareas altas, terremotos, tsunamis, etc. No podemos evitar los factores primarios.

**b). Factor Necesario**, es el factor que acepta fácilmente el impacto del factor primario y provoca las consecuencias de un desastre. Por ejemplo viviendas construidas sobre suelos blandos o sobre terrenos en pendiente, faltas de medidas de evacuación de aguas provenientes de lluvias torrenciales, falta de medidas contra tsunamis, etc.

**c). Factor de ampliación**, es el factor que hace de un desastre una catástrofe. Por ejemplo tenemos zonas urbanas superpobladas, falta de educación para casos de sismos, falta de un sistema de reducción de desastres, etc.

---

<sup>2</sup> 5to SIMPOSIO DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES, CISMID 1991

#### 1.4.2.4 Características de un Desastre

<sup>3</sup>Según el Dr. Yoshio Kumagai, podemos subrayar los siguientes 4 puntos como características de un desastre:

- a). Desbalance entre la energía agresora de un fenómeno natural (factor primario) y el poder de resistencia contra el peligro natural, esto quiere decir que la respuesta de las estructuras de protección y mitigación deben de ser capaces de por lo menos equiparar la energía del fenómeno.
- b). Los factores agresores son demasiado severos y demasiado anormales.
- c). Eventualidad.
- d). Distribución regional irregular del evento.

#### 1.4.2.5 Prevención y Reducción de Desastres

a). **Prevención de Desastres**, <sup>4</sup>es toda actividad, medidas y organización antes de que ocurra un fenómeno natural, para hacer que los factores socio económicos y físicos no estén expuestos al peligro y para diseñar y organizar sistemas resistentes y adaptables.

b). **Reducción de Desastres**, <sup>5</sup>es toda actividad, medida y organización antes, durante y después de un fenómeno natural para asegurar y proteger a los factores socio económicos y físicos que están expuestos al peligro y son dañados.

#### 1.4.2.6 Estrategias Para Reducir Desastres

Hemos visto que una de las características para que un desastre ocurra, es cuando la fuerza generada por la naturaleza supera la resistencia de la estructura.

De acuerdo con el \*Dr. Julio Kuroiwa H., hay dos maneras para que ello no ocurra:

---

<sup>3</sup> Promoción de la Mitigación de Desastres Urbanos en el Perú, 5to Simposio de Prevención y Mitigación de Desastres, CISMID 1991,

<sup>4</sup> HABITAT 1991

\* DR. JULIO KUROIWA H., REDUCCIÓN DE DESASTRES, 2002

a). Ubicando las viviendas, en un lote disponible dentro de la ciudad o su zona de expansión; luego determinar cuál será la fuerza de la naturaleza, que actuaría sobre las mismas y reforzándolas adecuadamente para que resista.

b). Ubicando las viviendas en un lugar donde la fuerza generada por la Naturaleza, sea menor que la resistencia de las edificaciones.

Para el <sup>5</sup>Dr. Julio Kuroiwa H., en el medio urbano se produce entre el 70% y 80% del PBI de la mayoría de los países en vías de desarrollo. Reducir los desastres en el medio urbano es una estrategia que permite el desarrollo sostenible de las naciones, al evitar que un desastre natural de proporciones provoque grandes pérdidas materiales que reduzca el nivel de vida de la región que afecta. En caso de países con economía de volumen y desarrollo relativamente pequeños, puede causar efectos macroeconómicos muy negativos.

Las grandes ciudades latinoamericanas, incluyendo muchas medianas, están creciendo de manera desordenada y caótica, ocupando cada vez con más frecuencia sectores altamente peligrosos. Como resultado se tienen ciudades ineficientes, hostiles y riesgosas para sus habitantes. Para hacer frente a esta situación en el Perú se está desarrollando el Programa Ciudades Sostenibles desde inicios de 1999. En su primera etapa, donde se da énfasis al primer atributo de una ciudad sostenible: su seguridad física, 24 ciudades peruanas cuentan ya, en marzo de 2003, con ordenanzas municipales por las cuales se densifican y se expanden hacia sectores que las ciencias de la tierra indican que tienen peligro medio o bajo.

Hasta el momento, la alternativa más usada había sido la primera, pero las experiencias en el Perú en los últimos 30 años han demostrado que no es la más adecuada, por el contrario la segunda alternativa si se propone un buen suelo, se logra un ahorro en la cimentación y en la estructura resistente.

Para conseguir esto se deben identificar dentro de la zona urbana y zonas de expansión, aquellos suelos que brinden una mayor seguridad a la población y a sus viviendas, a este procedimiento le denominaremos **Microzonificación**.

---

<sup>5</sup> Reducción De Desastres En El Medio Urbano, Curso en Gestión del Suelo Urbano para Centro América Instituto del Banco Mundial. Ciudad de Panamá, 13-15 marzo, 2003

### **1.4.3. Microzonificación**

#### **1.4.3.1. Antecedentes en el Perú**

El terremoto que afectó al Perú el 31 de mayo de 1970, fue una catástrofe nacional que dejó 67,000 víctimas y daños materiales directos por más de US \$ 500 millones de esa época, pero significó también, el inicio de estudios sistemáticos de los desastres naturales en el país, con el objetivo de tratar de prevenirlos y mitigar sus efectos.

<sup>6</sup>Se impulsó el desarrollo de métodos y técnicas de Microzonificación, en la primera mitad de la década de los años 70, su posterior simplificación, para tener un uso más amplio en el planeamiento urbano de medianas y pequeñas poblaciones, a fines de dicha década, su aplicación al planeamiento urbano para mitigar el efecto de los desastres naturales, desde el inicio de la década de los 80, y su aplicación al planeamiento regional, a partir de la segunda mitad de dicha década.

#### **1.4.3.2. Microzonificación**

Son estudios interdisciplinarios de las ciencias de la tierra que, debidamente sintetizados y graficados, permiten preparar el Mapa De Peligros; éste es un documento fácil de interpretar y aplicar en planes de uso del suelo para la reducción de desastres naturales, y disminución de costos de construcción.

En las investigaciones de Microzonificación (MZ) se consideran todos los fenómenos naturales que potencialmente pueden afectar un área de interés, como: sismos, inundaciones, deslizamientos, licuación de suelos, avalanchas, erosión y deposición de suelos, tsunamis, etc.

<sup>7</sup>Se prepara el mapa de amenazas para cada uno de los peligros potenciales. Estos mapas se superponen trazándose envolventes, luego se divide el área considerada en sectores de diferente grado de peligro. Este es el mapa de Microzonificación. En general incluye el área que ocupa una ciudad y sus zonas de expansión; de acuerdo

---

<sup>6</sup> Dr. Julio Kuroiwa H. (Prevención y Mitigación de Desastres en el Perú, 5to Simposio de Prevención y Mitigación de Desastres, CISMID 1991, p.220.).

<sup>7</sup> Dr. Julio Kuroiwa H.( Reducción De Desastres En El Medio Urbano, Curso en Gestión del Suelo Urbano para Centro América Instituto del Banco Mundial. Ciudad de Panamá, 13-15 marzo, 2003).

con la extensión de ésta puede cubrir desde unos pocos, hasta centenares de kilómetros cuadrados,

#### **1.4.3.3. Mapas de Microzonificación**

Como un mapa de Microzonificación sintetiza los resultados de las investigaciones de varias disciplinas, a veces complejas, es posible comunicar la información de las condiciones naturales de una zona de manera gráfica, como el tipo del suelo, topografía, capacidad portante del suelo, etc., simple y práctica a los usuarios: planificadores urbanos y regionales, diseñadores de sistemas de energía, agua, alcantarillado, etc., autoridades nacionales y locales que toman decisiones políticas, y demás personas interesadas.

<sup>8</sup>En la metodología Ciudad Sostenible-1era Etapa, el mapa de peligros ha simplificado la presentación del mapa de Microzonificación, cuando se aplica al plan de usos del suelo para la reducción de desastres. En el mapa de peligros, los sectores están clasificados en 4 niveles de amenaza, de acuerdo al nivel de peligro.

#### **1.4.3.4. Definición de Términos y Conceptos**

**ACUÍFERO (geo).**- Formación geológica fisurada o porosa saturada que contiene material permeable como para almacenar en sus huecos una cantidad de agua que fluye en su interior. Este flujo se produce entre los poros y oquedades que se intercomunican, es de velocidad variable y obedece a las condiciones hidrológicas.

**CAMBIO CLIMÁTICO (met).**- Cambio observado en el clima a escala global, regional o subregional, causado por procesos naturales y/o actividad humana.

**CARCAVA (geo).**- Zanja excavada en sedimentos no consolidados en las laderas por acción de las aguas sin encauzar.

**CLIMATOLOGÍA.**- Ciencia que estudia los climas y se ocupa de su descripción, la explicación de sus caracteres físicos y la distribución espacial de estos.

**COLMATACIÓN (hid).**- Acción y efecto de colmatar, llenar hasta el borde. Sedimentación excesiva en los cauces fluviales y represas.

---

<sup>8</sup> Dr. Julio Kuroiwa H.( Reducción De Desastres En El Medio Urbano, Curso en Gestión del Suelo Urbano para Centro América Instituto del Banco Mundial. Ciudad de Panamá, 13-15 marzo, 2003).

**CONVECCIÓN (met).**- Proceso termodinámico de transferencia de calor en dirección vertical del suelo. La formación de las nubes cumuliformes en la sierra y la selva se deben principalmente a este proceso.

**CORTEZA TERRESTRE (sis).**- Envoltura sólida y externa del globo terrestre, donde se registran los mayores procesos geológicos y geodinámicos. En los continentes, el espesor de la corteza varía entre 25 y 30 Km. En el caso de los Andes, este espesor alcanza hasta 70 Km. En el fondo marino, este espesor varía entre 5 y 15 Km.

**CUENCA HIDROGRÁFICA (hid).**- Región avenida por un río y sus afluentes. La Cuenca Hidrográfica es el espacio que recoge el agua de las precipitaciones pluviales y, de acuerdo a las características fisiográficas, geológicas y ecológicas del suelo, donde se almacena, distribuye y transforma el agua proporcionando a la sociedad humana el líquido vital para su supervivencia y los procesos productivos asociados con este recurso, así como también donde se dan excesos y déficit hídricos, que eventualmente devienen en desastres ocasionados por inundaciones y sequías.

**DESARROLLO SOSTENIBLE.**- Es el proceso de transformaciones naturales, socio económicas, culturales e institucionales, que tienen por objeto asegurar el mejoramiento de las condiciones de vida de la población y de su producción, sin deteriorar el ambiente natural ni comprometer las bases de un desarrollo similar para las futuras generaciones.

**DESASTRE (gd).**- Una interrupción grave en el funcionamiento de una comunidad causando grandes pérdidas a nivel humano, material o ambiental, suficientes para que la comunidad afectada no pueda salir adelante por sus propios medios, necesitando apoyo externo. Los desastres se clasifican de acuerdo a su origen (natural o tecnológico).

**DRENAJE.**- El término drenaje suele aplicarse a la eliminación del exceso de agua.

**EPICENTRO (sis).**- Es la proyección del foco sísmico o hipocentro en la superficie terrestre. Se expresa generalmente en coordenadas geográficas, o alguna otra referencia.

**EROSIÓN (geo).**- Desintegración, desgaste o pérdida de suelo y/o rocas como resultado de la acción del agua y fenómenos de intemperismo.

**ESCORRENTÍA (hid).**- Movimiento de las aguas continentales por efecto de la gravedad que tiene lugar a lo largo de cauces naturalmente excavados en la superficie terrestre.

**ESTRATOS (met).**- Capa continua y horizontal de nubes. Los estratos bajos son las nubes más frecuentes en la costa peruana durante el periodo de invierno.

**FALLA GEOLÓGICA (geo).**- Grieta o fractura entre dos bloques de la corteza terrestre, a lo largo de la cual se produce desplazamiento relativo, vertical u horizontal. Los procesos tectónicos generan las fallas.

**FENÓMENO “EL NIÑO” (met).**- Fenómeno océano atmosférico caracterizado por el calentamiento de las aguas superficiales del Océano Pacífico ecuatorial, frente a las costas de Ecuador y Perú, con abundante formación de nubes cumuliformes principalmente en la región tropical (Ecuador y Norte del Perú), con intensa precipitación y cambios ecológicos marinos y continentales. Se investiga sobre posibles correlaciones de “El Niño” con otros cambios climáticos en África Ecuatorial, América del Norte, Australia, América del Sur y otros lugares.

**FENÓMENO NATURAL (gd).**- Todo lo que ocurre en la naturaleza, puede ser percibido por los sentidos y ser objeto del conocimiento. Además del fenómeno natural, existe el tecnológico o inducido por la actividad del hombre.

**GEODINÁMICO (sis).**- Proceso que ocasiona modificaciones en la superficie terrestre por acción de los esfuerzos tectónicos internos (geodinámica interna) o esfuerzos externos (geodinámica externa).

**GEOMORFOLOGÍA.**- Estudio científico de la forma del terreno y de los paisajes. El término suele aplicarse a los orígenes y a la morfología dinámica (cambio de la estructura y de la forma) de las superficies de la Tierra.

**GEOLOGÍA.**- Campo de la ciencia que se interesa por el origen del planeta Tierra, su historia, su forma, la materia que lo configura y los procesos que actúan o han actuado sobre él. Es una de las muchas materias relacionadas como ciencias de la Tierra, o geociencias.

**HIDROLOGÍA.-** Ciencia que estudia esencialmente la dinámica de las aguas existentes sobre la superficie terrestre (hidrosfera) y también de las subterráneas

**INTENSIDAD (sis).-** Es una medida cualitativa de la fuerza de un sismo. Esta fuerza se mide por los efectos del sismo sobre los objetos, la estructura de las construcciones, la sensibilidad de las personas, etc. La Escala de Intensidad clasifica la severidad de sacudimiento del suelo, causado por un sismo, en grados discretos sobre la base de la intensidad macrosísmica de un determinado lugar. La escala MM, se refiere a la escala de Intensidades Macrosísmicas Mercalli Modificada de 12 grados. La escala MSK es la escala de intensidades macrosísmicas mejorada.

**INUNDACIONES (hid).-** Desbordes laterales de las aguas de los ríos, lagos y mares, cubriendo temporalmente los terrenos bajos, adyacentes a sus riberas, llamadas zonas inundables. Suelen ocurrir en épocas de grandes precipitaciones, marejadas y maremotos (tsunami).

**LICUACIÓN (sis).-** Transformación de un suelo granuloso, principalmente arena, en estado licuado, causada generalmente por el sacudimiento que produce un terremoto.

**LLOVIZNA (met).-** Precipitación de gotas de agua, pequeñas y numerosas, con diámetros menores a 0.5 mm, caen de una niebla o de una capa baja de estratos. Indican una estratificación estable, con ausencia de movimientos verticales de consideración. Las gotas son tan pequeñas que parecen flotar en el aire.

**LLUVIA (met).-** Es una precipitación de agua líquida en la que las gotas son más grandes que las de una llovizna. Proceden de nubes de gran espesor, generalmente de nimbo-estratos.

**MAGMA (sis).-** Material geológico en estado de fusión, que se encuentra en el interior de la Tierra, en la región del manto superior, sometido a altas temperaturas, fuertes presiones y a corrientes convectivas.

**MAGNITUD (sis).-** Medida de la fuerza de un sismo expresado en términos de la cantidad de energía liberada en el foco sísmico o hipocentro. Clasifica los sismos por la medida de las amplitudes y periodos de las ondas registradas en las estaciones sismográficas. Existen muchas escalas, dependiendo del tipo de ondas

sísmicas medidas. Son escalas continuas y no tienen límites superior o inferior. La más conocida y frecuentemente utilizada es la escala Richter.

**MAPA DE PELIGRO.-** Documento de fácil interpretación y aplicación en planes de usos de suelos de diferentes zonas, para la Reducción de Desastres.

**MECÁNICA DE SUELOS.-** Son estudios realizados a las muestras obtenidas en el terreno para obtener sus propiedades y características.

**METEORIZACIÓN O INTEMPERISMO (geo).-** Desagregación y/o transformaciones de las rocas por procesos mecánicos, químicos, biológicos, principalmente bajo la influencia de fenómenos atmosféricos.

**MICROZONIFICACIÓN.-** Estudios interdisciplinarios de las ciencias de la tierra que, debidamente sintetizados y graficados, que permiten preparar el Mapa de Peligros.

**MITIGACIÓN (gd).-** Reducción de los efectos de un desastre, principalmente disminuyendo la vulnerabilidad. Las medidas de prevención que se toman a nivel de ingeniería, dictado de normas legales, la planificación y otros, están orientados a la protección de vidas humanas, de bienes materiales y de producción contra desastres de origen natural, biológicos y tecnológicos.

**MONITOREO (gd).-** Proceso de observación y seguimiento del desarrollo y variaciones de un fenómeno, ya sea instrumental o visualmente, y que podría generar un desastre.

**PELIGRO (gd).-** La probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico potencialmente dañino, para un periodo específico y una localidad o zona conocidas. Se identifica, en la mayoría de los casos, con el apoyo de la ciencia y tecnología.

**PLACAS TECTÓNICAS (sis).-** Fragmentos del globo terrestre, formados por la corteza y el manto superior, con un espesor aproximado de 100 km., que se mueven separándose o colisionando entre sí o actuando lateralmente, inducidos por la alta diferencia de temperatura entre las zonas profundas del manto y las capas cercanas a la superficie. Hay placas continentales y submarinas.

**PREDICCIÓN (met).-** Es la metodología científica que permite determinar con certidumbre la ocurrencia de un fenómeno atmosférico, con fecha, lugar y

magnitud. La predicción considera un plazo corto, de 24, 48, 72 horas hasta aproximadamente una semana.

**PREVENCIÓN (gd).**- El conjunto de actividades y medidas diseñadas para proporcionar protección permanente contra los efectos de un desastre. Incluye entre otras, medidas de ingeniería (construcciones sismorresistentes, protección ribereña y otras) y de legislación (uso adecuado de tierras, del agua, sobre ordenamiento urbano y otras).

**PRONÓSTICO (sis).**- Es la metodología científica basada en estimaciones estadísticas y/o modelos físico-matemáticos, que permiten determinar en términos de probabilidad, la ocurrencia de un movimiento sísmico de gran magnitud o un fenómeno atmosférico para un lugar o zona determinados, considerando generalmente un plazo largo; meses, años.

**RÉPLICAS (sis).**- Registro de movimientos sísmicos posteriores a un sismo de una magnitud ligera, moderada y alta.

**RIESGO (gd).**- Es la estimación o evaluación matemática de pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y economía, para un periodo específico y área conocidos, de un evento específico de emergencia. Se evalúa en función del peligro y la vulnerabilidad.

#### **RIESGO = PELIGRO X VULNERABILIDAD**

Conceptualmente es el nivel probable de daño que sufriría un elemento expuesto ante el impacto de un peligro potencial en un área dada y un período de exposición determinado.

**SENSORES REMOTOS (gd).**- Obtención de información o medida de alguna propiedad de un objeto, utilizando un sistema de registro que no está en contacto físico con el objeto bajo estudio.

**SEQUÍAS (met).**- Ausencia de precipitaciones que afecta principalmente a la agricultura. Los criterios de cantidad de precipitación y días sin precipitación, varían al definir una sequía. Se considera una sequía absoluta, para un lugar o una región, cuando en un período de 15 días, en ninguno se ha registrado una precipitación mayor a 1 mm. Una sequía parcial se define cuando en un período de 29 días consecutivos la precipitación media diaria no excede 0.5 mm. Se precisa un

poco más cuando se relaciona la insuficiente cantidad de precipitación con la actividad agrícola.

**SISMICIDAD (sis).**- Distribución de sismos de una magnitud y profundidad conocidas en espacio y tiempo definidos. Es un término general que se emplea para expresar el número de sismos en una unidad de tiempo, o para expresar la actividad sísmica relativa de una zona, una región y para un período dado de tiempo.

**SISMICIDAD INDUCIDA (sis).**- Es la sismicidad resultante de las actividades propias del hombre (actividades antrópicas), tales como embalses de agua, extracción o inyección de agua, explotación de gas o petróleo del subsuelo; actividades mineras, etc.

**SISMO (sis).**- Liberación súbita de energía generada por el movimiento de grandes volúmenes de rocas en el interior de la Tierra, entre su corteza y manto superior, y se propagan en forma de vibraciones a través de las diferentes capas terrestres, incluyendo los núcleos externo o interno de la Tierra.

**SUBDUCCIÓN (sis).**- Fenómeno que se produce entre dos placas tectónicas cuando al encontrarse una de ellas se desliza por debajo de la otra por la diferencia de densidad, produciendo esfuerzos en las rocas de ambas, con la subsecuente ruptura y descarga súbita de energía en forma de sismos.

**TALUD (geo).**- Cualquier superficie inclinada, respecto a la horizontal, que adoptan permanentemente las estructuras de tierra, bien sea en forma natural o por intervención del hombre. Se clasifican en laderas (naturales), cortes (artificiales) y terraplenes.

**TECTÓNICA (sis).**- Ciencia relativamente nueva, rama de la geofísica, que estudia los movimientos de las placas tectónicas por acción de los esfuerzos endógenos. Existen 3 tipos principales de actividad tectónica: de colisión, de separación y de movimiento lateral entre dos placas.

**TEMBLOR (sis).**- En un lugar dado, el movimiento sísmico con intensidad entre los grados III, IV y V de la escala de Mercalli Modificada.

**TERREMOTO (sis).**- Convulsión de la superficie terrestre ocasionada por la actividad tectónica o por fallas geológicas activas. La intensidad es generalmente mayor de VI y VII grados de la escala Mercalli Modificada.

**TOPOGRAFÍA.-** Particularidades que presenta un terreno en su configuración superficial.

**TORMENTA TROPICAL (met).-** Sistema de baja presión, perturbación con vientos entre 50 y 100 km/hora, acompañado de fuertes tempestades y precipitación. Se presentan ocasionalmente en la zona amazónica.

**TORRENTE (geo).-** Corriente de agua rápida, impetuosa, que se desplaza a lo largo de un cauce.

**TORRENTERA (geo).-** Cauce o lecho de un torrente.

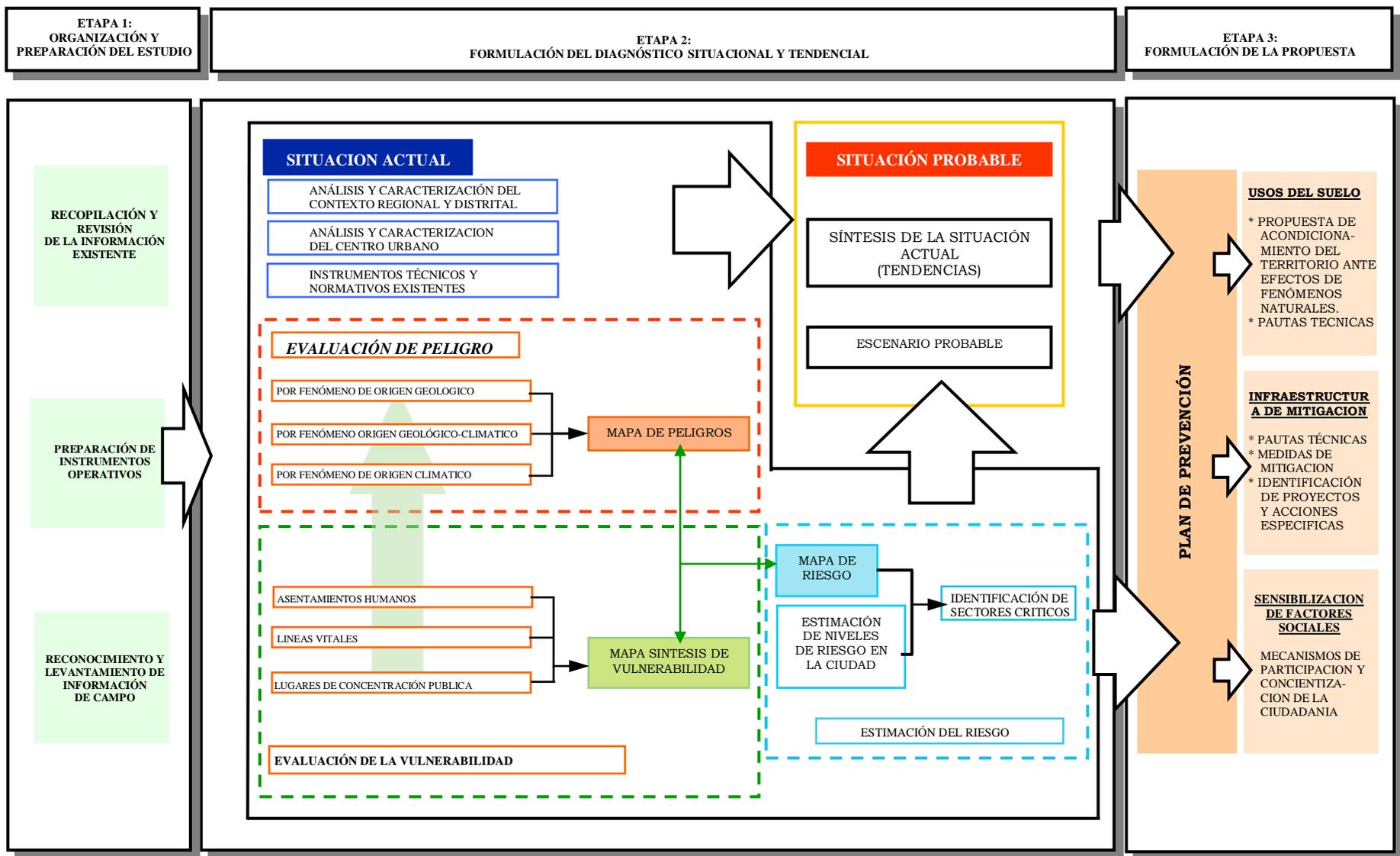
**TROPÓSFERA (met).-** Es la capa atmosférica más próxima a la Tierra. Se caracteriza por una profunda gradiente térmica (disminución de la temperatura con la altura). Es la capa atmosférica donde se observan los fenómenos meteorológicos propiamente dichos, como son las nubes, la precipitación, cambios climáticos, etc. Su espesor varía entre 7 Km. (zona polar) y 18 a 20 Km. (zona ecuatorial).

**VULNERABILIDAD (gd).-** Grado de resistencia y/o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro. Puede ser: física, social, económica, cultural, institucional y otros.

**ZONIFICACIÓN SÍSMICA (sis).-** División y clasificación en áreas de la superficie terrestre de acuerdo a sus vulnerabilidades frente a un movimiento sísmico actual o potencial, de una región, un país.

Gráfico N° 1

**ESQUEMA METODOLOGICO DEL PLAN DE PREVENCIÓN ANTE DESASTRES: USOS DEL SUELO Y MEDIDAS DE MITIGACION - CIUDAD DE OLMOS**



# **CAPITULO II**

## **DESCRIPCIONES GENERALES**

### **2.1. ASPECTOS GENERALES**

#### **2.1.1. LOCALIZACIÓN**

l área de estudio esta dada por la zona urbana o Ejido Municipal del Distrito de olmos con un radio aprox. de 2 km a la redonda y se ubica a 873 Kilómetros de distancia de Lima y a 105 kilómetros de Chiclayo.

La ciudad de Olmos se encuentra situada entre los 5° 24' 41'' y los 6° 0' 26'' de latitud sur con relación a la ecuatorial y entre los 79° 28' 03'' y 80° 37' 43'' de longitud oeste del meridiano de Grenwich. La altitud de la ciudad de Olmos es de 175 m.s.n.m.

Sus límites son: por el NORTE, linda con el Manantial de los Panales, por el ESTE, linda con el Camino Real de los Piuranos (caserío Imperial) y mide 2,000 m del centro de la Plaza de Armas; por el OESTE, linda con un hito de cemento y mide 1,900m del centro de la Plaza de Armas(esteste hito esta a lado sur del Cerro la Mina) y por el SUR OESTE, con la Capilla de la Cruz de San Francisco y mide 1,900m del centro de la plaza (camino que conduce del pueblo de Olmos al caserío El Muerto )

De acuerdo a la clasificación sustentada por el geógrafo Javier Pulgar Vidal, el territorio olmano, se localiza en la región Chala y una pequeña porción de Yunga Marina.

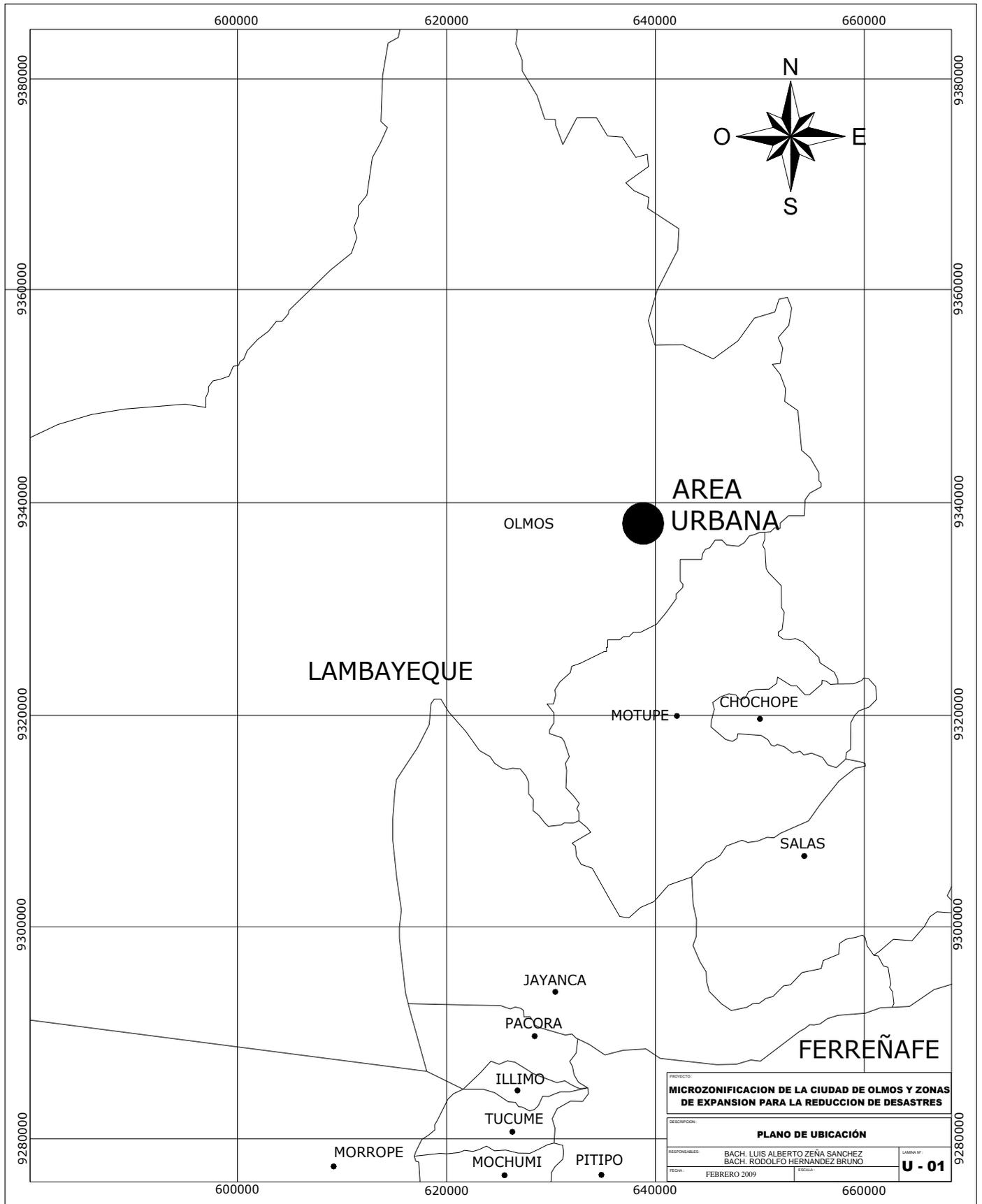
En la actualidad la ciudad de olmos (zona urbana) cuenta con 4 Pueblos Jóvenes, 3 Urbanizaciones, 1 Asentamiento Humano.

#### **2.1.2 GEOGRAFÍA**

Su suelo es casi llano presentando elevaciones de poca altitud. Destacan algunos cerros provenientes de las estribaciones andinas occidentales y otros ubicados con dirección hacia el mar. Se aprecian igualmente lomas, abras, quebradas y pampas en

casi toda la razón norte del distrito. El suelo es de textura suelta con pequeñas acumulaciones de arcilla calcárea.

<b>PRINCIPALES CERROS DEL DISTRITO</b>		
<b>NOMBRES</b>	<b>ALTURA</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Pumpurre	1,212 m	Oeste
La Mina	580 m	Noroeste
El Muerto	520 m	Suroeste
Huacrupe	677 m	Oeste
San Cristóbal	610 m	Oeste
Vega del Padre	430 m	Oeste
Chalpón	1,230 m	Sur
El Mirador	740 m	Noreste
Tinajones	880 m	Noreste
Cajalobos	910 m	Noreste
Ñaupe	870 m	Norte
El Virrey	890 m	Norte
Cerro de Falla	210 m	Norte
Escute	450 m	Norte
El Morante	295 m	Norte
La Virgen	945 m	Noreste
Vizcachas	753 m	Noreste
Cerro Teodoro	215 m	Norte
Cutirrape	1,020 m	Suroeste
Miraflores	295 m	Sur



### 2.1.3. CLIMA

Tiene un clima Subtropical, en la temporada de verano es caluroso y en el invierno la temperatura desciende regularmente; el promedio de la temperatura experimentada en verano es de 35 °C; disminuyendo en el mes de julio de 23 y 24 °C y en invierno llega hasta los 18 °C. Aunque en el verano del 2001 se ha registrado una temperatura superior a los 40 °C bajo sombra; según los informes internos de la procesadora Frutícola de Olmos Sociedad Anónima (PROFUSA).

**Lluvias.-** Las lluvias son bajas, en años normales y secos fluctúan entre 38.9mm y 33.7mm anuales; aunque la presencia del Fenómeno Del Niño provoca la variación de ellas; por ejemplo, el año lluvioso de 1972 llegó a 566.9mm y en los siguientes FEN, han resultado mayores.

**Humedad.-** La humedad máxima puede llegar a 88% en los meses de lluvias y 69% en los meses de ausencia de ellas.

**Vientos.-** Soplan de suroeste a noreste.

**Temperatura.-** se registra una mínima mensual variable entre 16.0 °C a 18.2 °C, la temperatura máxima mensual varía entre 28.5 °C a 32.5 °C, mientras que el promedio mensual oscila entre 25 °C a 30.71 °C, siendo la temperatura promedio anual de 26.9 °C. (Fuente SENAMHI).

## 2.2 ANTECEDENTES DE DESASTRES DE LA CIUDAD

### 2.2.1. SISMOS

El distrito de Olmos pertenece a la Región de Lambayeque, esta se encuentra a su vez ubicada en el Círculo de Fuego del Pacífico, zona calificada de alta actividad sísmica donde se producen el 80% de los sismos en el mundo. En el caso del Perú, las placas Tectónicas de Nazca en el Océano Pacífico y La Continental, bajo el proceso de subducción, generan la alta sismicidad principalmente en la costa. Según el mapa de Intensidades Sísmicas a nivel Nacional el distrito de Olmos está dentro de las intensidades VI y VII según Mercalli (ver figura 2 Mapa de Intensidades Sísmicas – Indeci).

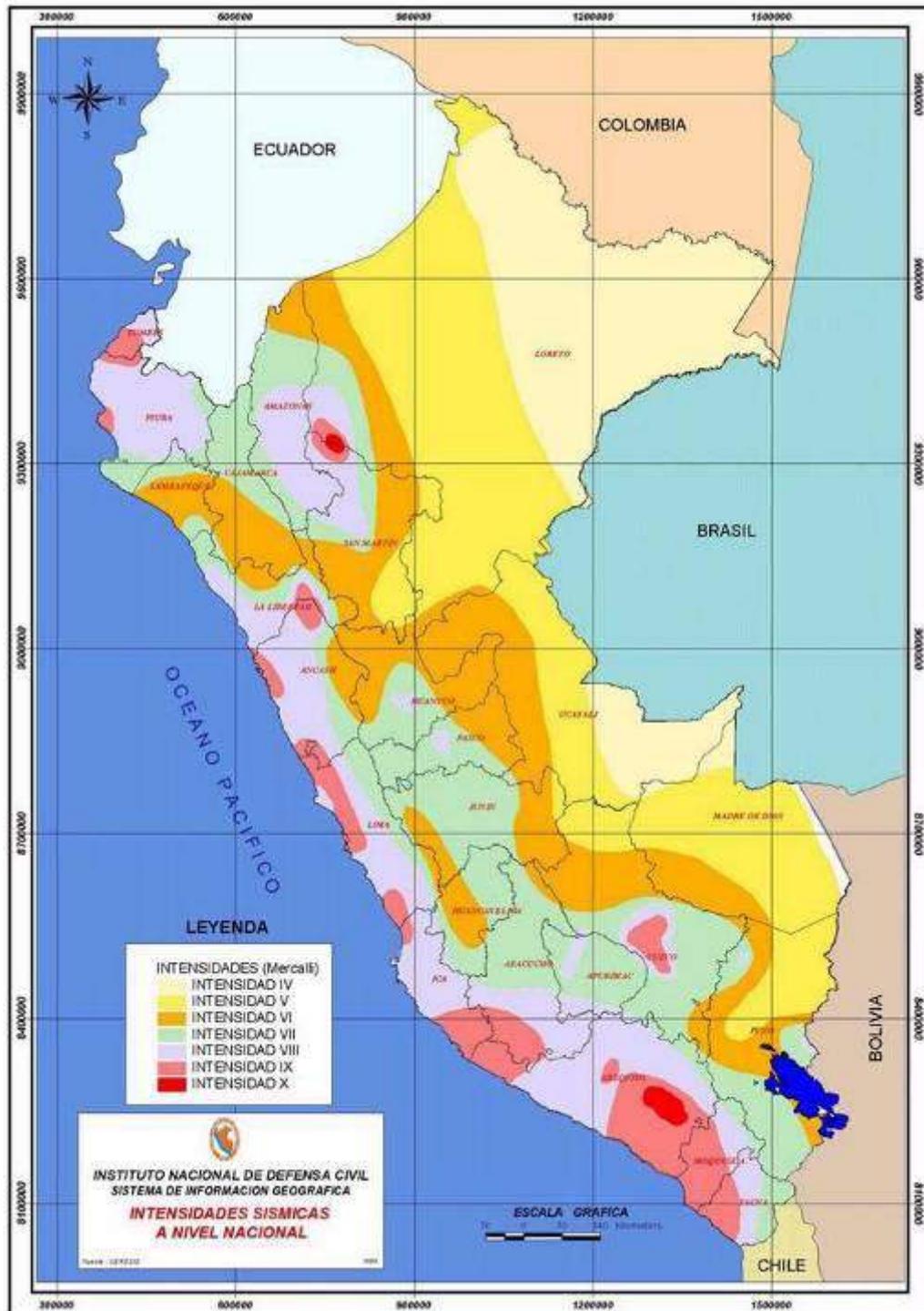


Fig. 2. Mapa de Intensidades Sísmicas - Indeci

El registro de los sismos más destructivos de alguna manera tienen influencia en nuestra zona de estudio a continuación se describen: (Fuente: Silgado, E. "Historia de los Sismos más Notables Ocurridos en el Perú (1513-1974)-Instituto de Geología y Minería) ; en el cual indica que por periodo de 200 años, en la región de Olmos, el

efecto sísmico máximo alcanzó grado 8 (en 1912); además fue registrado el efecto sísmico de grado 7 (1928), de grado 6 y menos (en los años 1949, 1951, 1953 y 1970). De ahí resulta, que conforme a los datos micro sísmico disponible el nivel máximo del peligro sísmico para la región de Olmos comprende grado 7 en la escala de Richter.

**SISMO DEL 23 DE MARZO DE 1606 Hora: 15:00 horas**

Se estremeció violentamente la tierra en Zaña, Lambayeque.

**SISMO DEL 14 DE FEB. 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 SET. 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.

**SISMO DEL 28 DE SET. 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 públicos 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 cornisas 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 FEB. 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 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.

### **SISMO DEL 15 DE AGOSTO DE 2007 Hora: 18:41 hrs. Magnitud: 7.0**

Epicentro: 60 Km. al Oeste de Pisco (en el mar)

Profundidad (hipocentro): 40 Km.

Magnitud : 7.0 ML - Magnitud Local (Richter)

7.9 Mw - Magnitud Momento

Intensidad: VII Pisco, VI Lima, V Huancavelica,

(Mercalli Modificada - MM) IV Huaraz y Huánuco, III Abancay,

Cajamarca, Mollendo y Camaná, II Chachapoyas, Arequipa y Chiclayo

Según el registro sísmico de la estación ÑAÑA IGP el sismo duro 3 minutos causando a la población un total de: 519 personas fallecidas, 1,291 heridos, 214,506 afectados y 422,414 damnificados.

### **2.2.2. INUNDACIONES**

El factor más importante para la ocurrencia de inundaciones es el Fenómeno Del Niño.

Las inundaciones ocasionadas por el desborde de quebradas, ríos, canales etc., debido en especial al Fenómeno El Niño, han causado daños enormes en el departamento de Lambayeque y por ende a la Ciudad de Olmos, evidenciándose en las vías de comunicación, en especial la carretera Fernando Belaunde, la cual ha sido cortada en ambos tramos del puente el silencio.

El principal factor que origina las inundaciones en el departamento de Lambayeque, es el fenómeno **El Niño**, que es un evento que se presenta afectando básicamente la costa norte de Perú, en periodos irregulares de tiempo con características diferentes y diversos grados de intensidad.

El Fenómeno El Niño es originado por el cambio significativo de las condiciones meteorológicas, climáticas y oceanográficas que afectan principalmente al litoral del Pacífico Sur. Se caracteriza por el aumento de la temperatura superficial del mar, por el cambio de dirección e intensidad de los vientos alisios, por la presencia de abundantes precipitaciones y presencia de excesiva nubosidad.

En el Cuadro 2.1 se presenta el registro histórico de Fenómenos de El Niño según la magnitud alcanzada; observándose que en los años 1891 y 1925 se presentó el Fenómeno de El Niño con características muy intensas y en los años 1983 y 1998 se presentó el fenómeno con características catastróficas.

En el caso de la ciudad de Olmos, en los años 1982-83 y 1997-98, las lluvias que se presentaron fueron muy fuertes y prolongadas, afectando varios sectores de la ciudad.

**Cuadro N° 2.1**  
**PRINCIPALES FENÓMENOS “EL NIÑO”**

INTENSIDADES	AÑOS
DEBIL	1932,1951,1963,1969
MODERADO	1791,1804,1814,1854,1877,1844,1953,1965,1976,1987,1992,1994
INTENSO	1828,1845,1871,1940,1957-1958,1972-1973
MUY INTENSO	1891,1925-1926
CATASTRÓFICO	1982-1983,1997-1998

**FUENTE :** Tesis – Berta Madrid Chumacero – UNI 1991

Los Peligros Relacionados con la Acción Pluvial en eventos extraordinarios como el Fenómeno de El Niño, la periódica intensidad pluvial causa daños debido al volumen de precipitaciones, a la velocidad de escorrentía y a la superficie de drenaje, como el caso ocurrido en abril del 2008 de la carretera Fernando Belaunde cerca al puente “El Silencio” donde las lluvias fuertes activaron su cauce natural del río llevándose parte de la carretera e inhabilitando el puente y por consecuencia el transporte en esa zona.

## Daños Directos en los Sectores Productivos y Sociales producidos por el FEN 1982-1983. Perú

- ✓ Total 990 millones(\*)
  - ✓ Pérdidas de producción: 387 millones
  - ✓ Pérdidas sociales: 147 millones
  - ✓ Infraestructura: 456 millones
  - ✓ 101 establecimientos de salud afectados
  - ✓ Damnificados: 1 267 730 personas
- (\*Millones de Dólares)



## Efectos en la Salud Pública producidos por el FEN 1982-1983. Perú

- ✓ 512 muertos
- ✓ Incremento de las Enfermedades  
Diarreicas agudas (EDAs) en 300%
- ✓ Incremento de las Infecciones  
Respiratorias Agudas (IRAs) en 100%
- ✓ Incremento de los casos de Malaria en  
250%.
- ✓ Incremento de los casos de Peste en 200%



## Fenómeno El Niño. 1997-1998



**Daños Directos en los Sectores Productivos y Sociales producidos por  
el FEN 1997-1998. Perú**

	<b>Costo (\$.)</b>
<b>Ministerio de Salud</b>	<b>59 151 876</b>
<b>Ministerio de Educación</b>	<b>204 239 348</b>
<b>Ministerio de Transportes, Comunicaciones y Vivienda</b>	<b>432 700 855</b>
<b>Ministerio de Energía y Minas</b>	<b>73 719 345</b>
<b>Ministerio de Agricultura</b>	<b>238 826 080</b>
<b>Ministerio de Presidencia</b>	<b>157 925 350</b>
<b>Ministerio del Interior</b>	<b>1 897 683</b>
<b>Ministerio de Justicia</b>	<b>3 528 932</b>
<b>Ministerio de Promudeh</b>	<b>3 647 626</b>
<b>Ministerio de Pesquería</b>	<b>3 052 650</b>
<b>Ministerio de Defensa</b>	<b>46 178 655</b>
<b>Total</b>	<b>1 224 868 400</b>

# **CAPITULO III**

## **CONDICIONES NATURALES**

### **3.1. GEOMORFOLOGIA**

#### **3.1.1 GEOMORFOLOGIA REGIONAL**

La geomorfología 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 4,000 m.s.n.m., disectada profundamente por ríos de corto recorrido y poco caudal, que desembocan al Océano Pacífico, ocasionando relieves locales de hasta 2,000 metros de desnivel.

Algunos fenómenos geomorfológicos, que predominan en la extensión y son los que han dado la configuración topográfica que se observa en la actualidad y son las pampas aluviales, diluviales, la morfología de la costa y las dunas de arena.

El Complejo del Marañón hacia el Este y la Formación Olmos en la costa, ambos en la edad Precambriana, constituyen el basamento metamórfico sobre los cuales yacen discordantemente rocas filíticas y tobáceas de la Formación Salas, de posible edad Ordoviciana.

El lapso Triásico-Jurásico inferior esta constituido por las calizas de la Formación La Leche, en la faja costanera y el Grupo Pucará en el área del Marañón, formaciones que están asociadas a derrames piroclásticos, andesíticos y dacíticos de la Formación Oyotún, cuya edad parece llegar hasta el Jurásico Superior. Durante el Neocomiano-Aptiano se depositaron lutitas, areniscas y algunas calizas que se agrupan en la Formación Tinajones hacia la costa.

### **3.1.2 GEOMORFOLOGIA LOCAL**

La zona de estudio se encuentra dentro de la parte alta de la Cuenca Motupe – La Leche.

En los Valles del Río Olmos se observa claramente del cauce, la zona inundable y la primera TERRAZA SUPRANEGADORA de 2 a 3m de altura. Los valles en su cabecera tienen 50 a 100m de ancho aumentándolo hasta 1km y aún más en su curso medio y bajo.

En el distrito se presenta las siguientes zonas morfológicas bien definidas: al este, un sector accidentado por la presencia de las estribaciones andinas, que en algunos sectores, continúan por pequeños ramales como por ejemplo el cerro Cutirrape y los que están al sur y oeste del río Cascajal. Al noroeste del desierto, emergen de la llanura, cerros de forma aislada a manera de “montes islas”, donde las quebradas constituyen un enorme potencial para el ecoturismo, por la presencia de pavas aliblancas *Penelope albinervis*, como las Quebradas San Isidro y Querpón.

## **3.2. GEOLOGIA**

### **3.2.1 GEOLOGIA 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.

A cada lado del río Reque existen dos afloramientos rocosos antiguos, uno ubicado en el parque industrial (Urb. Las Brisas), sobre el eje Chiclayo-Pimentel, y el otro ubicado en Reque, correspondientes a la era mesozoica, sistema cretáceo, serie inferior, Grupo Goyllarisquizga.

### **3.2.2 GEOLOGIA LOCAL**

Las rocas más antiguas pertenecen a las formaciones Olmos, dicha formación se encuentra ampliamente desarrollada en el oeste.

La formación Olmos se compone de la alternancia de esquistos filíticos arcillo-micáceos, areniscas metamorfizadas, areniscas cuarcíferas y cuarcitas con espesor total hasta el 2100 m; además dentro de los límites del territorio estudiado se encuentran distribuidos los terrenos individuales del paleozoico inferior, a saber: esquistos cuarzo-mitáceos, areniscas y esquistos arcillo-carbonosos, los cuales en el norte de la región contienen lentes y horizontes de cuarcitas azucaroideas de granulación fina. El espesor total de dichas formaciones es cerca de 2000 m

Las rocas de edad paleozoicas se encuentran plegadas formando pliegues anchos, lineales y más raramente braquiformes y cuyos ejes tiene orientación submeridional. El tectonismo más comprensivo presentado en forma de plegamiento isoclinal y ondulación es más típico para los depósitos de la formación Olmos.

De acuerdo al mapa geológico generalizado para el departamento de Lambayeque, (citado en CDC-UNALM, 1992) estos suelos pertenecen a la Era Cuaternaria, constituyendo los sistemas más saltantes: el Cuaternario Serie Continental (Q-c) o Cuaternario Serie Reciente (Qr), que abarca la mayor parte del distrito de Olmos, formando planicies y llanuras de inundación que establecen los ríos y quebradas en sus recorridos hacia el mar en las épocas de avenidas, porque la mayor parte del año no llevan agua. En orden de abundancia le sigue la Formación del Sistema Cuaternario

Serie Pleistocénica ( Qpl-m ), la cual se encuentra formando los pisos de valles y quebradas que ocupan los principales centros poblados y áreas de cultivo; al noroeste limitando con Piura se encuentra el Tablazo de Salinas constituyendo un depósito escalonado en forma de terrazas. Hacia la sierra del distrito predominan los Sistemas Cretáceo y Terciario (Kti-to,gd), éste último de la serie inferior con rocas intrusivas, tonalitas y granodioritas. El Sistema Precambriano, se encuentra litológicamente compuesto de granito y rocas formando el Complejo de Olmos en Lambayeque, estos sistemas en su mayoría son tierras de protección por ser de calidad agrológica baja.

### **3.3. TOPOGRAFÍA**

La Ciudad Urbana de Olmos presenta una superficie con desniveles por el orden del 11.00m. de Este a Oeste hasta las faldas del cerro La Mina y 2.30m de Sur a Norte, los terrenos han sido y continúan siendo objeto de trabajos de nivelación para facilitar el riego por inundación. La ciudad cuenta con drenes naturales, canales, acequias y quebradas en el lado Sur y Este de la ciudad. La mayor parte de sus calles presentan desniveles de hasta 1.00m aproximadamente, estando pavimentadas un bajo porcentaje de ellas.

### **3.4. DRENAJE**

La zona urbana de Olmos cuenta con un Drenaje natural ubicado al lado oeste cerca al Camino El Muerto; también existe una acequia denominada “La Nuaca” ubicada a 1.07 km del centro de la ciudad y cercano a la carretera panamericana norte.

En épocas normales de lluvias no se presentan problemas de drenajes debido a que las precipitaciones pluviales discurren naturalmente por presentar superficies con desniveles; además el suelo es permeable y su nivel freático es muy bajo varían desde 9m de profundidad hasta 25m de profundidad; sin embargo con el Proyecto de Irrigación de las pampas de Olmos este nivel freático crecerá a futuro.

Como en los valles de la costa peruana los problemas de drenaje son debidos principalmente a la pérdidas por infiltración de las aguas de riego, que por su regular distribución en el año determinan que se presenten aplicaciones excesivas en las épocas de abundancia, originando niveles freáticos altos en las partes bajas. La

planificación y ejecución de un sistema de riego debe ser complementado con la planificación y ejecución del sistema integral de drenaje para mantener adecuado balance de sales en el perfil del suelo.

La ciudad de Olmos tanto en la zona Este y Sur cuenta con una red de drenaje conformada al SO, con un dren natural con pendiente hacia la laguna de oxidación, por el Sur con canal San Francisco canal Nitape y quebrada El Siglo, en la dirección del NE con acequia la Nuaca, canal el Huasimo, canal El Jazmin y quebrada el Riachuelo.

### **3.5. HIDROLOGÍA**

En la zona de estudio las aguas subterráneas son fuente de abastecimiento para uso doméstico, agrícola e industrial por su calidad y cantidad, se encuentra a profundidades que van desde los 5 a 100 m de profundidad.

Solo el río de Olmos se encuentra en el área urbana permaneciendo seco todo el año a excepción en épocas del Fenómeno del Niño, también se encuentran dos quebradas una en la parte sur llamada “Quebrada el Siglo” y otra en la parte noreste llamada “Quebrada El Riachuelo”.

En el distrito de Olmos, los ríos son de corto recorrido con fuertes pendientes, y de gran variación en el volumen de sus aforos a lo largo del año, ya que sólo transportan agua en época de lluvia (FEN), permaneciendo secos el resto del año; otra característica es que pierden agua por infiltración o evaporación antes de llegar al mar. Los Ríos Olmos y Cascajal sólo llevan aguas en forma de torrentes por horas o días, y en épocas secas el agua escurre por debajo de la superficie de su cauce (escurrimiento subsuperficial), dando vida a una vegetación que aparece en el lecho y bordes de riberas.

Estos ríos forman dos Cuencas hidrográficas y dos intercuenas (áreas que no se encuentran definidas dentro de una cuenca), Cuadro 02:

## Cuadro 02 : Superficie de las Cuencas e Intercuencas

<b>Unidad</b>	<b>Superficie Total (ha)</b>	<b>Superficie Olmos (ha)</b>
<b>Cuenca</b>		
Cascajal	531,000	297,864
Olmos	148,300	102,623
<b>Intercuenca</b>		
Cascajal / Olmos	149,000	127,752
Olmos / Motupe	96,600	5,282

**Fuente :** Proyecto Algarrobo

### Principales Ríos del distrito:

**Río Olmos.-** Nace en la Provincia de Huancabamba, ingresando al Distrito de Olmos, por el lado Este hacia el Oeste, uniéndose con algunas quebradas como la de Los Boliches y paulatinamente se dirige por el Suroeste, pasando a 500 metros de la ciudad de Olmos. Su cauce se prolonga más allá, terminado su recorrido a la altura de la quebrada de Pañala.

**Río Cascajal.-** Nace en el Cerro Peña Blanca (Límite con Huarmaca), con el nombre de la quebrada cuculí, recibiendo luego las aguas de quebradas como “El Tocto” y “Palo Blanco”. Su recorrido es de Este a Oeste, pasando a la altura del kilómetro 98 de la carretera Panamericana Norte, uniéndose más adelante de la quebrada San Cristóbal (viene del río Inculás). Su curso continúa hacia el Oeste, perdiéndose en el territorio de la provincia de Sechura (Piura).

**Río Inculás.-** Este río, o quebrada nace en la parte alta del distrito, con el nombre de quebrada Boca Chica, a las que se unen previamente otras más pequeñas de la zona andina. Su cauce toma la dirección sur-oeste llegando hasta el sector San Cristóbal, donde se une con el río Cascajal.

El río Inculás, cruza la carretera Panamericana Norte, en el kilómetro 129, entre los sectores de Cerro de Falla e Inculás.

**Río Ñaupe.-** Sus inicios se originan en las zonas altas de los cerros limítrofes con el departamento de Piura, captando las aguas de quebradas existentes en el sector de Chiarnique y de Querpón alto. Su recorrido prosigue hacia el sur-oeste, pasando por el kilómetro 132 de la carretera antigua, Querpón, llegando a la zona de la Calera y otras.

**Río San Cristóbal.-** Es un río sin aguas permanentes, se encuentra ubicado en la parte norte del distrito de olmos; cuando tiene aguas, estas se distribuyen en toda la zona oeste, lugar de siembra y cosechas de plantaciones permanentes como limón, palta, mango, maracuyá, entre otros.

El distrito cuenta con quebradas como: Licurnique, Ñaupe, Guayaquil, Vega Gigante, Vega del cuy, etc.

**IMPRIMIR PLANO TOPOGRAFICO**

# **CAPITULO IV**

## **ESTUDIO GEOTECNICO**

Para la elaboración de los Mapas Geotécnicos para el Proyecto “Microzonificación de la Ciudad de Olmos y Zonas de Expansión para la Reducción de Desastre”, 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. Tal es así, que nos permitirá seleccionar las ubicaciones y usos de las zonas apropiadas para el desarrollo urbano, industrial, etc., reduciendo de esta manera los desastres naturales.

Se identificara 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 los planos de peligro en las diferentes zonas estudiadas.

### **4.1. RECOPIACION DE DATOS**

Esta etapa consistió en la recopilación de toda la información existente sobre la zona de estudio desde el punto de vista Geológico, Geomorfológico, Catastral, Topográfico, Geotécnico, de Saneamiento Urbano, Pavimentación y otras afines. Mediante esta información se ha dado prioridad a las zonas a estudiar y a verificar debido a la menor o mayor información obtenida.

Mediante el análisis de la información se determinaron las zonas a ser estudiadas y las zonas a ser verificadas. Con la información, 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. Los trabajos recopilados y desarrollados con anterioridad y las determinadas in situ se encuentran delimitadas en el Plano de **Sondajes S-1**.

Se mandó oficios a distintas entidades para que se nos brinde información importante; la cual detallamos a continuación:

EPSEL: se nos brindo información a nivel de planos (ploteados y en CD) el alcantarillado a mayo 2002 y de agua potable a junio 2003, elaborado por plan maestro.

PEOT: proporcionó información de precipitaciones de solo dos estaciones: PASABAR Y LOS POSITOS entre los años 1978 – 1995 y 1964 – 1998, respectivamente.

MINISTERIO DE SALUD: no cuentan con estudios de suelo de las edificaciones; informándonos que el gobierno regional.

DIRECCION REGIONAL DE EDUCACION: no hubo pronunciamiento

PROYECTO SUBSECTORIAL DE IRRIGACION (PSI): no cuentan con información cercana a la zona urbana, toda información que cuenta es sobre el valle de olmos.

DIRECCION REGIONAL DE VIVIENDA Y SANEAMIENTO: no tienen información dentro de la zona urbana, sin embargo se realizó un estudio urbanístico a nivel de distrito.

U.N.P.R.G.: cuenta con dos tesis realizadas dentro y en el contorno de la ciudad urbana.

La mayor información brindada fue dada por la MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE OLMOS y por INDECI.

#### **4.2. 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 Olmos fueron veintiséis (26), ubicadas en el Plano de Sondajes S-1, que a continuación detallamos:

Calicata N° 01 (coordenadas UTM: 0639046, 9339914)

Ubicado al Norte de la ciudad, a 100m del margen derecho de la carretera Panamericana Norte Antigua, junto a la vía, cerca de los pozos de agua potable de la ciudad.

Calicata N° 02 (coordenadas UTM 0637839, 9337784)

Ubicado al Sur Oeste de la ciudad, al lado de la Laguna de Oxidación, en la Lotización La Purísima.

Calicata N° 03 (coordenadas UTM 0638352, 9339666)

Ubicado al Norte de la Ciudad, en la Calle Grau S/N parte posterior de la fábrica de Limón PROFUSA.

Calicata N° 04 (coordenadas UTM 0639217, 9339366)

Ubicado al Norte de la Ciudad, a 200 metros del margen derecho de la Carretera Panamericana Norte Antigua.

Calicata N° 05 (coordenadas UTM 0638460, 9340148)

Ubicado al Norte de la Ciudad, margen derecho de la carretera Panamericana Norte Antigua (parte baja de la carretera).

Calicata N° 06 (coordenadas UTM 0638130, 9338628)

Ubicado al Nor – Oeste de la Ciudad, cerca de las faldas del Cerro la Mina (Punto A, SECTOR Señor de los Milagros)

Calicata N° 07 (coordenadas UTM 0638596, 9338944)

Ubicado al Norte de la ciudad, zona del futuro Mercado de Abastos.

Calicata N° 08 (coordenadas UTM 0639628, 9339198)

Ubicado al Nor – Este de la ciudad, en el Caserío Imperial.

Calicata N° 09 (coordenadas UTM 0637611, 9338296)

Ubicado al Oeste de la Ciudad, cerca del Cerro La Mina (Punto B).

Calicata N° 10 (coordenadas UTM 0639509, 9338592)

Ubicado dentro de la Ciudad (zona Este), cerca del Terminal Fiori en la Av. Augusto B. Leguía,

Calicata N° 11 (coordenadas UTM 0639902, 9338518)

Ubicado al Este de la Ciudad, margen derecha de la carretera panamericana antigua, al lado del Grifo Venus.

Calicata N° 12 (coordenadas UTM 0637736, 9337444)

Ubicado al Sur Oeste de la ciudad, cerca de la laguna de Oxidación, en la Lotización La Purísima.

Calicata N° 13 (coordenadas UTM 0638591, 9338116)

Ubicado dentro de la ciudad (zona sur – oeste), en las Calles Santa Cecilia y San Martín.

Calicata N° 14 (coordenadas UTM 0639176, 9337890)

Ubicado dentro de la ciudad (zona sur), en el PP.JJ Santa Isabel, Ca. La Inmaculada detrás de la Plaza Indoamérica.

Calicata N° 15 (coordenadas UTM 0639826, 9338120)

Ubicado al Este de la ciudad, frente al cementerio, al costado de la vía Víctor Raúl Haya de la Torre.

Calicata N° 16 (coordenadas UTM 0638177, 9337412)

Ubicado al Sur Oeste de la ciudad a 500m del Hotel Ecológico EL Remanso (siguiendo la vía del Hotel).

Calicata N° 17 (coordenadas UTM 0638617, 9337788)

Ubicado al Sur Oeste de la ciudad, frente al Hotel Ecológico El Remanso.

Calicata N° 18 (coordenadas UTM 0640608, 9337882)

Ubicado en el Asentamiento Humano Alan García, a 100 metros del margen derecho de la Carretera Panamericana Antigua, entrada a la Ciudad de Olmos

Calicata N° 19 (coordenadas UTM 0640013, 9337366)

Ubicado al Sur Este de la Ciudad, cerca de la quebrada el siglo.

Calicata N° 20 (coordenadas UTM 0640270, 9337082)

Ubicado al Sur Este de la Ciudad, cerca al Cerro el Siglo (Punto F)

Calicata N° 21 (coordenadas UTM 0637797, 9336906)

Ubicado al Sur – Oeste de la Ciudad, en el Caserío Nitape.

Calicata N° 22 (coordenadas UTM 0640300, 9338740)

Ubicado al Este de la ciudad, en el Caserío el Imperial, cerca de los Límites del Ejido Municipal

Calicata N° 23 (coordenadas UTM 0639899, 9339660)

Ubicado al Nor – Este de la Ciudad, en el Caserío el imperial, cerca de las pampas de aterrizaje abandonada, cerca de los Límites de la Ciudad.

Calicata N° 24 (coordenadas UTM 0638941, 9336936)

Ubicado al Sur de la Ciudad, cercano a la quebrada el Siglo.

Calicata N° 25 (coordenadas UTM 0638145, 9338066)

Ubicado al Oeste de la Ciudad, frente al Estadio, en la calle San Jorge.

Calicata N° 26 (coordenadas UTM 0638995, 9340468)

Ubicada al Norte de la Ciudad, margen derecho de la carretera panamericana antigua, en zonas de cultivos, junto a la vía.

#### **4.3. EXTRACCION DE MUESTRAS**

Se realizaron 26 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 97 Muestras Alteradas y 22 Muestras Inalteradas.

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

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

**IMPRIMIR PLANO DE SONDAJES S-1 DE AUTOCAD**

#### **4.4. ENSAYOS DE LABORATORIO**

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

<b>Nº</b>	<b>ENSAYOS REALIZADOS</b>	<b>NORMA</b>	<b>Nº ENSAYOS</b>
1	Contenido de Humedad	ASTM D 2216-71	97
2	Granulometría por tamizado	ASTM D421-58	97
3	Granulometría por sedimentación	ASTM D422-63	8
4	Peso específico de sólidos	ASTM D854-58	97
5	Límite Líquido	ASTM 423-66	83
6	Límite Plástico	ASTM D424-59	83
7	Límite Contracción	ASTM D427-61	6
8	Contenido de Sales	MTC E 219	97

De las Muestras Inalteradas Tipo Mit, se realizaron los Ensayos de Propiedades Mecánicas: Ensayo de Expansión Libre, Ensayo de Consolidación Unidimensional y Ensayo de Corte Directo.

<b>Nº</b>	<b>ENSAYOS REALIZADOS</b>	<b>NORMA – REFERENCIA</b>	<b>Nº ENSAYOS</b>
1	Expansión libre	ASTM D 2216-71	4
2	Corte Directo	ASTM D3080-72	22
3	Consolidación	ASTM D2435-70	22

**Fuente:** Estudio de Mecánica de suelos – Proyecto de Tesis

calicatas	profundidades de los estratos				
	<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M3</i>	<i>M4</i>	<i>M5</i>
<b>C1</b>	0,25 - 0,70	1.60	2.10	2.70	
<b>C2</b>	0.20 - 1.10	1.45	2.65		
<b>C3</b>	0.15 - 0.95	2.15	2.75		
<b>C4</b>	0.30 - 0.65	1.20	2.10	2.60	
<b>C5</b>	0,25 - 0,60	1.40	2.05	2.65	
<b>C6</b>	0,15 - 0,85	2.00	2.75		
<b>C7</b>	0,20 - 0,60	1.00	1.60	2.00	2.80
<b>C8</b>	0,25 - 0,45	1.00	2.50		
<b>C9</b>	0,15 - 0,50	0.95	1.40	1.80	2.40
<b>C10</b>	0,15 - 0,65	1.15	1.70	2.50	
<b>C11</b>	0,35 - 0,75	1.10	2.20	2.80	
<b>C12</b>	0,15 - 0,50	1.30	1.60	1.40	
<b>C13</b>	0,15 - 0,50	0.85	1.40	2.65	
<b>C14</b>	0,20 - 0,85	1.70			
<b>C15</b>	0.15 - 0.7	1.30	1.80	2.40	
<b>C16</b>	0.15 - 0.50	1.00	1.50	2.10	2.50
<b>C17</b>	0.20 - 0.50	0.95	1.50	1.85	2.40
<b>C18</b>	0.15 - 0.45	1.00	1.80	2.40	
<b>C19</b>	0.15 - 0.45	1.20	1.80	2.50	
<b>C20</b>	0,25 - 1,15	1.85	2.70		
<b>C21</b>	0,25 - 1,00	1.90	2.40		
<b>C22</b>	0,20 - 0,65	1.10	2.50		
<b>C23</b>	0,15 - 0,90	1.45	2.50		
<b>C24</b>	0,15 - 0,70	1.05	1.40	2.45	
<b>C25</b>	0,20 - 0,60	1.50	2.70		
<b>C26</b>	0,15 - 0,50	1.10	1.80	2.40	

#### **4.5. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACIÓN:**

Del procesamiento de datos se resumen los resultados obtenido de los ensayos físicos y mecánicos.

De las propiedades físicas y mecánicas obtenidas en el laboratorio y junto a la información recopilada, se realizaron los estudios por zonas desde el punto de vista: Estratigrafía de suelos, Capacidad Portante y Asentamientos para viviendas típicas.

Los perfiles de suelo, cálculo de capacidad portante y asentamiento se muestran en la parte de ANEXOS; para mayor simplicidad se muestran en este capítulo los resultados procesados.

#### **4.5.1 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 no hay nivel freático hasta los 3m de profundidad como podemos apreciar en los perfiles estratigráficos; aunque la extracción de las muestras se realizó en el mes de febrero y las lluvias se presentan en los meses de marzo – abril, el nivel freático no presentó un aumento representativo.

#### **4.5.2 CLASIFICACION 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 de partículas finas y suelo de partículas gruesas.

Se presenta, para su simplificación, un cuadro de los procedimientos para la clasificación de suelos según el método S.U.C.S.

#### **4.5.3 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.

#### **4.5.4 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 está sujeto un estrato de suelo para así tener una idea en donde se va a cimentar una estructura y tomar medidas adecuadas.

#### 4.5.5 CÁLCULO DE CAPACIDADES PORTANTES

El ensayo de corte directo se realizó de acuerdo a las especificaciones ASTM D3080-72, con cargas verticales que producen esfuerzos de 0.50, 1.00 y 1.5 kg/cm<sup>2</sup>, para tal fin se utilizaron muestras extraídas de las calicatas C-1 a C-26.

Después de determinar y analizar las propiedades mecánicas del suelo subyacente, podemos afirmar que la falla que se producirá, cuando se sobrepase la capacidad de carga límite será por corte local y por Punzonamiento, con lo que la Capacidad de carga admisible se calcula usando la teoría de terzaghi como se muestra a continuación.

Cuando la falla es por corte general, para cimiento corrido, la capacidad de carga límite vale:

$$q_d = cN_c + \gamma ZN_q + 0.5 \gamma B N_\gamma$$

Cuando la falla es por corte local o punzonamiento:

$$q_d = c'N'_c + \gamma ZN'_q + 0.5 \gamma B N'_\gamma$$

Donde:

$q_d$  = capacidad de carga límite en Kg/m<sup>2</sup>.

$C$  = cohesión del suelo en Kg/m<sup>2</sup>.

$Z$  = profundidad de desplante de la cimentación en metros.

$B$  = ancho de zapata (o dimensión < de zapata rectangular) en mts

$\gamma$  = Peso unitario del suelo en Kg/m<sup>3</sup>.

$N_c, N_q, N_\gamma$  = Factores de capacidad de carga. Se obtiene de la figura dada por Terzaghi.

$$c' = 2c/3.$$

La capacidad de carga admisible,  $q_{adm}$ , es la capacidad de carga límite  $q_d$ , dividida entre el factor de Seguridad (FS).

$$q_{adm} = q_d / FS.$$

Terzaghi recomienda que FS no sea menor que 3.

El esfuerzo neto  $q_{neto}$ , es el esfuerzo útil, que queda para la superestructura, después de quitarle el esfuerzo que va a utilizar el peso del relleno del suelo y la sobrecarga de piso:

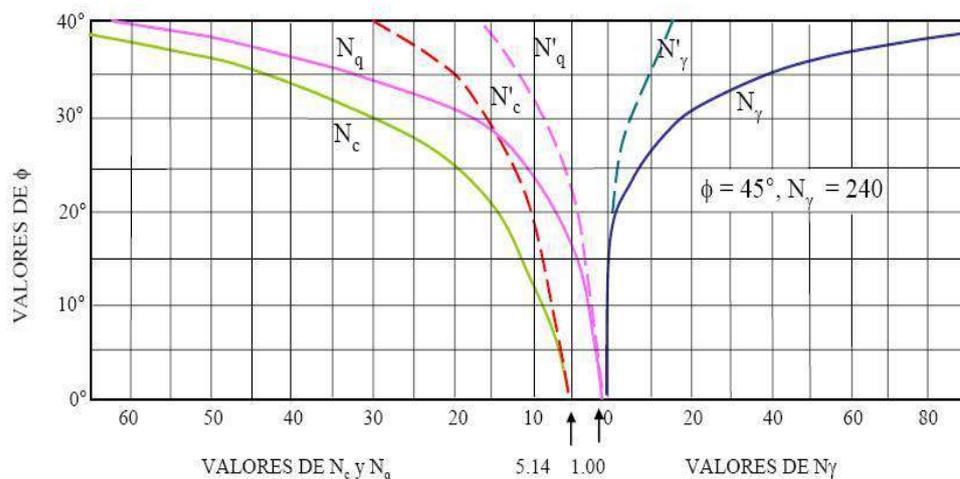
$$q_{neto} = q_{adm} - \gamma D_f - \text{sobrecarga de piso}.$$

Donde:

$\gamma$  = Peso específico del relleno.

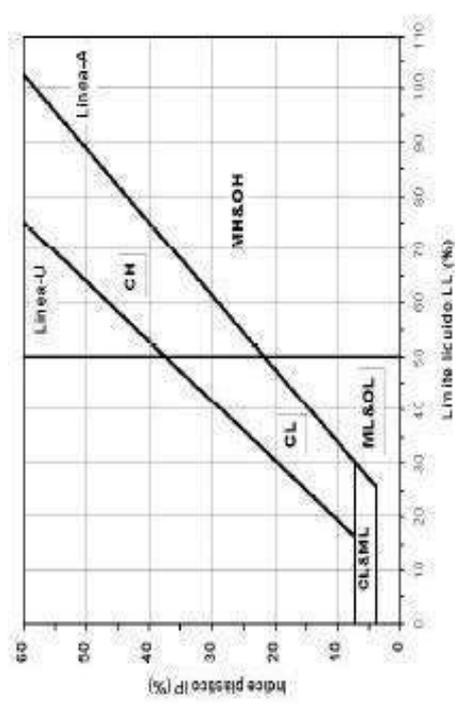
$D_f$  = Profundidad de cimentación.

Sobrecarga de piso = 500 kg/m<sup>2</sup>.



**CARTA MOSTRANDO LA RELACION ENTRE  $\phi$  Y FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA**

División Mayor		Símbolo	Nombres Típicos	Criterio de clasificación en laboratorio
<b>SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS</b> Más de la mitad del material pasa por la malla N° 200 Las partículas de 0,075 mm de diámetro (malla N°200) son aproximadamente las más pequeñas visibles a simple vista.	<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Límite líquido mayor de 50%	<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Límite líquido menor de 50%	<b>Pt</b> Turberas y otros suelos altamente orgánicos	Dependiendo del porcentaje de finos (fracción que pasa por la malla N°200), los suelos gruesos se clasifican como: menos de 5% son GW, GP, SW, SP; más de 5% a 12% son GM, GC, SM, SC; de 5% a 12% son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles (nunca puede ser GW-GP o SW-SP)
			<b>OH</b> Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad	
<b>SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS</b> Más de la mitad del material es retenido en la malla N° 200	<b>ARENAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla N°4 Para clasificación visual puede usarse ¼ cm como equivalente a abertura malla N°4	<b>GRAVAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla N°4	<b>SC</b> Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla	Coeficiente de uniformidad $C_u$ : mayor de 6 Coeficiente de curvatura $C_c$ : entre 1 y 3 NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA SW Límites abajo de la "Línea A" y con IP menor que 4 Límites arriba de la "Línea A" y con IP mayor que 7 Arriba de "Línea A" y con IP entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
			<b>SM</b> Arenas limosas, mezclas de arena y limo	
			<b>SP</b> Arenas mal graduadas, arena con gravas, poco o nada de finos	
			<b>SW</b> Arenas bien graduadas, arena con gravas, poco o nada de finos	
			<b>GC</b> Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	
			<b>GM</b> Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	
	<b>ARENAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla N°4 Para clasificación visual puede usarse ¼ cm como equivalente a abertura malla N°4	<b>GRAVAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla N°4	<b>GP</b> Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	Coeficiente de uniformidad $C_u$ : mayor de 4 Coeficiente de curvatura $C_c$ : entre 1 y 3 NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW Límites abajo de la "Línea A" o IP menor que 4 Límites arriba de la "Línea A" y con IP mayor que 7 Arriba de "Línea A" y con IP entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
			<b>SC</b> Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla	
			<b>SM</b> Arenas limosas, mezclas de arena y limo	
			<b>SP</b> Arenas mal graduadas, arena con gravas, poco o nada de finos	
			<b>SW</b> Arenas bien graduadas, arena con gravas, poco o nada de finos	
			<b>GM</b> Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	
<b>SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS</b> Más de la mitad del material es retenido en la malla N° 200	<b>ARENAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla N°4 Para clasificación visual puede usarse ¼ cm como equivalente a abertura malla N°4	<b>GRAVAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla N°4	<b>GW</b> Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	Coeficiente de uniformidad $C_u$ : mayor de 4 Coeficiente de curvatura $C_c$ : entre 1 y 3 NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW Límites abajo de la "Línea A" o IP menor que 4 Límites arriba de la "Línea A" y con IP mayor que 7 Arriba de "Línea A" y con IP entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
			<b>GP</b> Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	
			<b>GC</b> Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	
			<b>GM</b> Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	
			<b>GP</b> Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	
			<b>GW</b> Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	



**IMPRIMIR DE EXCELL DATOS DE ENSAYOS FISICOS Y MECANICOS**

**IMPRIMIR DE EXCELL ESTATIGRAFIA DE OLMOS QUE ESTA EN  
PROFUNDIDADES DE OLMOS**

### Capacidad portante para cada tipo de suelo

Nº	TIPO DE SUELO	q(kg/cm <sup>2</sup> )
01	Roca Maciza: granito, diorita, gneis.	100
02	Rocas Laminadas: Esquistos, Pizarra.	40
03	Rocas sedimentarias: Caliza, areniscos.	15
04	Cascajo gravas ó gravas arenosas (GW ó GP) compactas.	5
	Cascajo gravas ó gravas arenosas medianamente compactas	4
	Cascajo gravas ó gravas arenosas sueltas.	3
05	Arenas ó arenas con grava bien graduada (SW) compactas.	3.75
	Arenas ó arenas con grava medianamente compactas.	3.00
	Arena ó arenas con grava sueltas.	2.25
06	Arenas ó arenas con grava mal graduada (SP) compactas.	3.00
	Arenas ó arenas con grava medianamente compactas.	2.50
	Arenas ó arenas con grava sueltas.	1.75
07	Gravas sienosas ó grava – arena - sieno (GM)	2.50
	Gravas sienosas ó grava medianamente compactas.	2.00
	Gravas Sienosas ó gravas sueltas.	1.50
08	Arena Sienosas ó arena – sieno (SM).	2.00
09	Gravas arcillosas ó arenas arcillosas (GC – SC).	2.00
10	Suelos inorgánicos, Sienos, arenas finas (ML – CL)	1.00
11	Arcillas orgánicas plásticas, arenas biatómicas, sienos elásticos (CH-MH)	1.00

**Fuente:** Diseño de Estructuras de Concreto Armado - Teodoro E. Harneen.

#### 4.5.6 CALCULO DE ASENTAMIENTOS

Cuando se requiere calcular las deformaciones de una masa de suelo, se usan los resultados del ensayo de consolidación, principalmente la Curva de Compresibilidad y el desarrollo analítico dado por la Analogía Mecánica. Esta Analogía es un modelo teórico que consiste en suponer que el fenómeno de la consolidación unidimensional, es equivalente a placas paralelas unidas por resortes, en un medio tal como agua. Las placas tienen orificios por los cuales permiten el flujo de agua.

La deformación de un estrato de suelo  $\Delta H_r$  se obtiene con la ecuación:

$$\Delta H_t = \frac{H}{(1 + e_0)} \left[ C_r \cdot \log\left(\frac{P_c}{P_0}\right) + C_c \cdot \log\left(1 + \frac{P}{P_c}\right) \right]$$

Donde:

$C_r$  = índice de recompresión.

$C_c$  = índice de compresión.

$e_0$  = relación de vacíos inicial.

$P_c$  = carga de Preconsolidación

$P_0$  = carga en el punto inicial de la curva de compresibilidad.

$P$  = carga adicional por encima de la carga de preconsolidación.

$H$  = espesor del estrato.

El asentamiento total permisible según Sowers, para estructuras con muros de mampostería es de 1" a 2" y para estructuras reticulares de 2" a 4". Por tanto la carga de la superestructura está limitada a que se produzcan estas máximas deformaciones.

## **RESULTADOS DE CAPACIDADES PORTANTES**

**IMPRIMIR MAPA DE CAPACIDADES PORTANTES DE AUTOCAD**

**Asentamientos considerando cimentación de zapata aislada**

$\Delta H$ (cm)		<b>B</b>			
<b>CALIC.</b>	<b>Z(PROF.)</b>	<b>1.00</b>	<b>1.50</b>	<b>2.00</b>	<b>2.50</b>
<b>C1</b>	<b>1.50</b>	0.23	0.35	0.47	0.59
<b>C2</b>	<b>1.50</b>	0.61	0.91	1.21	1.51
<b>C3</b>	<b>1.50</b>	0.46	0.69	0.92	1.15
<b>C4</b>	<b>1.55</b>	0.39	0.58	0.78	0.97
<b>C5</b>	<b>1.50</b>	0.16	0.24	0.32	0.40
<b>C6</b>	<b>1.50</b>	0.58	0.86	1.15	1.44
<b>C7</b>	<b>1.50</b>	0.43	0.65	0.87	1.08
<b>C8</b>	<b>1.50</b>	-	-	-	-
<b>C9</b>	<b>1.30</b>	2.04	3.06	4.07	5.09
<b>C10</b>	<b>1.30</b>	1.84	2.77	3.69	4.61
<b>C11</b>	<b>1.50</b>	0.70	1.06	1.41	1.76
<b>C12</b>	<b>1.20</b>	2.30	3.45	4.60	5.75
<b>C13</b>	<b>1.50</b>	0.15	0.23	0.30	0.38
<b>C14</b>	<b>1.40</b>	0.45	0.68	0.91	1.13
<b>C15</b>	<b>1.30</b>	0.46	0.69	0.92	1.15
<b>C16</b>	<b>1.40</b>	1.40	2.10	2.80	3.50
<b>C17</b>	<b>1.50</b>	0.24	0.36	0.48	0.60
<b>C18</b>	<b>1.20</b>	0.67	1.01	1.34	1.68
<b>C19</b>	<b>1.30</b>	0.26	0.39	0.51	0.64
<b>C20</b>	<b>1.50</b>	0.74	1.12	1.49	1.86
<b>C21</b>	<b>1.30</b>	1.53	2.29	3.05	3.82
<b>C22</b>	<b>1.50</b>	-	-	-	-
<b>C23</b>	<b>1.50</b>	-	-	-	-
<b>C24</b>	<b>1.40</b>	0.57	0.85	1.13	1.42
<b>C25</b>	<b>1.50</b>	0.73	1.09	1.46	1.82
<b>C26</b>	<b>1.50</b>	-	-	-	-

#### **4.6. MICROZONIFICACION GEOTECNICA**

Con los datos procesados de los ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos; así como la elaboración de los perfiles estratigráficos, se elaboró el Mapa de Microzonificación Geotécnica a una profundidad de 1.50m del nivel de terreno natural, que es el nivel considerado (en este proyecto) para las cimentaciones de las viviendas típicas de la ciudad urbana de Olmos.

##### **4.6.1. METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE AREAS DE INFLUENCIA DE LOS SUELOS**

Como criterio para la determinación de áreas de influencia de los suelos se ha utilizado el método de Polígonos de Thiessen, los cuales son una construcción geométrica que permite las interpolaciones más simples.

Se crean al unir los puntos entre sí, trazando las mediatrices de los segmento de unión. Las intersecciones de estas mediatrices determinan una serie de polígonos en un espacio bidimensional alrededor de un conjunto de puntos de control, de manera que el perímetro de los polígonos generados sea equidistante a los puntos vecinos y designando su área de influencia.

Es una de las funciones de análisis básicas en los SIG.

#### **4.7. MAPA GEOTECNICO.-**

De las Propiedades Físicas y Mecánicas obtenidas en el Laboratorio, se realizaron los estudios por zonas desde el punto de vista: Estratigrafía de suelos y Capacidad Portante, 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 y Microzonificación Geotécnica de la Ciudad de Olmos, como se detalla en el Mapa Geotécnico, siendo este el Mapa Resumen de todos los anteriores.

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

### **SECTOR I.-**

Comprende a las Gravas con poco contenido de finos, gravas mal gradadas con porcentaje apreciable de arcillas y limos. La Capacidad Portante para un Factor de Seguridad de 3, varía entre 1.09 a 1.31 kg/cm<sup>2</sup>; de mediana a buena compacidad, estos no sufren asentamientos. Cabe destacar la zona del cerro la Mina cuyo material es gravoso con porcentaje apreciable de arcillas cuya capacidad portante supera los 2 kg/cm<sup>2</sup>, No existe Nivel Freático. Destacándose los siguientes:

Al Nor Oeste de la ciudad el área comprendida por el cerro la Mina (Punto A) hasta el PP.JJ. Sr. De los Milagros. Al Norte y Este de la ciudad a la altura de los Panales siguiendo los límites del ejido municipal hasta las pampas de aterrizaje abandonada (proximidades del Caserío Imperial). En el Centro de la ciudad en el cuadrado por las calles: Tacna, Atahualpa, Huáscar y Colon. Al Sur, el área comprendida por las faldas del cerro el Siglo. Ver **Mapa Geotécnico G-1 y Mapa de Capacidad Portante CP-1.**

### **SECTOR II.-**

Comprende en su mayoría a las Gravas arcillosas y Gravas mal gradadas con porcentaje apreciable de arcillas y limos. De baja plasticidad. La Capacidad Portante para un Factor de Seguridad de 3, varía entre 2.00 a 2.50 kg/cm<sup>2</sup>; Estos no sufren de asentamiento ni de expansión. No se halló el nivel freático Destacándose los siguientes: Al Norte con el área que rodea a la fabrica la PROFRUSA hasta las faldas del cerro la mina. En el centro con los PP.JJ. San Pedro y Santa Isabel hasta los márgenes del río Olmos. Al Sur desde las faldas del cerro el Siglo hasta los márgenes del rio Olmos. Al Oeste la zona que rodea al punto C del límite del ejido municipal. Ver **Mapa Geotécnico G-1 y Mapa de Capacidad Portante CP - 1.**

### **SECTOR III.-**

Corresponde a suelos finos. Arcillas y Limos con baja plasticidad. La capacidad portante del suelo con un factor de seguridad de 3, varía entre 0.93 a 1.11 kg/cm<sup>2</sup>. Estas tiene un grado de expansibilidad de media a baja. No se encontró el nivel freático. De consistencia firme y compacidad de media a baja. Destacándose los siguientes: al Oeste de la ciudad desde la calle Santo Toribio de Mogrovejo del

SECTOR abarcando el área de la laguna de oxidación hasta los límites del ejido municipal. Al Sur Oeste siguiendo el camino a El Muerto abarcando áreas de cultivo (caserío Nitape) hasta los límites del ejido municipal (Santuario Nitape – Punto D y Cruz de San Francisco – Punto E), al Norte y Oeste de la Ciudad con el SECTOR San Pedro desde las calles Santa Cecilia hasta 500 m al margen derecho de la carretera Panamericana pasando por el área destinada al futuro Mercado de Abastos de la Ciudad, zonas de cultivo y los PP.JJ Santa Rosa (desde la la Jesús Salvador Sotero) y Herederos Monja (desde la calle Micaela Bastidas). **Ver Mapa Geotécnico G – 1 y Mapa de Capacidad Portante CP - 1.**

#### **SECTOR IV.-**

Comprende a las arenas arcillosas y limosas. La Capacidad Portante para un Factor de Seguridad de 3, varía entre 0.86 a 0.95 kg/cm<sup>2</sup>; no sufren cambios volumétricos ni asentamientos. Destacándose los sgtes: Al Norte a 1.90 km de la ciudad (desde los Panales – Punto A) a ambos márgenes de la carretera panamericana abarcando las zonas de cultivo y de los pozos de abastecimiento de agua potable de la ciudad. al Sur Oeste de la ciudad en dirección al centro de la ciudad abarcando zonas de cultivo y parte del área ocupada por el Canal San Francisco pasando por los PP.JJ. Cruz de Chalpón ( desde la calle San Jorge hasta la calle Huáscar) y La Purísima (limitado por las Calles Progreso y Santa Lucia); Cabe recalcar la zona del Estadio Municipal. **Ver Mapa Geotécnico G – 1 y Mapa de Capacidad Portante CP - 1.**

#### **SECTOR V.-**

Comprende a las Arenas con poco o nada de finos, estas son las que ocupan menor área. Tienen un grado de licuación de mediana a baja, no sufren. La Capacidad Portante para un Factor de Seguridad de 3, es de 0.83 kg/cm<sup>2</sup>; destacándose los siguientes: Al Nor Este de la ciudad abarcando zonas de cultivo y recorriendo la acequia la Nuaca, el canal Jazmin, y el canal Huasimo **Ver Mapa Geotécnico G – 1 y Mapa de Capacidad Portante CP - 1.**

**IMPRIMIR MAPA DE MICROZONIFICACION DE SUELOS DIBUJADO EN  
AUTOCAD**

**IMPRIMIR MAPA GEOTECNICO O MAPA RESUMEN DE SUELOS DIBUJADO  
EN AUTOCAD**

# CAPÍTULO V

## FENOMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO

### 5.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo comprende el estudio de los sismos ocurridos en la zona de estudio, su generación y efectos en el suelo, el escenario sísmico regional entre otros aspectos.

El territorio peruano está situado sobre una franja sísmica muy activa. Casi todos los movimientos sísmicos están relacionados a la subducción de la placa Oceánica de Nazca y la placa Continental Sudamericana.

La mayor parte de la actividad tectónica en el mundo se concentra a lo largo de los bordes de las placas, liberando en el borde continental del Perú el 14% de la energía sísmica del planeta. Los sismos en el área Nor-Oeste del Perú, en la que se encuentra incluidos los ocurridos en el ámbito de la Ciudad de Olmos, presentan el mismo patrón de distribución espacial que el resto del país, es decir que la mayor actividad se localiza en el océano, prácticamente al borde de la línea de la costa, es así que todos los valles costeros del país contienen las zonas de mayor peligro sísmico y sus intensidades están relacionados con los sedimentos aluviales que tienden a ser más altas que la intensidad media en otros suelos de la Costa Peruana.

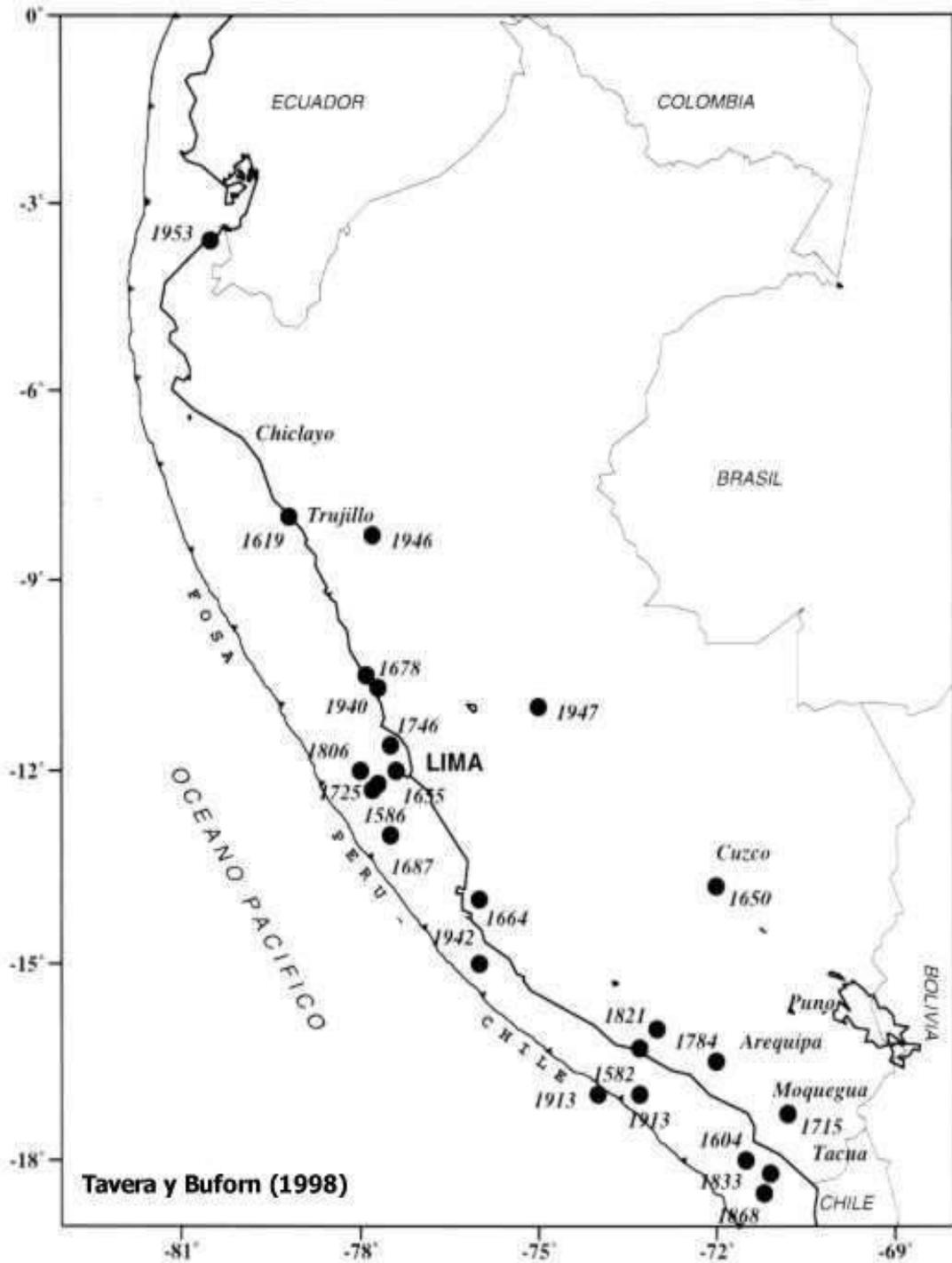
### 5.2 HISTORIA SÍSMICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA

La información sobre la actividad sísmica histórica de Perú se remonta a los años 1513 y la calidad de los datos dependerá de la distribución y densidad de las poblaciones en las regiones afectadas por los terremotos (Tavera y Buforn, 1998b). La recopilación más completa sobre esta sismicidad fue realizada por Silgado (1968, 1978, 1985) y Dorbath et al, (1990b). En la **Figura 4.1** se observa que los terremotos con  $I_0$  mayor o

igual a VIII MM para el periodo 1513-1959 se distribuyen únicamente a lo largo de la costa centro y sur, debido a que estas regiones eran las más pobladas y que luego se constituyeron en las ciudades más importantes después del siglo XVI. La mayoría de estos terremotos generaron maremotos de intensidad variable y produjeron daños a lo largo de la costa Oeste de Sudamérica (Montessus de Ballore, 1911) y alrededor del Pacífico (Hatori, 1968). En el interior del país solo se localizan 3 terremotos, el de 1650 ocurrido en Cusco ( $I_o = X$  MM), 1946 en Ancash, ( $I_o = IX$  MM) y 1947 en Satipo, ( $I_o = VIII$  MM). Silgado (1978) estima los valores de magnitud de los terremotos a partir del área de Intensidad Máxima con el propósito de compararlos con sismos recientes ("Magnitud Silgado").

Para la costa central de Perú, Silgado (1978) y Dorbath et al (1990b) indican que los terremotos mayores son los de 1586, 1687 y el de 1746 ( $I_o = X$  MM) que destruyó la ciudad de Lima y generó un maremoto con olas de 15-20 m. de altura. En la región sur, el terremoto mas fuerte ocurrido el 15 de agosto del 2007 cuyo epicentro se registro a 60km al oeste de pisco (en el mar) de magnitud 7.0 en la escala de Richter, con un total de 503 muertos y 1042 heridos, afectando las regiones de: Ica, Lima Huancavelica y Ayacucho; provocando una caída en el PBI de 0.5% a nivel nacional, con la agroexportación como el sector mas afectado; considerado el mas intenso en los últimos tiempos.

En el interior del continente, el único terremoto documentado es el de 1650, que destruyó la ciudad del Cusco y fue sentido en Lima, Arequipa y La Paz (Bolivia). Para el periodo 1513-1959, no existe mayor información sobre terremotos ocurridos en la zona Andina y Sub-Andina del norte y centro de Perú, pero actualmente se sabe que estas regiones son sísmicamente muy activas.



**4.1 Terremotos Ocurridos en el Perú, entre 1513 y 1959  
I<sub>0</sub> mayor o igual a VIII MM**

Los sismos que afectaron la Región Norte y cuya historia se conoce se detallan el **cuadro 4.2**, por lo que se concluye que de acuerdo a la historia sísmica del Proyecto, han ocurrido en los últimos 400 años, intensidades de hasta VII en la Escala Mercalli Modificada.

**Cuadro 4.2 Sismicidad Histórica del Norte del Perú**

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>INTENSIDAD</b>	<b>EPICENTRO</b>
1606	MARZO 23	-----	ZAÑA, LAMBAYEQUE
1814	FEBRERO 10	VII	PIURA
1857	AGOSTO 20	-----	PIURA
1759	SETIEMBRE 02	VI	LAMBAYEQUE
1906	ENERO 01	-----	NOR-ESTE DEL PERU
1906	SETIEMBRE 28	-----	NORTE DEL PERU
1907	JUNIO 20	IV	NORTE DEL PERU
1917	MAYO 20	VII	TRUJILLO
1938	JULIO 6	-----	NOR-ESTE DEL PERU
1953	DICIEMBRE 12	VII - VIII	NOR-ESTE DEL PERU - SUR ECUADOR
1957	AGOSTO 8	V - VI	NOR-ESTE DEL PERU
1960	NOVIEMBRE 30	-----	NOR-ESTE DEL PERU
1963	AGOSTO 30	VII	NOR-ESTE DEL PERU
1970	DICIEMBRE 09	VII	NOR-ESTE DEL PERU
1971	JULIO 10	-----	SULLANA
2005	SETIEMBRE 25	VI	NE DEL PERU- LAMAS, SAN MARTÍN

**FUENTE:** Tesis: “Microzonificación de la Ciudad de Ferreñafe y Zonas de Expansión para la Reducción de Desastres – 2001”, U.N.P.R.G.

### **5.3 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS SISMOS**

La ubicación de epicentros ha mejorado en tiempos recientes, por lo que puede considerarse los siguientes períodos en la obtención de datos sismológicos.

- 1) Antes de 1900: datos históricos descriptivos de sismos destructores.
- 2) 1900 – 1963 datos instrumentales aproximados
- 3) 1963 – 1991: datos instrumentales precisos.

La información sismológica utilizada ha sido recopilada del Instituto Geofísico del Perú.

## 5.4 TECTÓNICA Y SISMOTECTÓNICA

### 5.4.1 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 Circunpacífico.

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.

### 5.4.2 SISMO TECTÓNICA REGIONAL

La Ciudad de Olmos 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**; por lo tanto las intensidades que pueden desarrollarse en suelo duro serían del orden de VII (M.M.).

De ocurrir un sismo debajo de la ciudad, estos se producirían a más de 60 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 el área de influencia de Olmos causándole daños en diversas épocas.

Para evaluar el riesgo sísmico deben efectuarse los siguientes pasos:

- a) Determinar la sismicidad regional.
- b) Identificar las características sismotectónicas.
- c) Estimar la atenuación de los efectos sísmicos regionales.

## 5.5 ESTUDIO SÍSMICO

Los estudios de distribución geográfica sobre sismos ocurridos en diferentes partes del mundo en áreas relativamente pequeñas y muy cercanas entre sí como es el caso de Olmos y la Ciudad de Chiclayo, han dejado establecido que las condiciones locales de suelo, geología, topografía, parámetros y magnitud, mecanismo de generación, distancia epicentral, profundidad local y medio a través del cual viajan las ondas sísmicas, pueden ser considerados comunes, por lo que puede asumirse que tienen los mismos valores para el área estudiada. A este fenómeno se le llama efecto de Microzona. De acuerdo al Mapa de Zonificación Sísmica para el territorio Peruano (Jorge Alva 1984), la ciudad de Olmos está ubicada dentro de la Zona III, donde se pueden esperar intensidades máximas de VII (MM).

**Grafico 4.3 Zonificación Sísmica**



**Cuadro N° 4.4. Resumen de intensidades Mercalli Modificada.**

<b>Intensidad</b>	<b>Calificación</b>	<b>Descripción de los Efectos</b>
I	Despreciable	Sólo detectado por instrumentos.
II	Sensible	Sentido por gente muy sensible. Objetos colgando oscilan.
III	Ligero	Pequeñas vibraciones
IV	Moderado	Sentido en interiores. Ruidos por adornos que se mueven.
V	Algo Fuerte	La mayoría lo siente. Algo de pánico. Daños menores.
VI	Fuerte	Daños en estructuras sin construcción, sismorresistentes.
VII	Muy Fuerte	La gente corre. Se presenta daños en construcciones de calidad y graves daños en casas de adobe y tierra.
VIII	Destructor	Graves daños en las construcciones.
IX	Ruinoso	Graves daños en las construcciones de calidad. Destrucción casi total de obras no sismorresistentes.
X	Desastroso	Sólo construcciones con diseño sismorresistente sobreviven.
XI	Desastroso en extremo	Pánico general. Destrucción casi total. Grietas en el terreno.
XII	Catastrófico	Destrucción total.

**FUENTE:** Tesis: “Microzonificación de la Ciudad de Chiclayo y Zonas de Expansión para la Reducción de Desastres – 2001”, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”.

La estimación del peligro sísmico a escala local se realiza en tres niveles (ver tabla 3.10), de acuerdo a la información disponible y a los objetivos del proyecto.

### **ESTIMACION DEL PELIGRO SISMICO**

<b>NIVEL 1</b>	<b>NIVEL 2</b>	<b>NIVEL 3</b>
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS ENSAYOS DE SPT	ENSAYO DE MICROZONIFICACION SISMICA	ENSAYO DE REFRACCION SISMICA
MAPA: ZONIFICACION GEOTECNICA	MAPA: ZONIFICACION POR PERIODOS	MAPA: ZONIFICACION POR AMPLIACION SISMICA

**FUENTE:** ESTUDIO DEL RIESGO SISMICO DEL CENTRO HISTORICO DE LA CIUDAD DE CHICLAYO

### **5.5.1 CARACTERÍSTICAS TECTONICA Y SISMOTECTONICA**

Los principales rasgos tectónicos de la región occidental de Sudamérica, 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 esta teoría 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).

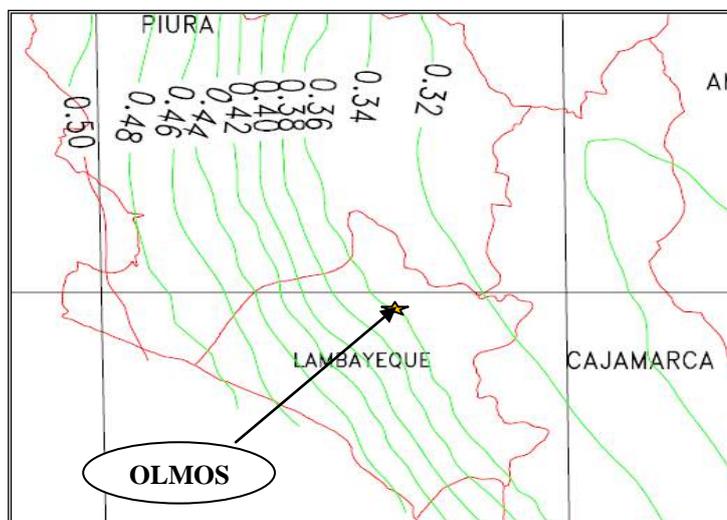
El mecanismo básico que causa el movimiento de las placas no se conoce, pero se dice que es debido a corrientes de convección o movimientos del manto plástico y caliente de la tierra y también a los efectos gravitacionales y de rotación de la tierra.

### **5.5.2 DETERMINACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO**

#### **5.5.2.1. PELIGRO SÍSMICO REGIONAL**

El peligro sísmico regional (a nivel macro) determina las aceleraciones en roca. Cabe mencionar que las aceleraciones se calculadas mediante programas como el RISK o CRISIS 2003. El análisis del peligro sísmico a escala regional, efectuado por J. Alva, se estima en términos de la tasa de excedencia de intensidades. Para ello utilizó la metodología implementada por Cornell en términos probabilísticos, la cual fue modificada e implementada por McGuire. Esta metodología integra información de las fuentes sismogénicas, parámetros sismológicos y leyes de atenuación, determinándose una curva de peligro sísmico donde se relaciona la aceleración sísmica en gals y la probabilidad anual de excedencia, asociada a un período de retorno. Debido a que la totalidad de edificaciones del área analizada son viviendas comunes, se consideró una vida útil de 50 años y tres aceleraciones sísmicas correspondientes a sismo frecuente, ocasional y raro, asociadas a periodos de retorno de 45, 75 y 475 años respectivamente.

Como se observa en el gráfico N° 4.4 la ciudad urbana de Olmos estaría en una intensidad de 0.36 gals. para sismo de 475 años de periodo de retorno



**Gráfico N° 4.4.-** Estimación de la aceleración para sismo de 475 años de periodo de retorno. Fuente: J. Alva H.

Las edificaciones en la ciudad de Olmos son predominantemente de **uso común**: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, etc., por lo que se han usado sismos con un periodo de retorno influyente en la vida útil de estas edificaciones. Según el comité VISION2000 (SEAOC, 1995), estos sismos se detallan en la tabla 6.14.

Sismo	Vida Útil	Probabilidad de excedencia	Periodo de retorno
Frecuente	30 años	50%	45 años
Ocasional	50 años	50%	75 años
Raro	50 años	10%	475 años
Muy raro	100 años	10%	950 años

**Tabla 6.14.-** Fuente: Sismos recomendados por el comité VISION 2000.

Las edificaciones de la ciudad de Olmos tienen una vida útil, que solo es influenciado por los sismos frecuente, ocasional y raro; por lo que según la **distribución de isoaceleraciones** de Alva y Castillo (1993), la ciudad de Olmos, tiene una aceleración máxima esperada de 0,36g para una probabilidad de ser excedida de 10% en 50 años, que corresponde al sismo raro (severo). Para obtener las aceleraciones máximas para los sismos frecuente y ocasional, se hacen referencia a las investigaciones

desarrolladas en la PUCP, por Alejandro Muñoz, donde obtuvo las siguientes relaciones:

$\frac{A_{\max} \text{ Sismo muy raro}}{A_{\max} \text{ Sismo raro}} = 1,25$	$\frac{A_{\max} \text{ Sismo raro}}{A_{\max} \text{ Sismo frecuente}} = 2,00$	$\frac{A_{\max} \text{ Sismo ocasional}}{A_{\max} \text{ Sismo frecuente}} = 1,25$
--	---	--

**Tabla 6.15.-** Relaciones de aceleraciones utilizadas para la zona 3 del Perú.

Fuente: A. Muñoz. (PUCP)

Haciendo uso de la tabla anterior, se hallaron las aceleraciones para los sismos frecuente y ocasional, del dato de la aceleración del sismo raro (0.36g – severo) propuesto por Alva, se obtuvieron los siguientes sismos de diseño para diferentes períodos de retorno:

- **Sismo de 0,18 g:** Este sismo representa al sismo frecuente con un periodo de retorno de 45 años, y una probabilidad de ser excedida de 50% en 30 años. Corresponde a una intensidad MM entre V y VI.
- **Sismo de 0,22 g:** Este sismo representa al sismo ocasional con un periodo retorno de 75 años y una probabilidad de ser excedida del 50% en 50 años. Corresponde a una intensidad MM entre VII y VIII.
- **Sismo de 0,36 g:** Este sismo representa al sismo raro con un periodo de retorno de 475 años y una probabilidad de ser excedida del 10% en 50 años. Corresponde a una intensidad MM igual a IX.

Con lo mencionado anteriormente puede construirse la siguiente tabla 6.16, la cual relaciona período de retorno, aceleración máxima esperada e intensidad esperada.

Sismo	Período de retorno	Aceleración máxima esperada en roca	Intensidad MM
Frecuente	45 años	0,18 g	V - VI
Ocasional	75 años	0,22 g	VII - VIII
Raro	475 años	0,36 g	IX

**Tabla 6.16.-** Aceleraciones máximas e intensidades esperadas para distintos sismos en Chiclayo. Fuentes:

Alva (1993), Muñoz (2002) y Piqué (2003).

### **5.5.2.2. PELIGRO SÍSMICO LOCAL**

El peligro sísmico a escala local se estima en base a la zonificación geotécnica, geología de la zona, ensayos de microtrepidaciones y refracción sísmica. En esta investigación se recopiló información de la zonificación geotécnica de Olmos (CISMID, 1992) y el mapa geológico de la zona (INGEMMET),

Por motivos económicos no se realizó el ensayo de microtrepidaciones debido al alto costo que demanda la ejecución de dicho ensayo, lo que motivo a recurrir a estudios de ciudades (estudios de microzonificación sísmica en: Nasca, Huaraz, Arequipa y principalmente de la ciudad de Ayacucho) con características geotécnicas similares a la ciudad de Olmos en las cuales se ha llevado a cabo este ensayo de microtrepidaciones para poder correlacionar los datos y obtener los periodos para la ciudad de Olmos.

Con esta información recopilada y analizada, para la ciudad de Olmos se estimó un periodo comprendido entre 0,2 y 0,5 seg, las cuales se han descrito en tres zonas:

#### **ZONA I**

Destacan aquellas zona con periodos comprendidos entre 0.20seg. y 0.30seg., donde predominan los suelos gravosos con poco contenido de finos, gravas arcillosas, gravas limosas, y arenas arcillosos (compactas). El nivel freático se ubica a 35m. de profundidad.

#### **ZONA II**

Destacan aquellas zona con periodos comprendidos entre 0.31seg. y 0.40seg., donde predominan los suelos arcillosos y limosos de baja plasticidad, y arenas con porcentaje apreciable de arcillas y limos. El nivel freático se ubica a 35m. de profundidad.

#### **ZONA III**

Destacan aquellas zona con periodos comprendidos entre 0.41seg. y 0.50seg., donde predominan los suelos arenosos con pocos finos de baja compacidad y las arenas limosas con poco contenido de arcilla. El nivel freático se ubica a 35m. de profundidad.

**IMPRIMIR MAPA DE MICROZONIFICACION DE PERIODOS**

# **CAPITULO VI**

## **FENÓMENOS DE ORIGEN CLIMÁTICO**

### **6.1 INTRODUCCIÓN**

Los Fenómenos Climáticos pueden conducir a situaciones de desastre cuando el clima se aparta ostensiblemente de su curso regular y el hombre, contrariando a la naturaleza, ocupa áreas amenazadas por estos fenómenos, como es el caso de viviendas construidas en zonas inundables; o cuando estimula la erosión, por el mal uso del suelo. El calentamiento global de la tierra ha agravado estas amenazas.

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 cono deyectivo de un río, merced a las condiciones geomorfológicas favorables que allí se encuentren. 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.

#### **6.1.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN**

Esta etapa consistió en recopilar la mayor cantidad de información existente en la ciudad y zonas de expansión, solicitando a las diversas instituciones la información necesaria y obteniéndose: Mapas Planimétricos y Digitalizados de la Ciudad de Olmos y zonas de expansión, Informes relacionados con el Fenómeno de El Niño del 98, Drenaje Pluvial, Riego, Drenaje.

Se realizó un levantamiento topográfico, con lo que se determinó las zonas críticas de la ciudad, recorridos predominantes del flujo de agua producto de lluvias.

### **6.2 MAPA DE DIRECCION DE FLUJOS DE AGUA**

#### **6.2.1 RECORRIDOS PREDOMINANTES**

##### **Recorrido “A”:**

Este recorrido es el más representativo de la ciudad, ya que la mayor parte de las aguas pluviales van en dirección este a oeste; de las cuales se destaca el recorrido que inicia

en la calle Santo Domingo cerca al colegio Julio Ponce hasta terminar por el estadio municipal; en una longitud de 1.53 km, con un desnivel promedio de 10.87m, lo que permite la determinación de un tiempo de concentración de 37.10min, siendo este menor de 1 hora

**Recorrido “B”:**

Comienza por el Norte en las calles Pedro Nolasco, Santa Cecilia y Santa Martha hasta el estadio municipal, donde el flujo va de norte a sur; en una longitud de 812.53m, con un desnivel promedio de 14.00m lo que permite la determinación de un tiempo de concentración de 16.20min, siendo este menor de 1 hora.

**Recorrido “C”:**

Desde el sur de la ciudad, que involucra el Asentamiento Humano Alan García, en dirección noroeste al río; en una longitud de 836.43m, con un desnivel promedio de 20.00m lo que permite un tiempo de concentración de 14.60min, siendo este menor de 1 hora.

### **6.3 ACEQUIAS Y DRENES LOCALES**

En el Distrito de Olmos los drenes y Acequias que se encuentran cerca de la ciudad, así pues contamos por el Norestes con la acequia Jazmin a 150m a la izquierda del camino carrozable Simcape con una capacidad variable de 2 a 3 m<sup>3</sup>/seg, también tenemos la acequia Nuaca ubicada al Este de la ciudad con una capacidad de 1 a 1.5 m<sup>3</sup>/seg y el canal Huasimo que va desde el Noreste al Norte de la ciudad con una capacidad de 2.5 a 4m<sup>3</sup>/seg. Al Suroeste encontramos los canales San francisco y Nitape con capacidad de 2 m<sup>3</sup>/seg. En el margen derecho de la Panamericana norte, por desnivel, las aguas tienden a ir hacia el norte.

Con Relación a los drenes, la ciudad urbana y su entorno inmediato cuenta con un dren natural cercano a la laguna de Oxidación, este dren cumple la función de evacuar las aguas en dirección Suroeste hacia el río.

#### **6.3.1 ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LA CIUDAD DE OLMOS**

##### **6.3.1.1 TIEMPO DE CONCENTRACION (tc).-**

Se denomina tiempo de concentración, al tiempo transcurrido, desde que una gota de agua cae, en el punto más 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 Olmos, amerita la identificación de las rutas más predominantes y sus desniveles respectivos, de igual forma tomar en conocimiento del Tipo de Pavimento que se presenta en dicho recorrido.

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

$$t_c = 0.0195 K^{0.77}$$

Donde:

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

$$S = H / L$$

Luego:

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

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

$$t_c = 0.0195 (L^{3/2} / H^{1/2})^{0.77}$$

$$t_c = 0.0195 (L^3 / H)^{0.385}$$

Donde:

**T<sub>c</sub>** = 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.

Para superficie de concreto o asfalto:  $T'_c = 0.4T_c$

En suelo descubierto:  $T'_c = T_c$

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.

El Tiempo de Concentración, obtenido en función de las rutas más predominantes de las bajadas de agua de lluvia, señaladas en el ítem 6.3.1.1 arroja valores de  $t_c < 1$  hora.

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:  $I=12.39$  Mm./hora, donde la expresión a utilizar viene dada como:

$$Q = C. I. A / 360$$

**Donde:**

**I** : Intensidad de Precipitación, en mm / hora.

**C** : Coeficiente de Escurrimiento.

**A** : Área Tributaria de Escurrimiento, en Ha.

**Q** : Descarga en  $m^3 / \text{seg.}$

Con la que se puede calcular las Descargas por Escurrimiento Superficial, para las condiciones de:

**Para Pavimento Asfáltico**, de concreto incluyendo veredas; en su casco urbano;  $C = 0.80$ .

$$Q = 0.02753 A \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

**Para Pavimento Natural de Tierra**, con características superficiales Tipo Arcilla;  $C = 0.15$ .

$$Q = 0.00516 A \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

**Para Pavimento Natural**, con características superficiales Tipo Arena;  $C = 0.10$ .

$$Q = 0.003442 A \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

## **6.4 TIPOS DE PAVIMENTO EN LA CIUDAD DE OLMOS**

### **6.4.1. VÍAS SIN PAVIMENTO**

En la ciudad de Olmos podemos encontrar que esta problemática no solo se encuentra fuera del casco urbano de la ciudad de Olmos. Las calles que se distinguen son: **Por el Norte** con el PP.JJ. Señor de los Milagros desde la Calle Sr. de los Milagros; El PP.JJ. San Pedro desde la Calle Juan XXIII y Santa Rosa; la Lotización Villavicencio desde las calles Alfonso Ugarte y Santa Rosa; la Lotización Herederos Monja con las calles Los Claveles, Los Rosales, Micaela Bastidas, Manco Capac, Inca Garcilazo de la Vega. **Por el Este** con la Lotización Santa Rosa con las Calles Unión, Horacio, Juan Pablo Vizcardo y Guzmán, Carlos A. Salaverry, Túpac Amaru, Zevallos, Antúnez de Mayolo, Víctor Andrés Belaunde; La Lotización Santa Ana con las calles Manuel G. Deza A., Elías Rivera Muñoz, Segundo Pupuche Ramírez, San Martín, Atahualpa,

Marcelino Quiroz Arroyo, Carlos Aldana Camacho, Jesús Salvador Sotero Ramírez, Psje. Santa Cristina. **Por el Oeste** con el PP.JJ. Cruz de Chalpon limitado por las calles Santa Cecilia, San Martín; PP.JJ. La Purísima limitado por las calles Santa Cecilia, San Martín y Progreso. **Por el Sur** con el PP.JJ. Santa Isabel desde la Calle San Francisco hasta el Río Olmos.

#### **6.4.2. VÍAS CON PAVIMENTO FLEXIBLE**

Este tipo de Pavimento se encuentra ubicado en la parte sur de la de la zona urbana de la ciudad ingresando desde la carretera Panamericana. Se pueden destacar las siguientes: Calle Maximiliano Oyola, Calle San Francisco y Calle Víctor Raúl Haya de la Torre la cual conduce a la carretera Panamericana

#### **6.4.3. VÍAS CON PAVIMENTO RÍGIDO**

Este tipo de pavimento lo encontramos en su mayoría dentro del casco urbano de la ciudad de Olmos limitando este tipo de pavimento de norte a sur desde la Ca. Colon hasta la Ca. Atahualpa y de este a oeste ingresando por las Carretera Panamericana por la Ca. Santo Domingo y A. B. Leguía hasta la Ca. San Juan. Destacándose las sgtes. Calles: Ca. Colon Ca. San Juan, Ca Santa Rosa, Ca. San Pedro, Ca. Santo Domingo, Ca. Grau, Ca. Huáscar, Ca. Bolognesi, Ca. San José, Ca. San Martín, Ca. Tarata, Ca. Atahualpa, Ca. Tacna.

### **6.5 ELABORACIÓN DEL MAPA DE PELIGROS CLIMÁTICOS**

Las Inundaciones son fenómenos naturales que tienen diferentes orígenes, en la ciudad de Olmos, es originado principalmente por la acción pluvial.

Con los datos obtenidos del reconocimiento de campo, recopilación de información, cálculo de precipitaciones, Elaboración del Mapa de Direcciones de Flujos de Aguas, Mapa de Vías Pavimentadas y de los trabajos realizados en la ciudad de Olmos, se realizó el Mapa de Peligros Climáticos, donde encontramos: Áreas afectadas por enlagueamiento-inundación por lluvias.

En el Mapa de Inundaciones (**Mapa Temático de Peligros Climáticos MPC-1**) realizado, se identifican tres tipos de Inundación de acuerdo a los periodos de

concentración, capacidad de drenaje natural o artificial, grado de afectación en infraestructura y dirección de flujo predominante, siendo la clasificación, la siguiente:

**Inundación Crítica:** Este tipo de inundación se caracteriza por la recarga hídrica de las zonas o áreas topográficamente deprimidas o potencialmente inundables con escasas o nulas posibilidades de ser drenadas natural y artificialmente de acuerdo a las condiciones actuales del terreno, originándose la formación de lagunas, lo que produce Alto grado de afectación en edificaciones e infraestructura.

**Inundación Media:** Este tipo de inundación se caracteriza por la recarga hídrica de las zonas o áreas topográficamente deprimidas pero con posibilidades ser drenadas naturalmente o artificialmente a través de alcantarillas u otra obra de arte, lo que produce Mediano grado de afectación en edificaciones e infraestructura.

**Inundación Temporal:** Este tipo de inundación se caracteriza por cortos periodos de concentración, predominan las zonas de cota alta, huacas, laderas, etc., lo que produce Bajo grado de afectación en edificaciones e infraestructura.

## **PELIGRO CRÍTICO**

Comprende los sgtes:

Al Norte de la ciudad margen izquierdo de la carretera Panamericana en las cercanías que rodean a la Fabrica Procesadora de Limón PROFRUSA en la que se ubican cuatro posas de desechos considerando esta zona de Peligro Critico por la topografía que presenta una zona baja y dado que en una eventual precipitación de gran magnitud se producirían desbordes de los desechos de dichas posas hacia zonas cercanas de cultivo.

Al oeste de la ciudad la zona de la laguna de oxidación y su dren natural considerada zona de Peligro Critico ya que ante un eventual fenómeno climático como lluvias habría desbordes de la misma afectando al medio ambiente.

En los márgenes del río Olmos ya que estos no cuentan con obras de defensa ribereña, ya que ante un evento de avenidas máximas produciría desbordes afectando aquellas

viviendas correspondientes la PP.JJ. SantaIsabel que se encuentran en las cercanías del río. Ver **Mapa Temático de Peligros Climáticos. PC – 1**

## **PELIGRO MEDIO**

### **Área Urbana.-**

Comprende casi toda el área urbana ubicada al margen izquierdo de la carretera Panamericana.

Considerada esta zona de Peligro Medio por tener desniveles de Este a Oeste lo cual no producirían inundaciones considerables y por la misma topografía del terreno que permitiría el drenaje de las precipitaciones que se presentarían dado el evento climático. **Ver Mapa Temático de Peligros Climáticos PC – 1.**

### **Terrenos de Cultivo.-**

Desde el norte desde los Panales recorriendo zonas de cultivos y de Este a oeste pasando por el área urbana de la ciudad hasta las orillas del río Olmos. Al Nor Este de la ciudad desde el canal Huasimo, hasta el límite del ejido municipal (pampas de aterrizaje abandonada) en las inmediaciones del Caserío Imperial.

Esta zona es considerada de Peligro Medio porque presentan desniveles lo cual permiten ante un eventual fenómeno climático poder drenar las aguas mediante las misma topografía del terreno, el tipo de suelo (permeable) y los canales que circundan por esta zona como los canales Jazmin y Huasimo la acequia La Nuaca.

**Ver Mapa Temático de Peligros Climáticos PC – 1.**

## **PELIGRO TEMPORAL.-**

Al sur pasando los márgenes del río Olmos a excepción de la Quebrada el Siglo por encontrarse en zonas de topografía alta.

Al sur Este con el AA. HH. Alan García por encontrarse en zonas de topografía alta.

Al noroeste de la ciudad en los alrededores del cerro La Mina

**Ver Mapa Temático de Peligros Climáticos PC – 1.**

**MAPA DE FLUJO.**

## **MAPA DE INUNDACIÓN.**

# **CAPITULO VII**

## **FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO - CLIMÁTICOS**

### **7.1 INTRODUCCION**

Los fenómenos geológico-climáticos, originados por sismos o por el humedecimiento del suelo, causados por las lluvias u otros eventos climáticos, provocan deslizamientos, licuación de arenas y expansión o colapso de suelos, que son los desastres que más pérdidas económicas generan a nivel mundial.

Las arenas basan su capacidad de tomar cargas en la fricción entre sus partículas y en el peso del suelo sobre las mismas. Cuando se producen vibraciones sísmicas intensas y el suelo se asienta provocando el incremento de la presión de los espacios porosos que iguala o supera el peso que reciben, las partículas de arena se separan y quedan suspendidas en el agua, comportándose como líquidos: los objetos pesados se hunden y los livianos flotan.

En regiones semidesérticas existen suelos expansivos, cuando éstos se humedecen, incrementan notablemente su volumen provocando que su superficie se levante. Por otra parte, los suelos con estructuras macroporosas, al humedecerse pierden la ligazón entre sus partículas y colapsan. Cualquier estructura construida sobre estos tipos de suelo falla si la expansión o el colapso del suelo son significativos.

### **7.2 LICUACIÓN 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.

### **7.2.1 CARACTERISTICAS PARA LA EVALUACIÓN DE SUELOS LICUABLES**

Toda la información sobre las condiciones del subsuelo son muy importantes para elaborar el Mapa de Licuación de suelos de un área determinada, las características para esa evaluación de los suelos son:

#### **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 6.1**, 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 6.1**.

#### **De Acuerdo a su Estratigrafía.**

De acuerdo a 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:

- Depósitos de arena: Arenas con diferentes composiciones granulométricas existentes hasta profundidades por lo menos de 20 metros.
- 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.

- Estratos delgados de arena suprayaciendo sobre arenas gravosas: En este tipo de estratos la licuación está asociada con la abundante agua artesiana del terreno.

### **De Acuerdo a la Densidad de La Arena.**

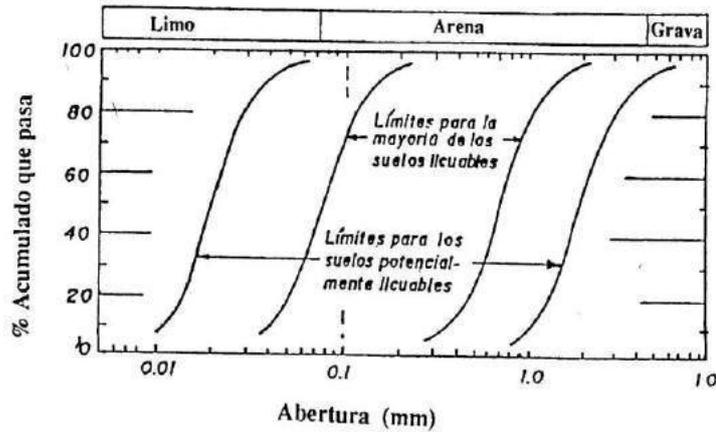
Cuando un estrato de arena se identifica que posee potencialmente el efecto de daño en vista de un perfil desfavorable como los descritos anteriormente, se debe examinar a continuación la densidad del estrato de arena.

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 D50 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.

### **7.2.2 FACTORES QUE INFLUENCIAN EL DAÑO EN EL TERREMOTO POR LICUACIÓN INDUCIDA**

Uno de los factores que influyen la manifestación superficial de licuación es el espesor de la capa de suelo no licuable que suprayace el depósito de arena propensa a licuar. Si la capa superficial es delgada, la presión de poros del estrato de arena licuado subyacente será capaz de romper fácilmente el estrato de suelo superficial que no licuó, causando de este modo la ruptura del terreno produciendo en la superficie volcanes de arena y fisuramiento. Por otro lado si la capa de suelo superficial es lo suficientemente fuerte para causar una brecha en el estrato superficial, y en consecuencia no habrá manifestación superficial de licuación, aún si esta ocurre en alguna profundidad del depósito. En vista de estas consideraciones, el primer paso es especificar un valor crítico del espesor del estrato de suelo superficial no licuable.



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

FIGURA 6.1

Cuadro 6.5.1.1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON POTENCIAL LICUACIÓN

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

CUADRO 6.1

**Fuente:** Estudio de Microzonificación de la Ciudad de Morrope-INDECI-PNUD

El espesor de arena licuable por si mismo ejercerá una profunda influencia en el desarrollo de una brecha a través de la capa superficial. Si el estrato de arena licuada es delgado, la presión ascendente resultante no será suficientemente poderosa para causar el colapso del estrato superficial. Por lo tanto el lugar puede ser identificado como libre de daño debido a licuación. El efecto opuesto puede esperarse que ocurra si el estrato de arena es lo suficientemente grueso. De acuerdo a esto el segundo paso es estipular un valor crítico del espesor del estrato de arena potencialmente licuable.

Una guía del contexto anterior fue adoptada por Ishihara y Ogawa en 1978, al establecer un mapa de Microzonificación para el área del centro de Tokio. En esta área la estratificación superficial esta caracterizada por la presencia de un depósito de arena aluvial subyaciendo rellenos superficiales de una miscelánea de arcillas, lodos, arenas y piedras, los cuales están considerados exentos a la licuación. El estrato de arena potencialmente licuable esta subyaciendo en muchos casos por material aluvial de arcillas y limos, pero a veces por depósitos de arena densa de origen aluvial.

Estudios hechos en Japón de terremotos y zonas afectadas por licuación mostró que el efecto dañino de licuación es causado sobre la superficie del terreno cuando el espesor del estrato superficial es menor de aproximadamente 3 m. También se indicó que con el espesor de este estrato menor de 3 m. el efecto dañino debido a la licuación se ve en cierta forma reforzado, si el espesor del estrato licuable subyacente es de 3m.

Ver Figura 6.2. Debe notarse que este cálculo aproximado fue establecido para terremotos con 200 a 300 gls en términos de máxima aceleración horizontal del terreno.

### **7.2.3 ZONAS DE PROBABLE LICUACION EN LA CIUDAD DE OLMOS Y ZONAS DE EXPANSIÓN.**

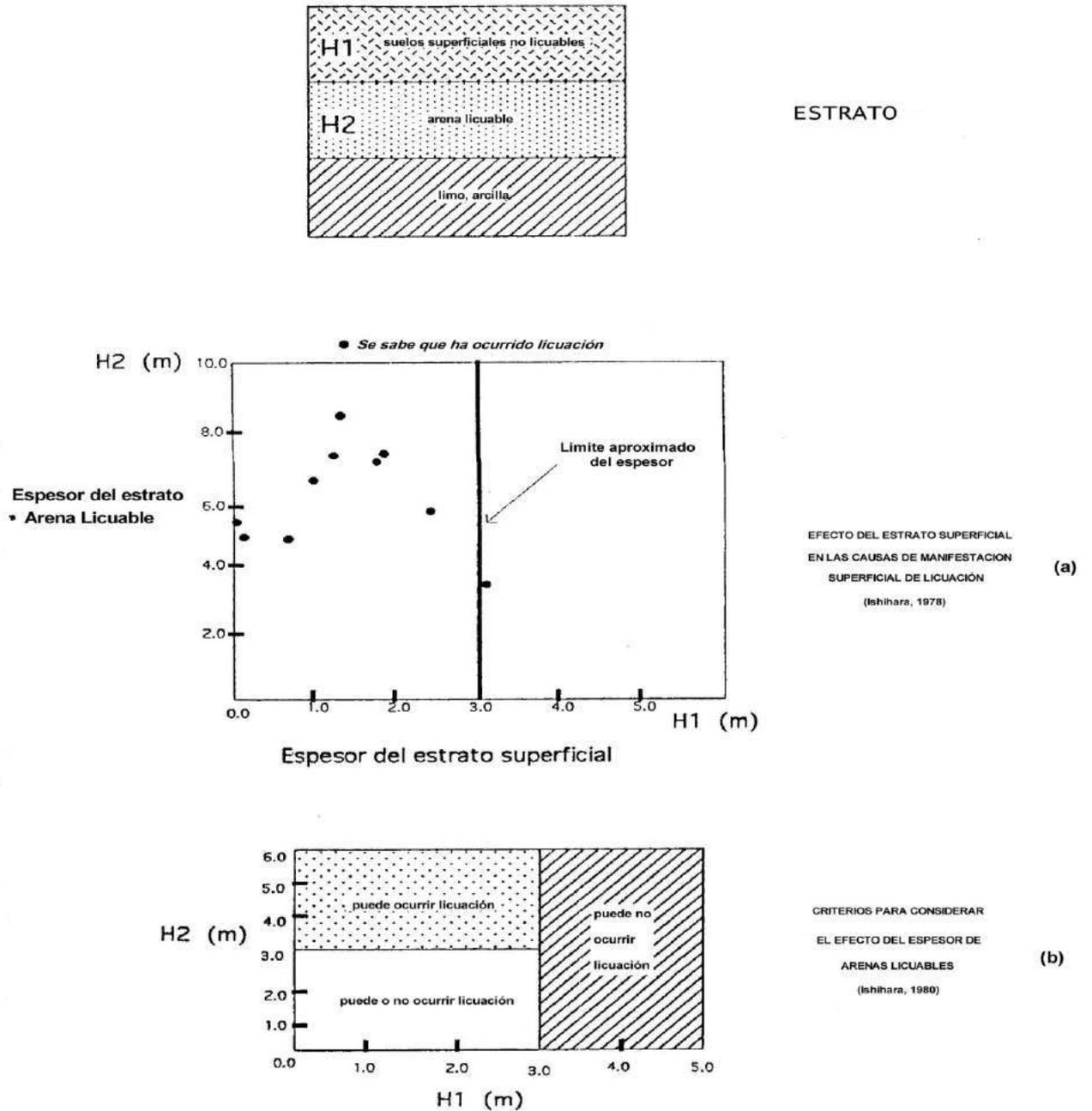
Tomando en consideración los criterios descritos en el Item 6.2.1, podemos establecer que en la ciudad de Olmos, predominan las zonas propensas a sufrir una Licuación de Media a Baja Intensidad siendo estas zonas las siguientes.

#### **Licuación Media.-**

Se ha clasificado como Zona de Licuación Media a la que presenta Tipo de Suelo arenosos, arenas mal gradadas, y gravo arenosos, pero posee bajo nivel de afectación por el nivel freático que se encuentra por debajo de los 20m y está ubicado en zona de Inundación Media a Temporal por topografía del terreno, lo que hace menos probable la ocurrencia de este fenómeno; en las zonas norte y este de la ciudad desde los Panales pasando por áreas de propiedad de la fábrica PROFRUSA y recorriendo por zonas de cultivo por donde cruzan la acequia La Nuaca, el Canal Huasimo y el Canal Jazmin, hasta llegar a las inmediaciones del Caserío Imperial.. **Ver Mapa de Licuación ML-01.**

**Licuación Baja.-**

Esta Intensidad se presenta en toda el área urbana y gran parte del área de Expansión; además en la parte sur de la ciudad donde se encuentre el asentamiento humano Alan García y la Quebrada el Siglo. **Ver Mapa de Licuación ML-01.**



**Figura 6.2**

**Fuente:** Estudio de Microzonificación de la Ciudad de Morrope-INDECI-PNUD.

### 7.3 EXPANSION DE SUELOS

Suelos expansivos son aquellos que incrementan significativamente su volumen al variar las condiciones ambientales donde se encuentran depositados. 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.

**Tabla 6.1.**

**Potencial de Expansión según el valor del Índice Plástico (IP)**

Potencial de Expansión	IP (%).
Muy alto.	Mayor que 32.
Alto.	23 a 45
Medio.	12 a 34.
Bajo	Menor que 20.

**Fuente:** Ingeniería de Cimentaciones (Resumen). Crespo Villalaz.

#### **7.3.1 ZONAS CON PROBLEMAS DE EXPANSIÓN DE SUELOS EN LA CIUDAD DE OLMOS**

En la Ciudad de Olmos se presentan suelos finos Limo o Arcilla de Baja plasticidad, por lo que disminuye la probabilidad de que se produzca éste fenómeno; destacándose las siguientes Zonas: Al Sur del área urbana con el PP.JJ. Santa Isabel; Al Oeste de la ciudad, en zonas de cultivos y laguna de oxidación, limitando con la comunidad de campesinos. Al Suroeste de la ciudad en dirección al camino El Muerto y al canal Nitape y San Francisco. **Ver Mapa Expansibilidad del Suelo ES – 1.**

## **MAPA DE LICUACIÓN DE SUELOS**

## **MAPA DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS**

# **CAPITULO VIII**

## **MEDIO AMBIENTE**

### **8.1 INTRODUCCION**

La polución del aire, el agua y la tierra, vienen haciendo del entorno urbano un ambiente agresivo contra la salud del hombre. La contaminación atmosférica causada por los escapes de vehículos automotores y ciertas industrias, está causando problemas respiratorios en importantes metrópolis localizadas lejos del mar, donde la topografía impide una adecuada circulación de los vientos.

La contaminación de la tierra en las ciudades se produce por el derrame de sustancias contaminantes o peligrosas como petróleo y sus derivados, que impregnan la superficie del suelo y a veces penetran hasta contaminar el agua subterránea, la falta de drenajes para desalinizar los terrenos de cultivo son entre otros, factores que debemos prever para preservar nuestro medioambiente.

### **8.2 SITUACIÓN AMBIENTAL DE LA CIUDAD DE OLMOS**

#### **8.2.1 CONTAMINACIÓN DEL SUELO**

Se entiende por contaminación del suelo, el proceso por el cual elementos físicos, biológicos, tecnológicos y económicos, derivados de las interacciones humanas, producen efectos negativos sobre el suelo.

Los lugares de descarga de desechos sólidos en gran volumen quedan inhabilitados para uso agrícola y recreacional.

#### **Efectos de la Contaminación del Suelo**

- Exceso o carencia de humedad.
- Falta de drenaje
- Insuficiente profundidad del suelo productivo.

- Salinidad del estrato de saturación del suelo.
- Exceso de materia orgánica.

### **8.2.1.1 Situación del Suelo en la Ciudad de Olmos**

Olmos es una Ciudad en Expansión, carece de Plan Director, por lo que su crecimiento es desordenado, sus actividades productivas son agrícolas, ganaderas y comercio, cuenta con una fabrica procesadora del limón (PROFUSA) que no da tratamiento a sus residuo orgánicos.

Dentro de los principales factores que contribuyen al deterioro de la calidad del suelo en la ciudad de Olmos tenemos:

**Falta de Tratamiento de Residuos sólidos**, en la actualidad el Distrito de Olmos tiene un área destinada para el arroj de desperdicios que no cuenta con un manejo tecnificado, ni tratamiento preliminar de los mismos, se encuentra ubicado fuera del área urbana, al **NE** de la ciudad ocupando un área de 200 m<sup>2</sup> aproximadamente; por lo que no afectaría el área de estudio; sin embargo es un tema que se debería tomar en cuenta para el medio ambiente del distrito.

La Ciudad de Olmos no cuenta con Relleno Sanitario para tratar desperdicios ni para realizar tareas de Reciclaje de residuos sólidos

**Falta de Drenaje de Suelos Agrícolas**, Olmos como distrito es una ciudad netamente agrícola, sus cultivos predominantes son el limón, maracuyá; sin embargo con el proyecto de irrigación de las pampas de olmos va aumentar la variedad de productos agrícolas; los mismos que van aumentan considerablemente el nivel freático de la ciudad urbana lo que a su vez puede hacer aflorar la sal del subsuelo por lo que se debería contar con un adecuado sistema de drenaje para evacuar las aguas en exceso y las producto del lavado del suelo hacia la red de drenaje existente

**Falta de tratamiento a las Pozas de Desechos de la Procesadora de Frutas S.A. (PROFUSA)**

Esta es la principal fuente de contaminación de la ciudad urbana por carecer de un tratamiento de las pozas de desechos las cuales se ha realizado un estudio para determinar el impacto ambiental generado denominado: **Valoración de la Intensidad de Impacto Ambiental de las pozas de desechos de la procesadora de frutas.S.A.**

**(PROFUSA) empleando el método de BATELLE – COLUMBUS.** Este estudio se detallara más adelante

## **8.2.2 CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

El líquido primordial para la vida en la tierra está siendo irracionalmente contaminado. En algunos países en vías de desarrollo, el deterioro de la calidad del agua está atentando de manera crítica contra la salud humana; en muchos ríos y lagos la desaparición de los peces es alarmante. Hasta la primera parte del siglo XX, el poder autopurificante de las aguas, ayudado por bacterias benéficas que eliminan materia orgánica descompuesta, mantenían las aguas con calidad aceptable. Con la descarga masiva de desagües municipales e industriales, han sido sobrepasados ampliamente los límites de la autodepuración. A esto se agregan efluentes que contienen nuevas sustancias químicas tóxicas que no pueden ser eliminadas por autodepuración. Esta alarmante situación debe ser revertida con el concurso de todos los interesados en defender la salud de nuestro planeta.

### **8.2.2.1 Situación del agua en la Ciudad de Olmos**

La entidad encargada de brindar el Servicio de Agua Potable es la Empresa Prestadora de Servicios de Lambayeque - EPSEL S.A.

Este Servicio se provee a través de 02 pozos tubulares ubicado al norte a 1.8km aprox. del centro de la ciudad y a la derecha de la Panamericana Norte; llevando las aguas a un reservorio construido sobre el cerro la Mina a 30.00 m. del nivel de terreno natural en el que se ubica el Ministerio Agricultura a 950.00m. aprox. al norte del centro de la ciudad.

Este servicio se brinda con instalaciones directas a las redes domiciliarias, en los sectores marginales la población se abastece mediante pozos tubulares artesanales impulsados con bombas electromecánicas y en otros existen piletas.

El 90% de la población tiene acceso al servicio de agua para consumo de domestico.

	Pozo N°	Ubicación	Horario de Bombeo
<b>Olmos</b>	P-1, P-2	norte a 1.8km aprox. del centro de la ciudad y a la derecha de la Panamericana Norte	6.30 a.m. a 1.00 p.m. y de 5.00 p.m. a 6.30 p.m.

**Cuadro 8.3 Datos Generales Abastecimiento ESPEL**

**Fuente:** Municipalidad de Olmos

El análisis del agua se realiza quincenalmente, el **cuadro 8.4** muestra uno de los últimos sondeos realizados, el cual indica que los valores concentrados de cloro residual libre se encuentran dentro de lo normal, siendo diferentes debido a los equipos y reactivos químicos utilizados por ambas instituciones.

**Cuadro 8.4 Análisis de valores de Cloro Residual de Agua – Pozo ESPEL Olmos**

	Pozo N°	Dirección	Cloro Libre Residual (mg/L)	
			MINSA	EPSEL S.A.
<b>OLMOS</b>	P-2	C. Santo Domingo # 424	0.60	0.70
		C. Tarata# 254	0.60	0.80
		C. San Juan # 408	0.60	0.75
		C. Huascar # 165	0.60	0.80

**Fuente:** EPSEL Olmos – sondeo 16/12/07

#### **Reglamentación para la Calidad del Agua.-**

Ley General de Aguas (29/Jun/1969): El agua de bebida debe estar libre de gérmenes patógenos procedentes de la contaminación.

Guías para la calidad del agua potable – OMS (1983): Las aguas potables deben cumplir con los siguientes requisitos:

Coliformes Totales = 0.0 en 100ml de muestra

Coliformes Fecales = 0.0 en 100ml de muestra

Coliformes Totales  $\leq 3.0$  en 100ml de muestra. Ocasionalmente en algunas muestras pero no en consecutivas

Normas Internacionales del Agua Potable (1972): Las aguas potables deben cumplir con los siguientes requisitos:

Coliformes Totales = 0.0 en 100ml de muestra

Coliformes Fecales = 0.0 en 100ml de muestra

Coliformes Totales  $\leq 10.0$  en 100ml de muestra. Ocasionalmente en algunas muestras pero no en consecutivas

Para el análisis de cloro residual libre, **MINSA** emplea un comparador Colorímetro de Disco Móvil complementándolo con un reactivo químico DPD en sachets con contenido en pastillas, y los resultados deben comprender entre:

0.00 hasta 0.20 contenido de cloro bajo

0.20 hasta 0.60 contenido de cloro Normal

0.60 hasta 0.80 contenido de cloro Alto

Epsel emplea un equipo comparador Colorímetro de Plaza Estacionaria empleando un reactivo químico DPD en sachets con contenido en polvo, y los resultados deben comprender entre:

0.00 hasta 0.40 contenido de cloro bajo

0.40 hasta 0.80 contenido de cloro Normal

0.80 hasta 1.00 contenido de cloro Alto

Y su comparación con los Límites Máximos Permisibles estipulados en la reglamentación nacional vigente para fuentes de abastecimiento de agua: Ley General de Aguas DL N° 17752, Aguas de Clase I.

#### **Reglamentación Nacional Vigente:**

Ley General de Aguas (DL N° 17752) Aguas de Clase I: Aguas de Abastecimiento doméstico con simple desinfección.

Reglamento de los requisitos oficiales físico químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables (Hierro y Manganeso juntos 0,5 mg/L).

Aguas Blandas	:	0 - 75 mg/L
Aguas Moderadamente duras	:	75 - 150 mg/L
Aguas duras	:	150 – 300 mg/L
Aguas muy duras	:	más de 300 mg/L

### **8.2.2.2 Situación del aire en la Ciudad de Olmos**

No existen antecedentes sobre estudios del estado del aire en la ciudad de Olmos, el SENAMHI, recientemente se ha implementado un sistema experimental de monitoreo de la calidad del aire en la ciudad de Chiclayo, pero en el caso de la presente investigación, se han tratado de ver las fuentes de contaminación que pueden estar afectando el medioambiente de la Ciudad.

En Olmos hacia el sector Norte de la ciudad urbana, existen Pozas de desechos orgánicos por parte de la Procesadora de Frutas S.A. (PROFUSA), esta fabrica vierten sus desechos a unas pozas que no tienen ningún tratamiento de mitigación la cual por acciones de los rayos solares emana malos olores que llegan a toda la ciudad produciendo de esta forma el malestar de los pobladores.

### **8.2.3 VALORACION DE LA INTENSIDAD DE IMPACTO AMBIENTAL DE LAS POZAS DE DESECHOS DE LA PROCESADORA DE FRUTAS S.A. (PROFUSA) EMPLEANDO EL MÉTODO DE BATELLE - COLUMBUS.**



**Foto N° 01**

El área de estudio es el Medio ambiente de las pozas de desechos de la procesadora de frutas. (PROFUSA); las cuales se encuentran rodeando la fabrica PROFRUSA; estas

se ubican al norte de la ciudad de Olmos aproximadamente a unos 1.5 Km. del centro de la ciudad.

**Características:** En el área de influencia del estudio:

- ❖ **Suelo:** arena arcillosa con poca grava, los estratos no son de buena consistencia, el nivel freático de la zona se encuentra como mínimo a 15 m.
- ❖ **Topografía:** se trata de una zona relativamente plana de fácil acceso y terrenos eriazos.
- ❖ **Clima:** En la temporada de verano es caluroso y en el invierno, la temperatura desciende regularmente; en cambio en la estación primaveral y otoño se forman templados. La temperatura ambiental en el verano oscila entre los 32 grados Celsius, bajando en invierno hasta los 18 grados.  
Generalmente, durante los meses de enero a marzo, suelen presentarse lluvias de regular intensidad.

### **SITUACIÓN PROBLEMÁTICA**

- ❖ Las pozas de desechos de la Procesadora de Frutas S.A. (PROFRUSA) se encuentran cerca a la población urbana de Olmos, cuya salud se ve afectada por las constantes emanaciones de malos olores, siendo permanentes desde el funcionamiento de dichas pozas. Esto constituye un problema muy serio dado que atenta contra la calidad ambiental y consecuentemente la calidad de vida de la población.
- ❖ En la construcción de estas pozas de desechos no se ha considerado un plan de contingencia ante la presencia de un fenómeno del niño, como ya a ocurrido en años anteriores, el agua de lluvia llena las pozas y estas se desbordan afectando los terrenos vecinos. El desbordamiento también ocurre cuando se supera la capacidad de almacenaje de las pozas. En este proceso los olores se transportan, originando una atmósfera no muy agradable para los habitantes que son afectados.
- ❖ La falta de limpieza y mantenimiento adecuado de las pozas agravan aun más la presencia de malos olores en el ambiente.

## **PROBLEMA**

- ❖ ¿Qué factores son los más afectados por la emisión de olores ofensivos de las pozas de desechos de la procesadora de frutas-PROFRUSA?

## **HIPÓTESIS**

- ❖ Aplicando la metodología de BATELLE – COLUMBUS se demostrara que las acciones: descomposición de materia orgánica, evacuación de desechos a las pozas, deforestación de la zona y mantenimiento inadecuado de las pozas, son las que generan un mayor impacto negativo a los factores: atmósfera y humano.

## **OBJETIVOS**

### **General:**

- ❖ Realizar la valoración de la Intensidad de Impacto de Las pozas de desechos de la Procesadora de Frutas (PROFRUSA), haciendo uso del método BATELLE – COLUMBUS.

### **Específicos:**

- ❖ Visitar la zona de estudio con el fin de hacer un diagnostico visual de las acciones que generan impacto, de tal manera que podamos definir nuestra matriz de identificación de impactos, que es punto inicial para poder desarrollar el método Batelle – Columbus.
- ❖ Hacer uso de la matriz de caracterización impactos de Batelle – Columbus para calcular la intensidad de impacto y poder así clasificar mediante la tabla N° 08 que tipo de impacto se está generando.
- ❖ Reflejar los valores obtenidos de la matriz de caracterizaron en otra denominada matriz de importancia, la cual muestra los valores hallados luego de aplicar el algoritmo de Batelle – Columbus.
- ❖ Analizar la matriz de valoración con el propósito de conocer las acciones más agresivas y cuáles de los factores son frágiles ante éstas.
- ❖ Exponer las conclusiones finales y las medidas de mitigación sobre los resultados obtenidos de la matriz de valorización.
- ❖ Proponer medidas de control para contrarrestar los efectos negativos de la presencia de las pozas de desechos de la Procesadora de Frutas (PROFRUSA).

## **JUSTIFICACIÓN – IMPORTANCIA DEL ESTUDIO**

- ❖ El presente estudio se justifica en la medida que ha permitido abordar un problema

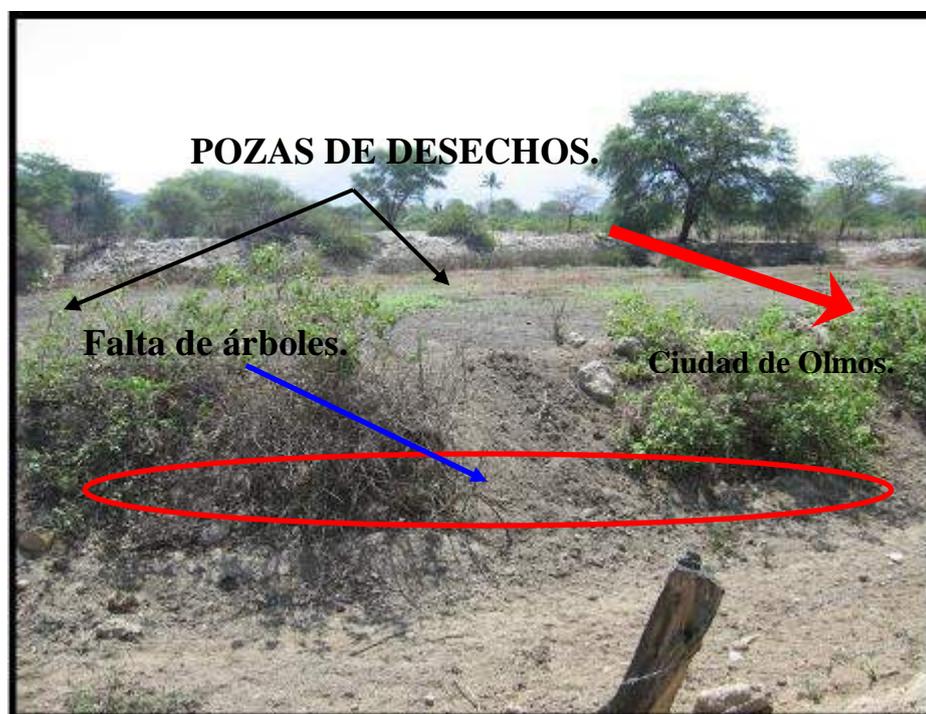
latente como lo es la emanación de olores putrefactos y mal olientes generando malestar en la población y la contaminación del aire, además resulta importante porque daremos a conocer las acciones que están generando problemas de impacto ambiental negativos en la zona de estudio y lo incomodo que es vivir en una zona donde la calidad de aire se ve afectada cada día; y frente a ello alcanzar las medidas que posibiliten su atención prioritaria mediante el desarrollo de acciones de mitigación por parte de la Procesadora de frutas (PROFUSA).

### **VARIABLES**

**7.1.- Variable Independiente** : Pozas de desechos Procesadora de Frutas S.A. (PROFUSA).

**7.2.- Variable dependiente** : contaminación ambiental por las pozas de desechos.

### **DEFORESTACIÓN DE LA ZONA.**



**Foto N° 02**

## EVACUACIÓN DE DESECHOS A LAS POZAS



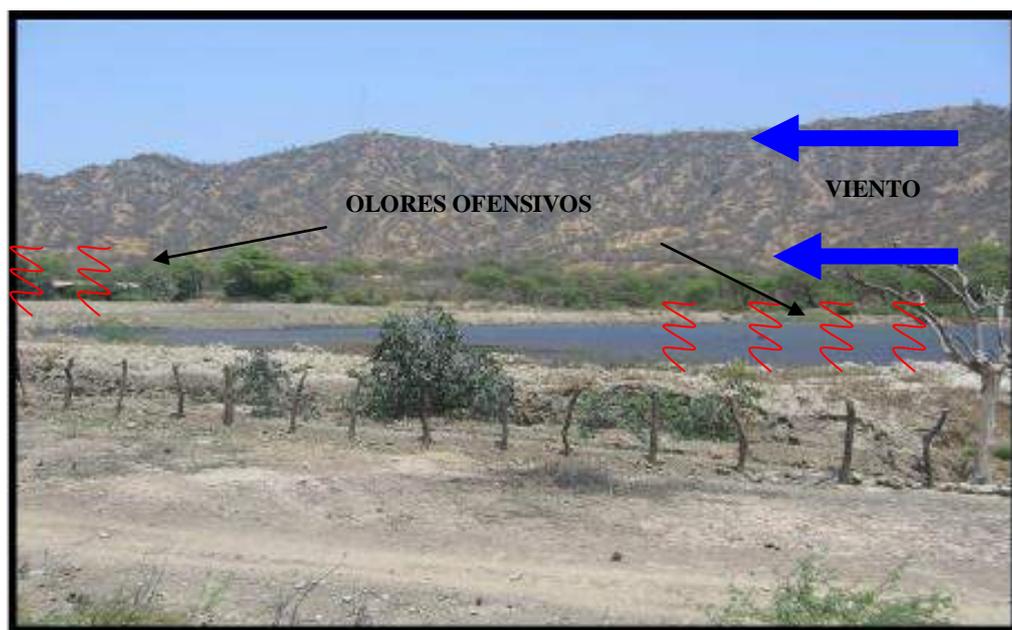
**Foto N° 03**

En la Foto N° 03 se aprecia el proceso del llenado de la poza. Junto a ella se observa otra poza llena. Ambas pozas emiten olores ofensivos contaminando el medio ambiente.

### FILTRACIÓN DE LÍQUIDOS AL SUB.-SUELO.

La filtración de líquidos al sub.-suelo se debe a que no posee una capa impermeable o un elemento (membrana, geotextil, etc.) que aisle los desechos líquidos del suelo. Además el tipo de suelo que existe en la zona es del tipo gravoso.

### DESCOMPOSICION DE MATERIA ORGANICA.



**Foto N° 04**

En la foto N° 04.- La descomposición de materia orgánica ocasiona la emanación de gases ofensivos al medio ambiente generado por las pozas se vuelve insoportable para los habitantes. Estos olores ofensivos son generados por la constante emisión de la PROFUSA y también por la falta de limpieza y mantenimiento de las pozas.

Los olores ofensivos empezaron afectar a la población desde la puesta en operatividad de la procesadora.

### **PRESENCIA DE VIENTOS DE SUR A NORTE.**

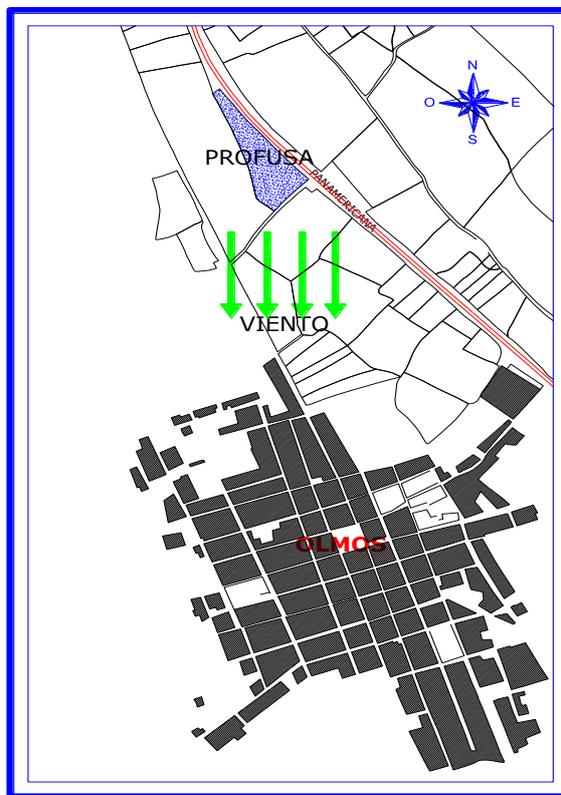


Gráfico N° 01

**Gráfico N° 01.-** Por las noches el olor putrefacto es propagado por el viento, causando malestar en la población. Los vientos son de sur a norte pero por acción del rebote de los vientos en el cerro la mina los vientos toman la nueva dirección de norte a sur, llegando a toda la ciudad urbana.

## CONTROL DE POZAS DEFICIENTE.



Foto N° 05



Foto N° 06



Foto N° 07

A simple vista se puede observar que la altura de las pozas es deficiente, además que la poza se ha llenado casi en su totalidad, no debiendo ser así porque se corre el riesgo de rebalsar ante la presencia de un fenómeno del niño (foto N° 05).

Estas pozas anteriormente han rebalsado. Su contenido ha discurrido a los campos vecinos (tierras agrícolas), gracias a un sistema de acueductos o alcantarillas (Foto N° 06 y 07) que se ubican a no menos de 50m de las pozas, si bien estas sirven para discurrir el agua de las precipitaciones, también es un arma de doble filo cuando estas pozas se desbordan.

## MANTENIMIENTO INADECUADO DE LAS POZAS



Foto N° 08



Foto N° 09



Foto N° 10

La limpieza y mantenimiento de pozas es deficiente. Una vez que las pozas alcanzan su capacidad máxima, quedan en abandono por largos periodos, emitiendo olores ofensivos, los cuales se trasladan, con la ayuda del viento, a la ciudad de Olmos. Esta contaminación ambiental es continua a pesar de los reclamos de los pobladores. Por su parte la procesadora no tiene un control de contaminación sobre sus pozas acrecentando aun más la contaminación de aire.

## ELABORACION DE MATRICES

### Método de Batelle:

Consiste en tener criterio para valorizar la importancia de impacto a través de parámetros y factores ambientales, este método usa una ecuación algorítmica:

$$IP = \pm [3In + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Donde:

- I:** Intensidad (Grado de destrucción)
- EX:** Extensión (Área influencia)
- MO:** Momento (Plazo de manifestación)
- PE:** Persistencia (Permanencia efecto)
- RV:** Reversibilidad (Reconst. del factor afectado por el proyecto)
- SI:** Sinergia (Regularidad de la manifestación)
- AC:** Acumulación (Incremento progresivo)
- EF:** Efecto (Relación causa - efecto)
- PR:** Periodicidad (Regularidad manifestación de efecto)
- MC:** Recuperabilidad (Reconstrucción por medios humanos)

### CUADRO IMPORTANCIA DEL IMPACTO

$$I = \pm [3 In + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$



Luego de calcular el valor de **IP** analizamos en que tipo de Impacto nos encontramos:

<b>IP</b>	<b>Tipo de Impacto</b>
IP < 25	Impacto irrelevante
25 ~ IP ~ 50	Impacto moderado
50 ~ IP ~ 75	Impacto severo
~ IP > 75	Impacto crítico

**Matrices:** Para poder empezar con el desarrollo de las matrices debemos primero describir los factores impactados y las acciones impactantes, que es como sigue:

**Factores Impactados:** Los factores impactados tomados en cuenta son: **ATMOSFERA, SUELO, AGUA, FLORA, HUMANOS, ECONOMÍA Y POBLACION.**

**Acciones Impactantes:** Después de haber visitado la zona de estudio y haber realizado observaciones visuales y poder constatado el problema, deducimos que las acciones que más generan impacto son las siguientes:

- Deforestación de la zona.
- Evacuación de desechos a las pozas.
- Presencia de vientos de Norte a Sur.
- Control de pozas deficiente.
- Filtración de líquidos al sub-suelo.
- Descomposición de materia orgánica.
- Mantenimiento inadecuado de las pozas.
- Desborde por lluvias.
- Disposición final de desechos.

Las matrices se muestran en la parte de ANEXOS.

## ANÁLISIS DE MATRICES.

- **Matriz de Identificación de impactos:** Después de haber concluido con el llenado de esta matriz se analizó lo siguiente:
  - ❖ Las acciones que más generan impactos negativos son “Descomposición de materia orgánica”, “mantenimiento inadecuado de las pozas”, “control de pozas deficiente” y “Deforestación de la zona” afectando al factor **ATMOSFERA**.
  - ❖ La acción que más impacto negativo causa en el medio Socioeconómico es la de “Descomposición de materia orgánica”, repercutiendo en el factor **HUMANOS**.
  
- **Matriz de Importancia:** Luego de haber realizado el cálculo de la intensidad de impacto por medio de la **matriz de caracterización**, los valores obtenidos en ésta (matriz de caracterización) las pasamos a la **matriz de importancia** de la cual surge lo siguiente:
  - ❖ En el Medio Físico el factor más afectado es la **ATMOSFERA** producto de las fuertes emanaciones de olores malolientes y putrefactos que despiden las pozas de desechos debido a la “Descomposición de materia orgánica” y también por el “Mantenimiento inadecuado de las pozas”.
  - ❖ En el medio socioeconómico el factor más afectado es **HUMANOS** producto de la emisión de gases malolientes que genera las pozas de desechos debido a la “Descomposición de materia orgánica”. También es afectado por la “Presencia de vientos de Norte a Sur”.
  
- **Matriz de Valoración:** Una vez obtenida la Matriz de Importancia se procederá a calcular la Matriz de Valoración donde hallaremos valores que representaran que factores son los más frágiles, y cuál de las acciones es o son las más agresivas; para luego presentar los siguientes análisis:
  - ❖ Si nos referimos al Medio Físico, de todos los factores el más afectado o el más frágil es la **ATMOSFERA** con un valor de **Ir= 73** que nos define la fragilidad de

este factor, reflejándose en **Olores** desagradables y putrefactos, debido a la agresividad con que se manifiestan la “**Descomposición de materia orgánica**” en las pozas de desechos de PROFRUSA.

- ❖ De igual manera realizamos el análisis respectivo para el Medio socioeconómico tenemos que el factor que resulta con mayor fragilidad es el factor **HUMANOS** con su valor respectivo de **Ir=75**, repercutiendo en la salud, calidad de vida y generando molestias en la población de Olmos; esto por causa de la emisión de olores ofensivos producto de la Descomposición de materia orgánica.

## CONCLUSIONES

Del análisis realizado a la matriz de valoración se pueden desprender las siguientes conclusiones:

- ❖ De los factores del medio físico analizados los más afectados son la **ATMÓSFERA** producto de las constantes emanaciones de gases malolientes desprendidas de las pozas de desechos y de la falta de limpieza y mantenimiento de las mismas, emanaciones que son percibidos por la población a manera de olores putrefactos.
- ❖ La pérdida de vegetación en los alrededores de las pozas agrava aún más la situación, debido a que no existe una cortina vegetal capaz de controlar o mitigar la emisión y expansión de olores putrefactos, generados por la descomposición de materia orgánica.
- ❖ El control de pozas es deficiente, debido a que ha ocurrido derrames del líquido que se vierte a la poza de desechos.
- ❖ Falta de un plan de contingencia para casos de desborde de pozas.
- ❖ Los desechos vertidos en las pozas, permanecen depositados por largos periodos de tiempo, esto genera y ayuda a la emisión de olores ofensivos.

- ❖ Los desechos que son evacuados de las pozas para su limpieza, son apilados cerca estas, para su posterior incineración.
- ❖ En el medio socioeconómico el factor más afectado son los **HUMANOS**, debido a las permanentes emanaciones de gases malolientes desprendidos por las pozas de desechos. La emisión de gases afecta la calidad de vida, bienestar y salud de la población.
- ❖ La deforestación de la zona ayuda al viento a trasladar los olores desagradables que genera las pozas de desechos, producto de la descomposición de materia orgánica, hacia la ciudad de Olmos.
- ❖ No existe una preocupación permanente de las autoridades del ministerio de Agricultura, de Salud (DIGESA), INDECI, Comunidad campesina, de la propia empresa PROFUSA; en vigilar y monitorear la emisión que produce las pozas y como afecta a la población.

## **RECOMENDACIONES**

- ❖ El bagazo (desecho de la procesadora) se puede emplear para preparar enmalezadas para el ganado. Reduciendo así el nivel de contaminación.
- ❖ Se recomienda el uso de geotextiles en todas las pozas para evitar que se contamine el subsuelo.
- ❖ La altura de las pozas es deficiente en caso de desborde tener un plan de contingencia para evitar que estas contaminen los terrenos vecinos y generen un foco infeccioso en la zona.
- ❖ Introducir barreras vegetales mediante la reforestación de la zona y alrededores de la procesadora para evitar que los olores se propaguen y no afecten a la población.
- ❖ Control del nivel de emisión de gases que emite las pozas de desechos.

- ❖ Monitoreo constante del nivel de emisión de gases que emite las pozas de desechos.
- ❖ Limpieza periódica de las pozas de desechos. Así se evitara que aumente la contaminación del aire.
- ❖ El producto generado por la limpieza de las pozas no se debe quemar o depositar cerca de de las pozas, estos desechos deben ser llevados a un relleno sanitario o adecuar una zona para su depósito final.
- ❖ Las autoridades respectivas (Municipalidad de Olmos, INDECI, DIGESA, etc), ejecuten evaluaciones y revisiones periódicas sobre el nivel de contaminación del aire.

## **MAPA DE PELIGROS ANTRÓPICOS**

# **CAPITULO IX**

## **SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA URBANA**

### **9.1 INTRODUCCIÓN**

La ciudad de Olmos, es uno de los centros urbanos de La Región Lambayeque, cuenta con una población para el año 2008 de 9,500 habitantes aproximadamente, sus actividades económicas son: MANUFACTURERO como los aserraderos y planta industrial procesadora de frutas (PROFUSA); COMERCIO como la Venta de abarrotes, agroquímicos, mercados de abasto y SERVICIOS como Restaurantes, mecánicos, empresas de asesoramiento para fruticultura, centros de acopio, transportes distritales y urbanos, Cabinas de Comunicación, hoteles, recreos.

Los principales peligros que amenazan a la ciudad están relacionados con la presencia del Fenómeno El Niño, presentándose fuertes precipitaciones pluviales, 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 tomar conciencia de esta situación.

### **9.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA**

<sup>1</sup> Olmos tiene un historial muy digno de resaltar, más aún si la población tiene carácter enigmático. Antiguamente Olmos se llamaba COPIS y los principales asentamientos humanos olmanos se congregaban en las zonas más altas del distrito. Entre los años 1200-1400, destacaban grupos definidos en sus posesiones, dedicados todos ellos a la agricultura. La mayor parte de ellos se ubicaban en los sitios Lapilcapuc, Ysincape, Racalí, Cutirrape y Puquio.

---

<sup>1</sup> PLAN DE DESARROLLO CONCERTADO 2020

Olmos es el primer pueblo lambayecano donde llegaron los españoles; fue en la tarde del 20 de octubre de 1532, Francisco Pizarro y sus hombres llegan al Sector de Fíloque, donde encuentran una laguna natural (puquio) y se dispuso descansar unas cuantas horas, tiempo que se empleó para abreviar los caballos y mulas y para conocer el lugar, donde se levantaban cercos perimétricos de adobe y madera.

En el pueblo de Copis (antiguo olmos), hasta inicios del siglo XVI, se hablaba el idioma mochic y el Sec, en algunos ayllus de la parte noroeste. Incluso, hasta la actualidad subsisten vocablos que son utilizados en la rutina diaria por los olmanos como por ejemplo: Kayte, Siyuque, Yagal, Kopo, Piruru, Cholu, Kukuli.

Cuando los conquistadores, pasaron por éstas tierras con destino a la ciudad de los Reyes (Lima), se encontraron con la existencia de árboles robustos muy parecidos al Olmo que crecía en Europa. Estas especies se encontraban en las cercanías de Filoque y del río Olmos. Como una de las formas de identificar estos lugares y perennizar su nombre, los españoles decidieron llamarlos La Tierra de los Olmos. Este árbol que existían, era el conocido “Palo Blanco” con características similares al Olmo de España y que erróneamente los conquistadores lo llamaron como tal. Se bautizó con el nombre del pueblo de Santo Domingo, en honor al predicador Domingo de Guzmán y el de Olmos por las consideraciones antes indicadas.

**OLMOS COMO CIUDAD:** Gracias, a las gestiones, del entonces alcalde de la municipalidad distrital, mayor GC(r) José Gvicondito Oliden Camacho, la Villa de Olmos es elevada a categoría de ciudad. Este acontecimiento ocurre el 18 de diciembre de 1986, mediante Ley 24596, suscrito por el presidente del Senado Armando Villanueva Campo y de Diputados, don Fernando León de Vivero.

Es conveniente afirmar, que a partir del año 1981, cuando se restituye la elección democrática de los alcaldes, la localidad de Olmos avisa los primeros avances urbanísticos, con obras de infraestructura de Ornato, dada por Esteban Torres Maco, que había ganado el primer proceso electoral municipal de los últimos veinte años.

El progreso de Olmos se reflejó aun más durante los dos periodos del alcalde José Oliden Camacho, quien ostenta la más alta votación que registra la historia de las elecciones municipales (70 por ciento). A la remodelación, del parque municipal, se sumó la construcción de palacio municipal, del estadio de la localidad, campo ferial y otras.

Entre 1990 a 1995, el trabajo de pavimentación de calles, se evidencia visiblemente por obra del alcalde Hugo Hernán Maza Monja, el mismo que dispone también la compra de equipos de recepción y transmisión de señales de televisión, para que los olmanos de la zona urbana accedan a observar con nitidez los programas de entretenimiento. Las obras de ornato urbanístico, se sucedieron más adelante y en la gestión edilicia del abogado y ex congresista Willy Serrato Puse, el deporte olmano, sobre todo el fútbol se beneficio con la instalación de la malla olímpica, tribuna y refacción del estadio municipal. Este coloso deportivo recibió a los equipos profesionales de Alianza Lima, Universitario de Deportes, Atlético Torino de Talara. El bello arco de entrada a la ciudad, La Piscina Municipal, Centro de Convenciones y baños públicos, fueron gestiones de Serrato Puse.

A inicios de 1997, la ciudad, olmana, queda conectada a nivel nacional e internacional, con la instalación de la Telefonía Pública, servicio dotado y administrado por Telefónica del Perú. De igual forma con el Tendido del Sistema Interconectado Centro Norte, se amplía a 24 horas diarias el servicio de energía eléctrica en toda la ciudad, quedando expedito el incremento hacia caseríos del Norte del distrito.

En febrero de 1998, como producto de las torrenciales lluvias, propias de Fenómeno del Niño, la Centenaria Iglesia Matriz, sufrió una caída de sus torres, las mismas que fueron restauradas en septiembre de 1999.

En el año 2000, la autoridad municipal, es decir el alcalde Hugo Hernán Maza Monja, dispone la remodelación total del parque principal que actualmente luce un nuevo aspecto. No solo las intenciones de progreso y desarrollo se dio en la zona urbana, sino que este aspecto fue imitado, aunque en menor proporción, en algunos caseríos, como Insculas, Capilla Central, El Puente, Corral de Arena, Ñaupe, Calera Santa Isabel y El Pueblito, que han sido elevados a Centros Poblados Menores, con sus respectivas municipalidades delegadas y con autonomía para prestar servicios municipales a sus pobladores.

### **9.3 USO ACTUAL DE SUELO Y SU PROBLEMÁTICA**

#### **9.3.1 USO DE SUELO**

La población del Distrito de Olmos, entre los años 1940 – 2005, se ha incrementado en un 503%, tal como se puede deducir de la información en el Cuadro 12, así mismo la

dinámica poblacional, respecto a su procedencia (urbana o rural) también ha mantenido un incremento constante, siendo la población rural cada vez alrededor del 75% del total de la población.

Cuadro 12 : Evolución demográfica distrital:

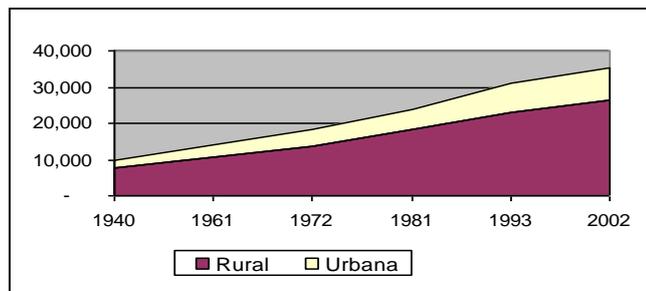
AÑO	TOTAL	RURAL	URBANA
1940	9816	7632	2184
1961	14077	10449	3628
1972	18192	13792	4400
1981	23867	18166	5701
1993	31045	23188	7857
2005	41222	30227	10995

Fuente INEI

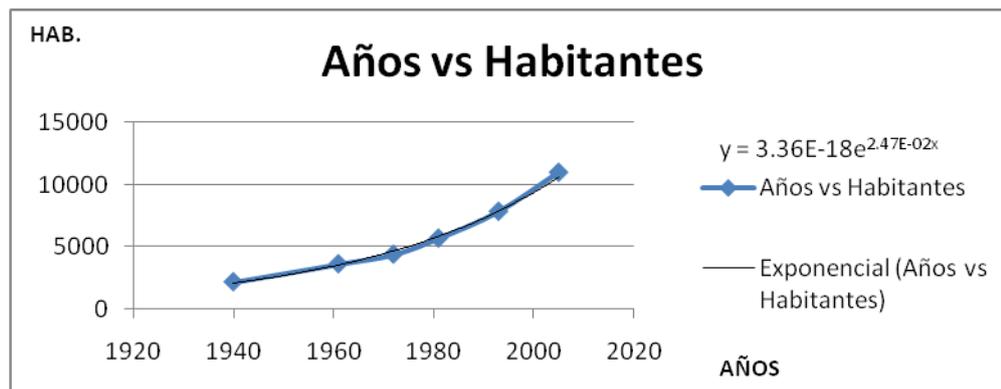
Con respecto al área urbana actual (sin contar las zonas de expansión), que abarca una extensión de 1.00 km<sup>2</sup> aprox. y un número de habitantes de 10,995 con respecto al último censo, su densidad poblacional es de 10,995 hab/km<sup>2</sup>, que con el desarrollo del proyecto de irrigación de olmos esta densidad aumentará considerablemente por la generación de trabajo y como consecuencia la inmigración a la ciudad de Olmos.

En el grafico 03 se puede observar la influencia que ha tenido el ENSO (Fenómeno El Niño) en la evolución de la población del distrito; siendo más evidente en los años 1972-1973, 1982-1983, 1992 y en 1998, eventos que tuvieron como consecuencia la pérdida de vidas humanas y la emigración del distrito posiblemente por las pérdidas económicas de algunas familias.

Grafico 03 : Tendencia Demográfica distrital.



Fuente: INEI



Siguiendo la tendencia de crecimiento poblacional a través de los años se ha creído conveniente estimar la población futura al 2,020; mediante una regresión según el comportamiento que se describe en el gráfico, obteniendo como resultado una población total al año 2,020 de 15,667 habitantes.

Los usos de suelo más representativos, se muestran en porcentajes en el cuadro 9.1 y se detallan más adelante.

**Cuadro 9.1 Usos de Suelo**

USOS DE SUELO		SIMBOLO	SUPERFICIE %
RESIDENCIAL			65
VIVIENDA COMERCIO			10
EQUIPAMIENTO	SALUD		0.2
	EDUCACIÓN		1.7
	RECREACIÓN		1.1
INDUSTRIAS			0.1
USOS ESPECIALES			6.1
VIAS			15.8
<b>TOTAL</b>			<b>100.0</b>

**Fuente:** Municipalidad Distrital de Olmos – Área de Catastro.

### **Uso Residencial**

Este uso tiene una extensión del 65 % del área total de la ciudad.

La ciudad presenta una trama urbana configurada por manzanas con lotes de gran tamaño superiores a los 200 m<sup>2</sup>, de dimensiones irregulares, esta característica se presenta en gran parte de la ciudad.

Caracterizan la ocupación residencial, la tipología predominante de vivienda unifamiliar con un promedio de dos pisos de altura en el área central de la ciudad y en el resto del área urbana viviendas de un piso de altura.

En las nuevas áreas de la ciudad el área promedio de los lotes es de 160m<sup>2</sup> con dimensiones y características de 8.00m x 20.00m, como se puede apreciar en el PP.JJ. La Purísima.

### **Uso comercial**

El uso comercial se presenta en dos tipos: la tipología de vivienda comercio y un campo ferial, todo esto ocupa el 10% del área total. Para el caso de vivienda comercio este se desarrolla con mayor intensidad en las calles: Santo Domingo, Grau, Augusto B. Leguía, Bolognesi y San Martín todas estas cercanas al parque principal; otra de las zonas importantes viene hacer las zonas cercanas al mercado. El comercio que se desarrolla viene hacer los centros fotocopiado, cabinas de internet, locutorios, tiendas de abarrotes, restaurant, farmacias entre otros. Con respecto al Campo Ferial esta se ubica en la lotización Santa Rosa calle Leguía.

### **Uso Equipamiento Urbano**

Este uso de suelo agrupa las áreas destinadas para los equipamientos de Salud, Educación y Recreación, ocupa el 3%, del área urbana.

La ciudad de Olmos cuenta con un Centro de Salud, ubicado en la intersección de la calle San Francisco y la calle Huáscar, también cuenta con un establecimiento de ESSALUD con medicina general y dos clínicas particulares con medicina y obstetricia, ocupa el 0.2 % del área urbana.

En educación, de acuerdo al nivel de instrucción, se presenta a continuación:

<b>NIVEL</b>	<b>C.E.</b>	<b>ALUMNOS</b>	<b>DOCENTES</b>
Inicial	06	235	09
Primario	06	2800	36
Secundario Menores	02	1800	59
Secundario Adultos	02	110	10
Superior No Universitario	01	55	06

**Fuente:** Municipalidad Distrital de Olmos

Cabe destacar uno de los colegios más representativos de la ciudad que cuenta con nivel inicial, primario y secundario que es el colegio Ramón Castilla ubicado entre las calles: Maximiliano Oyola y Huáscar, de nivel primario tenemos el colegio María Isabel Núñez de Silva ubicado en la calle Santa Isabel; de nivel secundario tenemos el colegio Julio Ponce Antúnez de Mayolo ubicado en la prolongación de la calle Santo domingo cercano a la carretera Panamericana Norte; también el Instituto Tecnológico de educación superior la cual colinda con el colegio Julio Ponce; entre otros centros educativos; todas estas instituciones educativas representan el 1.7% del área urbana.

En Recreación Olmos cuenta con 1.1 % del área urbana total; en las que se presentan escasas losas deportivas y parques, las que podemos destacar el parque principal ubicado entre las calles Leguía y Grau; el parque Infantil ubicado entre las calles Pedro Nolasco y San Pedro; además cuenta con un Complejo Recreativo “Los Algarrobos” ubicado en la calle Leguía entre San Andrés y Santa Martha.

### **Usos Industriales**

Está constituido por La fábrica Procesadora Frutícola S.A. (PROFRUSA) y sus pozas de desechos ubicados al norte a 1.2km del centro de la ciudad, también dentro de estos se encuentran los talleres de carpintería, electromecánica y las panaderías. La cual ocupa el 0.1% del área urbana,

### **Usos Especiales**

Están constituidos por equipamientos mayores, como el Estadio Municipal, ubicado en la calle Santo domingo, El Cementerio local, ubicado en la calle Víctor Raúl Haya de la Torre. Edificios Institucionales como el Palacio Municipal, Banco de la Nación ubicado en la calle Santo Domingo, la Iglesia Principal, ubicada en la calle Grau, Oficinas de EPSEL y ENSA, ubicada en la calle Grau, comisaría en la calle Tarata. De Servicio Olmos cuenta con Bombas de Impulsión, Laguna de Estabilización ubicado a 1,208m desde el centro de la ciudad al suroeste, Pozos Tubulares ubicado al norte a 1.8km del centro de la ciudad y 02 Reservoirio Elevado (solo uno en funcionamiento) ubicado a 100m a la izquierda de la fábrica PROFUSA cerca al ministerio de agricultura. En total ocupan un área 6.1% del área urbana.

## Uso Vial

El uso destinado para vialidad ocupa el 15.8% del área urbana. Constituido principalmente por la carretera Panamericana Norte; así como las calles, Santo Domingo, Augusto B. Leguía, Víctor Raúl Haya de la Torre, Bolognesi, Grau, San Martín, Huáscar, Tarata, Señor de los Milagros, Alfonso Ugarte, San Pedro, Atahualpa, Santa Rosa, San José, Maximiliano Oyola, San Francisco, Inmaculada, Santa Isabel, San Miguel, San Juan, San Jorge, Santa Cecilia; que en conjunto conforman todo el circuito vial de la ciudad de Olmos.

### **9.3.2 PROBLEMÁTICA DE LA CIUDAD**

#### **a) Deterioro de Viviendas.**

Después de los devastadores efectos del Fenómeno El Niño, gran parte de las viviendas de adobe de la ciudad colapsaron; las viviendas que quedaron en pie aunque representan el 8% del total de viviendas existentes han sufrido con el tiempo un deterioro considerable además de contar con sistemas constructivos deficientes; por lo que se recomienda su reforzamiento o en todo caso su reconstrucción total ya que no estarían aptas para afrontar un fenómeno de similares características.



#### **b) Adaptación de las áreas antiguas de la ciudad a nuevas funciones.**

El centro de la ciudad debe adaptarse a las necesidades crecientes en materia de comercio central, funciones administrativas y culturales. Este proceso de especialización desplaza a las viviendas a nuevas áreas.

### 9.3.3 PROBLEMÁTICA DE LA VIVIENDA

Desde el punto de vista técnico, en Olmos solamente se emplean materiales y sistemas constructivos convencionales, no dándose difusión ni las iniciativas necesarias para la utilización de materiales y sistemas constructivos no convencionales que permitan el abaratamiento de la vivienda en beneficio de los estratos sociales de más bajos ingresos.

En algunos Sectores Urbanos, las familias participan en la ejecución misma de la vivienda, dándose una espontánea autoconstrucción, debido a que su situación económica no les permite utilizar los medios especializados de la comunidad, quedando las familias bajo su propia iniciativa, sin dirección técnica, ni controles, obteniéndose como resultado construcciones de muy baja calidad técnica y una mala utilización del dinero.

#### **Materiales Predominantes.-**

Los materiales de construcción predominantes en las viviendas de la ciudad de Olmos son el Adobe y en segundo lugar el Ladrillo; le siguen, en menor proporción el concreto y por último la quincha o madera.

Cuadro estadísticos N°1 de viviendas

MATERIAL	N° VIVIENDAS	% VIVIENDAS
<b>Adobe</b>	1646	70.73
<b>Ladrillo</b>	539	23.16
<b>Concreto</b>	114	4.90
<b>Quincha o madera</b>	28	1.20
<b>TOTAL</b>	<b>2327</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Municipalidad Provincial de Olmos – Catastro

Cabe resaltar que existen las viviendas que cuentan con áreas construidas con **ladrillo** (sala, comedor) pero que conservan un área de la vivienda con el material original (**caña + adobe**) estas representan el 4% del total de viviendas.

Las viviendas edificadas con ladrillo están ubicadas, en su mayoría, en el centro de la ciudad, en las calles: Grau, Santo Domingo, Bolognesi y Leguía; estas se caracterizan por tener menos de 15 años de antigüedad y encontrarse en regular estado de conservación. Las viviendas edificadas con adobe se encuentran ubicadas en los sectores Santa Ana, Villavicencio, Señor de los Milagros, Santa Rosa, Santa Isabel, San Pedro, Purísima. Las viviendas donde predominan ambos materiales de construcción se encuentran ubicadas en las calles: Tarata, Alfonso Ugarte, San Martín, San Juan, San José, San Francisco. (Ver **Mapa de Material Predominante MP-1**).

Sin embargo el punto crítico lo constituye la inadecuada aplicación de pautas técnicas – normativas de diseño y de sistemas constructivos en edificaciones nuevas o en proceso de edificación, sumadas a la falta de control urbano y ausencia de medidas de protección para minimizar los efectos de los desastres producidos por sismos, inundaciones e incendios; por otro lado incide en la ciudad la presencia de sectores críticos desposeídos de sistemas de defensa, como las edificaciones ubicadas en los bordes de las quebradas, acequias o drenes naturales, que en épocas de lluvias van socavando perdiendo seguridad en sus viviendas, haciéndolas vulnerables desde el punto de vista físico y técnico como el caso de la lotización la Purísima entre las calles San Jorge y San Vicente donde en épocas de lluvias intensas, las aguas pluviales van socavando cada vez mas de sur a norte; poniendo en peligro las bases del perímetro del estadio municipal.

A nivel general en la Ciudad de Olmos se identifican tres estados de conservación, Estado de conservación Bueno representando el 10% del total de predios ocupados y consolidados, Regular es el estado predominante y representa el 70% del total de predios ocupados y consolidados y Malo que representa el 20% del total de predios ocupados y consolidados.

Viviendas en Mal Estado de Conservación



Foto N° 02.- Calle Huascar

Viviendas en Buen Estado de Conservación



Foto N° 03.- Calle Santo Domingo y Tarata

#### **9.3.4 DEMANDA DE AREAS PARA EL DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE OLMOS.**

En el futuro la densidad promedio de población en las urbanizaciones debería ser más alta que ahora, porque los costos de las áreas de ciudades crecientes son considerablemente más altos y los terrenos para urbanizar deberían usarse en forma más económica.

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

Es obvio que el crecimiento de la población causará una demanda de tierras para el desarrollo de áreas residenciales, industriales, deportivas y recreativas. Se ha analizado que la demanda de futuras tierras para el año 2020 que tendría un incremento de la población urbana de 4672 habitantes, basados en los estándares de espacios normales para el área (calculado en 5.1 personas por cada 120 m<sup>2</sup>) es de 0.11km<sup>2</sup>; sin embargo con la culminación del proyecto de irrigación de olmos y la generación de puestos de trabajo, la demanda poblacional será mayor.

Una probable tendencia al crecimiento urbano debe estar orientada hacia el este, donde las condiciones de suelos son favorables y según topografía no habria problemas de

inundaciones; también en el sur cercano al asentamiento humano Alan García siempre y cuando no estén cercas a las orillas del río, tomando un margen de seguridad o en todo caso se podría construir obras de Defensa Rivereñas como la colocación de gaviones en ambos márgenes del río Olmos; además en la zona sur en un área natural con desniveles se practica MOTOCROSS que se puede convertir en un zona recreacional, el cual el turismo y comercio se verían beneficiados.

## **9.4 CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURACIÓN URBANA**

### **9.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

La ciudad de Olmos, se encuentra dividida por sectores, básicamente definida para uso residencial y vías, las cuales quedan divididas en 5 zonas:

#### **a) Casco Central:**

Es la zona urbana consolidada, en ella se encuentran la mayoría de las instituciones de la ciudad, su perímetro está comprendido por las siguientes calles: Atahualpa, San Juan, Santa Rosa y Tarata.

El material predominante es el ladrillo, cuenta el 100% de cobertura del servicio de agua potable, desagüe y energía eléctrica. La Población pertenece a un estrato socioeconómico Medio.

#### **b) Zona Norte**

Esta zona está comprendido por las siguientes calles: Santa Rosa, Tacna, Santa Martha y Señor de los Milagros. Esta zona cuenta con los Servicios Básicos, en las viviendas predomina el ladrillo y adobe, la población pertenece a un estrato social medio y bajo. Pasando la calle Señor de los Milagros se encuentra el pueblo Joven del mismo nombre en donde se encuentra el futuro mercado de abastos y una zona arqueológica encontrada en el año 2005 con un área destinada al estudio de 8,583.123m<sup>2</sup> este pueblo joven cuenta con agua, desagüe y luz eléctrica.

#### **c) Zona Sur**

Las calles San Juan, Atahualpa y Tacna conforman el perímetro que enmarca esta Zona; aquí se ubica el pueblo joven Santa Isabel, la población pertenece a un estrato socio económico medio y bajo, cuentan con servicios básicos, predominan las

viviendas construidas con material noble y adobe. Pasando el río Olmos puede ser una probable zona de expansión urbana donde ya existe un proyecto para la construcción de la futura universidad particular CESAR VALLEJOS; además por los desniveles que se muestran en este terreno se realiza el deporte de MOTOCROSS.



Foto N° 04.- Area de uso para el deporte de Motocross



Foto N° 05.- Terreno de propiedad privada de la Universidad Cesar Vallejo

**d) Zona Este**

En esta zona se está dando actualmente una expansión urbana con lotizaciones denominadas Santa Ana y Santa Rosa, está delimitada por las calles Tacna, Víctor Raúl Haya de la Torre y la Panamericana Norte. Las viviendas están construidas en su mayoría con material noble, cuentan en su mayoría con servicios básicos, la población pertenece a estratos socioeconómicos Medios y Bajos, aquí se encuentra el cementerio de la ciudad.

Cabe destacar en esta zona, cruzando el río Olmos, en todo el extremo este, el Asentamiento Humano Alan García donde sus condiciones para habitarlas son buenas.



**Foto N° 05.- Zona Sur Este de la ciudad de Olmos**



**Foto N° 06.- Asentamiento Humano Alan Garcia**

e) **Zona Oeste**

Esta es una de las mejores zonas para la expansión urbana por su condición aceptable de los suelos y por estar en zonas altas son poco probable de inundación, en donde se aprecia una vista agradable de la ciudad. Aquí se encuentra las lotización la Purísima y los pueblos jóvenes: San Pedro, Señor de los Milagros y Cruz de Chalpón, está delimitada por las calles: San Juan, San Francisco y Señor de los milagros. Se aprecian, en su mayoría, construcciones de adobes y ladrillos. Hasta la calle San Jorge cuentan con los servicios básicos, careciendo las calles: San Pedro, Soledad, Leoncio Prado y José Gálvez.

La población pertenece a un estratos socioeconómicos medio y bajo.

**PP.JJ. Señor  
de los Milagros**

**Foto N° 07.-** Cerro La Mina, se  
puede divisar en  
las cercanías de éste el PP.JJ.  
Señor de los Milagros



**Foto N° 08.-** Zona del Futuro  
Mercado de Abastos

**Foto N° 09.-** PP.JJ. La  
Purísima



## 9.5 INFRAESTRUCTURA DE LA CIUDAD

### 9.5.1 ABASTECIMIENTO DE AGUA

<sup>2</sup>La entidad encargada de brindar este servicio en la ciudad de Olmos es EPSEL (Empresa Prestadora de Servicios de Lambayeque), a través de 02 pozos tubulares ubicado al norte a 1.8km aprox. del centro de la ciudad y a la derecha de la Panamericana Norte; llevando las aguas a un reservorio construido sobre el cerro la Mina a 30.00 m. del nivel de terreno natural en el que se ubica el Ministerio Agricultura a 950.00m. aprox. al norte del centro de la ciudad.

El pozo N° 01 se encuentra ubicado al norte de la ciudad, cuya profundidad es de 70.00 m bajo el nivel de terreno natural. Este produce un caudal de 20 lt/seg con una bomba de impulsión de Ø 8" y de 60 hp. Opera en un horario de 6.30 a.m. a 1.00 p.m. y de 5.00 p.m. a 6.30 p.m.



**Foto N° 10.- Caseta de la Poza N° 01 y su bomba de impulsión**

El pozo N° 02 se encuentra ubicado al norte de la ciudad, 60.00 m bajo el nivel de terreno natural. Este produce un caudal de 20 lt/seg con una bomba de impulsión de Ø 8" y de 60 hp. Opera en un horario de 6.30 a.m. a 1.00 p.m. y de 5.00 p.m. a 6.30 a.m.

---

<sup>2</sup> EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE LAMBAYEQUE (EPSEL) - OLMOS



**Foto N° 11.- Caseta de la Poza N° 02 y su bomba de impulsión**

Este servicio se realiza en la zona urbana instalando directamente a las redes domiciliarias; en la periferia de la ciudad a través de algunas piletas (PP.JJ. Señor de los Milagros, La Purísima, Cruz de Chalpon, Caserío imperial); en el caso del Asentamiento Humano Alan García solo el 40% cuenta con servicio de agua potable a través de piletas.

### **9.5.2 ALCANTARILLADO.**

EPSEL SA. Es la empresa encargada de brindar el servicio de alcantarillado en la ciudad, según cifras proporcionadas por la empresa aun falta cubrir un 10% de viviendas mayoritariamente ubicadas sobre el perímetro urbano.

El número total de buzones que se presenta en la actualidad es de 369; de los cuales 232 son instalaciones entre los años 2000-2001 y 137 son instalaciones antiguas las cuales se encuentran en el casco central o centro de la ciudad y muestran un regular estado.

El sistema cuenta con una Laguna de Estabilización ubicada al Suroeste de la ciudad, las aguas servidas que allí descargan no reciben ningún tratamiento, se asientan los sólidos para luego ser utilizadas en la agricultura.

### 9.5.3 SERVICIO ELÉCTRICO.

El suministro de energía es a través de la empresa ELECTRONORTE.

Según ELECTRONORTE falta cubrir un aproximado del 8% de viviendas de la ciudad; las cuales se encuentran en el perímetro de la ciudad. En el asentamiento humano Alan García el 30% cuenta con energía eléctrica.

**Cuadro 9.4**

#### **ALUMBRADO EN VIVIENDAS**

Categorías	Casos	%
Electricidad	1750	84.01
Kerosene (mechero / lamparin)	150	7.20
Vela	118	5.66
Generador	36	1.73
Otro	24	1.15
No tiene	5	0.25
Total	2083	100.00

**Fuente:** INEI Censo Nacional X de Población y V vivienda 2005

### 9.5.4 SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES.

El distrito cuenta con un servicio de la empresa TELEFÓNICA DEL PERU, Centros con cabinas de Internet, locutorios para llamadas Local, Nacional e internacional.

Para el servicio de telefonía celular existen empresas privadas como: MOVISTAR y NEXTEL y en sistema para discado nacional e internacional están TELEFÓNICA, ATT, AMERICATEL y RCP.

### 9.5.5 MERCADOS.

El comercio de abastecimiento es informal, donde utilizan 3 cuadras de la calle San Martín para la venta de productos, colocando puestos de madera; donde también se observa la clandestinidad de las instalaciones eléctricas que es un peligro ante un desastre; no obstante está destinada una área para la construcción de un mercado municipal.



**Foto N° 11.- Comercio Informal en la Calle San Martin cdra. 3 -5**

#### **9.5.6 SISTEMA VIAL.**

Cuenta con Carretera Panamericana Norte asfaltada; además con calles pavimentadas, sin pavimentar y caminos vecinales como el camino a Caserío Imperial, el camino Carrozable Simcape y otros que interconectan con los centros poblados y caseríos

El sistema vial se muestra en el Mapa de Infraestructura Vial y Accesibilidad.

**MAPA TIPO DE PAVIMENTOS.**

**MAPA DE USO DE SUELOS ACTUAL.**

# **CAPITULO X**

## **MICROZONIFICACION DE PELIGROS, VULNERABILIDAD, RIESGOS Y SECTORES CRÍTICOS**

### **10.1 INTRODUCCION**

El concepto de Microzonificación desde el punto de vista de reducción de desastres, es un proceso relativamente nuevo en nuestro país. Los primeros estudios en esta área fueron realizados por la Misión Japonesa en 1970, quienes encargaron un estudio de Microzonificación en la ciudad de Chimbote a raíz de los penosos sucesos del sismo ocurrido el mismo año.

En el Perú, el Ing. Julio Kuroiwa, desarrolló técnicas locales que se vienen aplicando desde 1970, con excelentes resultados, tal es así que en la actualidad se está desarrollando un plan nacional de Microzonificación de “Ciudades Sostenibles”, bajo la supervisión del Ing. Kuroiwa. Estas técnicas han sido apropiadamente diseñadas ya que actualmente son aplicadas en diversos países de Latinoamérica.

La metodología para el desarrollo de los estudios de Microzonificación consiste en considerar todos los fenómenos naturales que amenazan a una ciudad y sus zonas de expansión, como: terremotos, inundaciones, deslizamientos, etc. por cada peligro se estiman sus efectos, clasificándolos en sectores de peligro alto, medio, y de medio a bajo, y luego se superponen los efectos de todos ellos. Se puede agregar a la clasificación a sectores con peligro excepcionalmente alto, como las quebradas, donde las fuerzas de la naturaleza son tan potentes que destruyen todas las obras hechas por el hombre. En estos casos la delimitación de los sectores con esta clasificación debe hacerse con sumo cuidado y quedar estrictamente prohibido su uso para fines urbanos o nuevos asentamientos. En las existentes debe reducirse la densidad poblacional y gradualmente devolver a la naturaleza lo que le pertenece.

En la superposición de efectos se considera el caso más desfavorable y luego la zona estudiada queda dividida en sectores de peligro Muy alto, alto, medio y bajo.

El mapa de Microzonificación preparado por el método general puede ser muy detallado y requerir que pequeños sectores se agrupen abarcando áreas más extensas para su fácil aplicación práctica. En otros casos, utilizando el método simplificado de Microzonificación, previo descarte de los sectores peligrosos, se puede investigar solamente los sectores previamente seleccionados por sus favorables condiciones físicas, de propiedad y poco costo para dotarlas de pistas, agua, energía, etc. En uno u otro caso, el mapa de Microzonificación constituye una herramienta muy valiosa para planificar ciudades seguras.

Los sectores más seguros se destinan para áreas residenciales y de alta densidad y para las actividades económicas de las cuales depende la comunidad y los sectores excepcionalmente peligrosos deben usarse como reservas ecológicas, parques, zonas de cultivo u otros usos apropiados. En los sectores peligrosos debe haber un criterio racional en la utilización del suelo. En los sectores de peligro medio se puede construir viviendas; pero tomando algunas precauciones.

## **10.2 ELABORACION DEL MAPA DE MICROZONIFICACIÓN DE PELIGROS.**

En este capítulo se analizarán los peligros que inciden sobre la ciudad de Olmos y su entorno traduciéndolos en un mapa denominado **Mapa de Peligros**, con el objetivo de determinar zonas de mayor o menor nivel de peligro.

Se distinguen los siguientes fenómenos: de **Origen Geológico** (Intensidades sísmicas, asentamientos y amplificación de ondas), de **Origen Geológico-Climático** (licuación de suelos y suelos expansivos) y de **Origen climático** (inundación por acción pluvial y por desbordes de acequias). En el **Cuadro N° 7.1** se puede apreciar una Clasificación de Peligros según su magnitud e intensidad.

De la superposición gráfica de los Mapas de Microzonificación de Peligros Geológico, Geológico – Climático y de Peligro Climático, Obtendremos el Mapa de Peligros de la Ciudad de Olmos y Zonas de Expansión que representa en síntesis la probable afectación que podría darse en el área de estudio como ocurrencia de algún peligro (Ver **Mapa Intensidades Sísmicas IS-1, Suelos Expansivos ES-1, Mapa de Suelos**

**Licuables LS-1, Mapa de Peligro Climático PC-1).** La mayor o menor ocurrencia o incidencia de peligro sobre sectores urbanos determina el nivel de peligro o amenaza natural. Clasificándose en:

### **Zonas de Peligro “Muy Alto”**

Corresponde al área de acción de las fuerzas naturales pudiendo causar la destrucción de las edificaciones con un 100% de pérdidas materiales o humanas, siendo el costo de reconstrucción y/o recuperación muy alto. (Ver **Mapa de Peligros, color rojo**).

Se consideran las zonas por donde discurre súbitamente las descargas de lluvias, desbordes cuyo volumen sobrepasa la capacidad de las cuencas, así como drenajes existentes.

Los suelos de relleno con alto grado de densificación y amplificación de ondas sísmicas, los suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación o suelos colapsables.

No se debe realizar ningún tipo de construcción o edificación, se recomienda utilizarlo como áreas de forestación o reserva ecológica.

De acuerdo con las características de los peligros que presenta la ciudad de Olmos estas zonas se localizan:

Por el **Norte** a 1.5 Km de la ciudad tenemos el área comprendida entre la carretera panamericana norte y el área que rodea a la Fabrica PROFUSA incluyendo sus pozas de desechos tóxicos.

Por el **Oeste** a 1.5 del centro del area urbana en el sector La Purísima la zona que rodea la laguna de oxidación y los márgenes del dren natural que sale de esta.

Los márgenes del río Olmos ya que estas no cuentan con obras de defensa ribereña.

### **Zonas de Peligro “Alto”**

Son aquellas que en los grados de destrucción del fenómeno puede alcanzar el 100% en construcciones vulnerables, pero que sin embargo es factible de ser reducido por medidas adecuadas de mitigación y a costos aceptables. En estos sectores, en lo posible no debería ubicarse edificaciones esenciales como hospitales, escuelas, iglesias; las zonas residenciales deberán ser de densidad media a baja; las

edificaciones deberán seguir pautas técnicas para reducir su grado de vulnerabilidad de acuerdo al tipo de amenaza. (Ver **Mapa de Peligros, color naranja**).

Se considera las zonas contiguas a los sectores altamente peligrosos, sectores donde se puedan suscitar altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas.

Las zonas inundables a baja velocidad o se ubiquen en zonas de depresión, ocurrencia parcial de licuación de suelos o existencia de suelos de características expansivas.

De acuerdo con las características de los peligros que presenta la ciudad de Olmos estas zonas se localizan:

Al **Norte y Este** desde Los Panales en dirección de la carretera Panamericana y recorriendo por zonas de cultivo hasta llegar a los límites del ejido municipal y las pampas de aterrizaje abandonada en las inmediaciones del caserío.

Al **Oeste** el área que rodea a la laguna de oxidación y el camino al Caserío Nitape hasta los límites del ejido municipal (Puntos D y E).

Al **Sur** del área urbana con el PP.JJ. Santa Isabel, hasta las proximidades de los márgenes del río Olmos.

### **Zonas de Peligro “Medio”**

Son aquellas que no se encuentran amenazadas por fenómenos intensos, podrán ubicarse en estas edificaciones importantes así como zonas residenciales de densidad media - alta. (Ver **Mapa de Peligros, color amarillo**)

Suelos de calidad intermedia con aceleraciones sísmicas moderadas, inundaciones esporádicas con bajo tirante y velocidad.

De acuerdo con las características de los peligros que presenta la ciudad de Olmos estas zonas se localizan:

Al Centro abarcando de **Este** a **Oeste** recorriendo el área urbana de la ciudad, exceptuando lo ya descrito anteriormente, y la zona que rodea al punto C del límite del ejido municipal, y toda la zona **Sur** comprendiendo el Asentamiento Humano Alan García y el Cerro El Siglo.

CLASIFICACION DE ZONAS DE PELIGROS	POR FENOMENOS GEOLOGICOS	POR FENOMENOS GEOLOGICOS CLIMATICOS	POR FENOMENOS CLIMATICOS
MUY ALTO	<p>Terremotos de gran magnitud tectónica en la costa <math>M \geq 7.8</math>.</p> <p>Áreas amenazadas por flujos piroclásticos o lava.</p> <p>Sectores amenazados por tsunamis.</p>	<p>Sectores amenazados por alud-avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo (huaicos).</p> <p>Fondos de quebradas que nacen de la cumbre de volcanes activos y sus zonas de definición afectadas por flujos de lodo.</p> <p>Suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones.</p>	<p>Sectores amenazados por deslizamientos, zonas amenazadas por inundaciones a gran velocidad con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo.</p> <p>Altas colmataciones de los ríos asociada con intensas precipitaciones.</p>
ALTO	Sectores donde se espera altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas.	Ocurrencia parcial de la licuación y suelos expansivos	<p>Sectores que son inundables a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días</p> <p>Colmatación moderada de los ríos</p>
MEDIO	Suelos de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas.	Suelos blandos no expansivos	<p>Inundaciones muy esporádicas con bajo tirante y velocidad</p> <p>Colmatación de ríos no significativa</p>
BAJO	<p>Terremotos planos o con poca pendiente, roca o suelo compacto y seco, con alta capacidad portante.</p> <p>No amenazadas por actividad volcánica o tsunamis</p>		Terrenos altos no inundables alejados de barrancos o cerros deleznales

**Tabla 7.1 Clasificación de Peligros**

**FUENTE:** Tesis: “Microzonificación de la Ciudad de Ferreñafe y Zonas de Expansión para la Reducción de Desastres – 2001”, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo” - MAPA DE PELIGROS

**IMPRIMIR MAPA DE PELIGROS**

### 10.3 VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad se refiere al grado de daños que pueden sufrir las edificaciones que realiza el hombre y depende de las características de su diseño, calidad de los materiales y de la técnica de construcción.

Hemos considerado conveniente enfocar este análisis, además desde el punto de la capacidad de respuesta de las siguientes variables urbanas: Población (Asentamientos Humanos), Líneas y servicios vitales, servicios de emergencia, lugares de concentración pública infraestructura de soporte y patrimonio monumental.

- **Asentamientos Humanos.** En el que se evaluarán la capacidad de respuesta de la población según variables como: niveles de concentración poblacional, estratificación social según condiciones de pobreza, material predominante y Sistemas constructivos de las edificaciones.
- **Líneas y servicios Vitales.** Comprende la evaluación de la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento de agua potable, de desagüe y energía eléctrica, así como la infraestructura vial y comunicaciones, desde el punto de vista de la infraestructura física.
- **Servicios de Emergencia.** Comprende la evaluación de los equipamientos de Salud, comisarías y cuerpo de bomberos, que permita la asistencia inmediata en situaciones de emergencia.
- **Lugares de concentración pública.** Comprende la evaluación de los espacios públicos como mercados, colegios, iglesias, estadios, coliseos, cementerio, parques, etc. y todos aquellos espacios donde exista la concentración de personas en un momento dado y los grados de daños que podrían producirse ante la ocurrencia de una amenaza o peligro.

Es importante señalar que la conducta de los pobladores constituye en varios casos un factor de suma importancia en el incremento de niveles de vulnerabilidad.

Estas variables se traducirán en un **Mapa de Vulnerabilidad** en el que se identifican de manera general, las áreas más vulnerables de la ciudad de Olmos, calificando las diferentes áreas de la ciudad en tres niveles de vulnerabilidad.

**Vulnerabilidad Muy Alta.** Nivel en el que asume una capacidad de respuesta nula por considerables daños y pérdidas físicas en la población ante la ocurrencia de peligros o amenazas de fenómenos naturales, caracterizada por la presencia de viviendas con materiales precarios en proceso de construcción en mal estado de conservación, con dificultad en su accesibilidad, población de escasos recursos económicos y sin cultura de prevención estimándose la posibilidad de pérdidas y daños ocasionados en la población alrededor del 70% o más.

**Vulnerabilidad Alta.** Nivel en el que se asume una capacidad de respuesta baja ante la ocurrencia de peligros o amenazas de fenómenos naturales, caracterizada por el predominio de viviendas en regular a mal estado de construcción, mal uso de materiales constructivos, edificaciones en proceso de construcción, población de escasos y medios recursos económicos y sin cultura de prevención, estimándose la posible ocurrencia de pérdidas importantes en niveles superiores al 50%.

**Vulnerabilidad Media.** Nivel en el que se asume una capacidad de respuesta moderada ante la ocurrencia de peligros o amenazas de fenómenos naturales, se caracteriza por la presencia de viviendas de material noble, en regular y buen estado de conservación, con mayor accesibilidad, población con ingresos económicos medios y parcialmente con cultura de prevención, zonas en la que los daños a la población y pérdida de infraestructura ante la ocurrencia de las amenazas a la que están expuestas, constituirán valores superiores al 25%.

### **10.3.1 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA.**

Para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica se decidió aplicar la “metodología del índice de vulnerabilidad” propuesta por un grupo de investigadores italianos en 1982, que fue desarrollada a partir de la información de daño en edificios provocados por terremotos desde 1976; partir de esta información se elaboró una gran base de datos con el índice de vulnerabilidad de cada edificio y el daño sufrido por terremotos de determinada intensidad.

## **MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD.**

Algunas de las razones que se tomaron en cuenta para elegir esta metodología fueron:

- a).- Está fundamentada en datos reales.
- b).- Se puede aplicar en estudios a nivel urbano.
- c).- Se tiene la experiencia de haberse aplicado en diferentes ciudades de Italia con buenos resultados y como consecuencia se adoptó oficialmente por un organismo gubernamental de Protección Civil (Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti, GNDT).
- d).- Se ha aplicado en España en los sismos de Almería en 1993 y 1994 (Yépez, 1994) y Murcia en 1999 (MENA, et al 1999).
- e).- En general se ha aplicado en diversos trabajos como los de Angeletti et al, 1988; Benedetti et al, 1988; Caicedo, 1993; Barbat et al, 1996; Grimaz, 1994; Yépez, 1996; MENA, 1997; el Proyecto Europeo SERGISAI, 1998; MENA et al, 1999, etc.

El análisis del comportamiento de edificios, durante terremotos ocurridos desde el año 1976 en diferentes regiones de Italia, ha permitido a los investigadores de ese país identificar algunos de los parámetros más importantes que controlan el daño en los edificios. Estos parámetros se han compilado en un formulario de levantamiento, el cual se viene utilizando desde el año 1982, con el propósito de determinar de una forma rápida y sencilla la vulnerabilidad sísmica de edificios existentes. La combinación de dichos parámetros, por medio de una escala predefinida, da como resultado un único valor numérico llamado “índice de vulnerabilidad”. Esto es lo que se conoce hoy en día como el método del índice de vulnerabilidad.

El formulario para el levantamiento de la vulnerabilidad se ha modificado varias veces durante los últimos quince años con el propósito de facilitar las tareas de observación durante las investigaciones de campo o para incluir una mejor descripción del daño, en los casos para los que dicho formulario se utiliza en la recopilación de los efectos producidos por un terremoto. Sin embargo, se puede concluir que las modificaciones son más de forma que de fondo y que, en cualquier caso, se mantienen siempre los

mismos parámetros que se identificaron desde un comienzo como los controladores potenciales del daño.

El método recopila los datos y parámetros fundamentales para el cálculo del índice de vulnerabilidad, que consiste a su vez de dos apartados distintos. Uno de ellos está destinado a la evaluación de edificios de mampostería y el otro a edificios de hormigón armado. La escala que se utiliza para calificar los diferentes parámetros que influyen en el comportamiento de los edificios se conoce como la escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini.

El método del índice de vulnerabilidad ha sido ampliamente utilizado en Italia durante los últimos quince años y su gran aceptación en ese país ha quedado demostrada, tal como se menciona líneas arriba, por el GNDT (Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti) que lo ha adoptado para los planes de mitigación de desastres a nivel gubernamental. Esto ha permitido la evolución del método, como resultado de la experimentación durante todos esos años, además de la obtención de una extensa base de datos sobre daño y vulnerabilidad (Caicedo, 1993).

#### **10.3.1.1. Descripción del índice de vulnerabilidad para construcciones con tierra (adobe) y albañilería confinada.**

Las edificaciones de la ciudad de Olmos, son en su gran mayoría construcciones de tierra, específicamente de adobe que tienen un pésimo comportamiento sísmico y si a esto le añadimos la presencia de humedad, hace que sean altamente vulnerables. En la figura 10.1 se puede apreciar la distribución mundial de edificaciones de adobe, en la cual se encuentra íntegramente el Perú, lo que es muy semejante a la situación real de las edificaciones en nuestro país, pues tanto en la costa, sierra y selva se construye con tierra.

**Figura 10.1.-** Distribución mundial De arquitectura de adobe.



De acuerdo con la escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini, el índice de vulnerabilidad para edificaciones de adobe y de albañilería confinada se obtiene mediante una suma ponderada de los valores numéricos que expresan la "calidad sísmica" de cada uno de los parámetros estructurales y no estructurales que, se considera, juegan un papel importante en el comportamiento sísmico de las estructuras de mampostería. A cada parámetro se le atribuye, durante las investigaciones de campo, una de las cuatro clases A, B, C, D siguiendo una serie de instrucciones detalladas con el propósito de minimizar las diferencias de apreciación entre los observadores. A cada una de estas clases le corresponde un valor numérico "Ki" que varía entre 0 y 45, como se observa en la tabla 4.1. Así, por ejemplo, si el parámetro número cuatro "posición del edificio y de la fundación" corresponde a una configuración insegura desde el punto de vista sísmico, se le asigna la clase D y el valor numérico  $K_4 = 45$  (GNDDT, 1993).

i	Parámetro	Ki*A	Ki*B	Ki*C	Ki*D	Wi
1	Org. del sistema resistente.	0	5	20	45	1,25
2	Calidad del sistema resistente.	0	5	25	45	0,25
3	Resistencia convencional.	0	5	25	45	1,5
4	Posición de edificio y ciment.	0	5	25	45	0,75
5	Diafragmas horizontales.	0	5	15	45	1,0
6	Configuración en planta.	0	5	25	45	0,5
7	Configuración en elevación.	0	5	25	45	1,0
8	Distancia entre columnas.	0	5	25	45	0,25
9	Tipo de cubierta.	0	15	25	45	1,0
10	Elementos no estructurales.	0	0	25	45	0,25
11	Estado de conservación.	0	5	25	45	1,0

**Tabla 10.1.-** Escala de vulnerabilidad Benedetti-Petrini.

Por otra parte, cada parámetro es afectado por un coeficiente de peso "Wi", que varía entre 0,25 y 1,5. Este coeficiente refleja la importancia de cada uno de los parámetros dentro del sistema resistente del edificio. De esta forma, el índice de vulnerabilidad "VI" se define por la siguiente expresión:

$$VI = \sum_{i=1}^{11} K_i W_i$$

Al analizar la ecuación se puede deducir que el índice de vulnerabilidad define una escala continua de valores desde 0 hasta 382.5 que es el máximo valor posible. Como puede verse en la tabla 10.1, los parámetros 1, 2, 4, 5, 9, 10 y 11 son de naturaleza descriptiva y quedan definidos completamente por los alcances que se presentan más adelante. Por el contrario, los parámetros 3, 6, 7 y 8 son de naturaleza cuantitativa y requieren de ciertas operaciones matemáticas muy sencillas, las cuales también se describen más adelante (Chavarria, 2001).

### 10.3.1.2. Descripción del índice de vulnerabilidad para edificaciones de hormigón armado.

Para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las estructuras de hormigón armado se utiliza un procedimiento similar al explicado anteriormente. Primero, se elabora una tabla similar a la propuesta para los edificios de adobe y albañilería confinada, considerando las características más importantes que influyen en el comportamiento sísmico de las estructuras de concreto armado. Para este caso se asigna solo tres (03) calificaciones a diferencia de las cuatro propuestas para los edificios de adobe y albañilería confinada. Estas calificaciones se muestran en la tabla 10.1

i	Parámetro	Ki*A	Ki*B	Ki*C	Wi
1	Org. del sistema resistente.	0	1	2	4,0
2	Calidad del sistema resistente.	0	1	2	1,0
3	Resistencia convencional.	-1	0	1	1,0
4	Posición de edificio y ciment.	0	1	2	1,0
5	Diafragmas horizontales.	0	1	2	1,0
6	Configuración en planta.	0	1	2	1,0
7	Configuración en elevación.	0	1	3	2,0
8	Distancia entre columnas.	0	1	2	1,0
9	Tipo de cubierta.	0	1	2	1,0
10	Elementos no estructurales.	0	1	2	1,0
11	Estado de conservación.	0	1	2	1,0

**Tabla 10.2.-** Escala numérica del índice de vulnerabilidad, para estructuras de hormigón armado.

(Benedetti-Petrini)

Una vez evaluado cada parámetro se realiza una suma ponderada utilizando los factores de peso mostrados en la tabla 10.2, para obtener el índice de vulnerabilidad mediante la siguiente expresión:

$$I_v = 100 \cdot \frac{\left( \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i \right) + 1}{34}$$

### 10.3.1.3. Adaptación del método de índice de vulnerabilidad para Olmos.

Para adaptar el método del índice de vulnerabilidad a la ciudad de Olmos y sus zonas de expansión, se plantearon las siguientes dos incógnitas:

- 1.- ¿Los 11 parámetros planteados por el método del índice de vulnerabilidad son suficientes para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas?
- 2.- ¿Las instrucciones que presenta el método del índice de vulnerabilidad para asignar una de las clases A, B, C y D de cada parámetro necesitan adaptarse o se pueden adoptar tal y conforme el método original?

El método del índice de vulnerabilidad plantea, tal y conforme se detalla, once (11) parámetros para evaluar la calidad sísmica estructural de edificaciones de adobe, albañilería confinada y hormigón armado. Con el objetivo de establecer si éstos 11 parámetros eran suficientes para realizar dicha evaluación en las edificaciones, se comparó con lo que propone el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Acogiendo ciertas aplicaciones a las clases de algunos parámetros, se pudo observar que casi en su totalidad, el método del índice de vulnerabilidad satisfacía las exigencias del Reglamento Nacional de Edificaciones. En la tabla 10.3, se detallan los puntos análogos encontrados entre lo exigido por el Reglamento y lo presentado por el método del índice de vulnerabilidad.

<b>COMPONENTE PROPUESTO POR REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES</b>	<b>PARÁMETRO ANÁLOGO DEL Iv</b>
<b>Aspectos Geométricos:</b>	
> Irregularidad en planta de edificaciones. > Densidad de muros. > Distancia entre columnas. > Irregularidad en altura.	6.- Configuración en planta. 8.- Dist. máxima entre muros. 8.- Dist. máxima entre columnas. 7.- Configuración en elevación.
<b>Aspectos constructivos:</b>	
> Calidad de las juntas del mortero. > Tipo y disposición de las unidades de mampostería. > Calidad de los materiales.	2.- Calidad del sistema resistente. 2.- Calidad del sistema resistente. 2.- Calidad del sistema resistente.
<b>Aspectos estructurales:</b>	
> Muros confinados y reforzados. > Parámetros de diseño sismorresistente, para estructuras de C.A. > Entrepiso. > Detalle de elementos de confinamiento.	1.- Org. del sistema resistente. 1.- Org. del sistema resistente. 5.- Diafragma horizontal. =====
> Vigas de amarre. > Amarre de cubiertas.	9.- Tipo de cubierta. 9.- Tipo de cubierta.
<b>Suelos:</b>	3.- Resistencia convencional.
<b>Cimentación:</b>	=====
<b>Entorno:</b>	4.- Posición de edificio y ciment.

**Tabla 10.3.-** Comparación entre el Reglamento Nacional de Edificaciones y los parámetros propuestos por el método del índice de vulnerabilidad italiano.

Se puede observar que los parámetros contemplados en el Reglamento Nacional de Edificaciones, tienen un parámetro análogo en la metodología italiana. Consecuentemente, no se adicionó ningún parámetro nuevo al método original del índice de vulnerabilidad, solamente se modificaron algunos de los ya propuestos. En la siguiente tabla 10.4, se presentan todos los parámetros que se tuvieron en cuenta para el presente estudio.

<b>Parámetros:</b>
1.- Tipo y org. del sistema resistente.
2.- Calidad del sistema resistente.
3.- Resistencia convencional.
4.- Posición del edificio y cimentación.
5.- Diafragma horizontal.
6.- Configuración en planta.
7.- Configuración en elevación.
8.- Distancia máxima entre muros/columnas.
9.- Tipo de cubierta.
10.- Elementos no estructurales.
11.- Estado de conservación.

**Tabla 10.4.-** Parámetros utilizados para evaluar la calidad estructural de las edificaciones de adobe, albañilería confinada y hormigón armado.

#### **10.3.1.4.- Descripción de parámetros y de las clases que representan la condición de calidad.**

##### **Parámetro 1.- Tipo y organización del sistema resistente.**

Para los edificios de adobe y albañilería confinada, se evalúa el grado de organización de los elementos verticales prescindiendo del tipo de material. El elemento significativo es la presencia y la eficiencia de la conexión entre las paredes ortogonales con tal de asegurar el comportamiento en "cajón" de la estructura. Además se hace un especial énfasis en el uso de la “Norma de Diseño Sismorresistente” para la construcción del edificio, así como la intervención de un profesional afin.

En los edificios de hormigón armado ocurre lo mismo, es decir, la aplicación de la “Norma de Diseño Sismorresistente” es muy importante, pues dicho parámetro analiza las características del sistema resistente. También se considera la participación de un profesional a fin.

##### **ADOBE.**

A: Edificaciones de adobe según la Norma E – 080.

B: Edificaciones de adobe con elementos de arriostre horizontales y verticales; pero sin asesoramiento técnico.

C: Edificios de adobe sin elementos de arriostres en sus 4 lados, sin asesoría técnica, pero con adecuada distribución de muros y regularidad.

D: Edificios de adobe sin elementos de arriostres en sus 4 lados, sin asesoría técnica y sin adecuada distribución de muros. Edificaciones de quincha y tapial.

#### **ALBAÑILERÍA CONFINADA.**

A: Edificación de albañilería confinada que cumplan con la Norma E-070.

B: Edificación que no cumple con al menos un requisito de la Norma E – 070.

C: Edificación que presenta vigas y columnas que confinan solo parcialmente los muros portantes, debido a deficiencias en el proceso constructivo.

D: Edificación sin vigas y columnas de confinamiento, o autoconstrucción sin ningún tipo de orientación técnica, con paredes ortogonales deficientemente conectadas.

#### **CONCRETO ARMADO.**

A: Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica.

B: Año de construcción menor a 1997 y asesoría técnica.

C: Sin asesoría técnica.

### **Parámetro 2.- Calidad del sistema resistente.**

Para los edificios de adobe y albañilería confinada, con este parámetro se determina el tipo de mampostería más frecuentemente utilizada, diferenciando, de modo cualitativo, su característica de resistencia con el fin de asegurar la eficiencia del comportamiento en "cajón" de la estructura. La atribución de un edificio a una de las cuatro clases se efectúa en función de dos factores: Primero, el tipo de material y de la forma de los elementos que constituyen la mampostería. Segundo, la homogeneidad del material y de las piezas, por toda la extensión del muro.

En edificios de hormigón armado se evalúa de una forma similar la calidad del sistema resistente, considerando además características como la mano de obra o la calidad de ejecución que estarán evaluados por la presencia de una asistencia técnica adecuada.

#### **ADOBE.**

A: El sistema resistente presenta las siguientes tres (03) características:

- 1.- Muros de piezas homogéneas y de dimensiones constantes.
- 2.- Buen trabazón entre las unidades de adobe.
- 3.- Mortero de barro con espesor continuo y homogéneo en las juntas.

B: El sistema resistente no presenta una de las características de la clase A.

C: El sistema resistente no presenta dos de las características de la clase A.

D: El sistema resistente no presenta ninguna de las características de la clase A.

### **ALBAÑILERÍA CONFINADA.**

A: El sistema resistente del edificio presenta las siguientes tres características:

1. Ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro.

2. Buena trabazón entre las unidades de albañilería.

3. Mortero de buena calidad con espesor entre 9 y 12mm.

B: El sistema resistente del edificio no presenta una de las características de la clase A.

C: El sistema resistente del edificio no presenta dos de las características de la clase A.

D: El sistema resistente no presenta ninguna de las características de la clase A.

### **CONCRETO ARMADO.**

A: Año de construcción mayor a 1997, buenos materiales y proceso constructivo adecuado.

B: Año de construcción menor a 1997, buenos materiales y proceso constructivo adecuado.

C: Materiales y proceso constructivo deficiente.

## **Parámetro 3.- Resistencia convencional.**

Para los edificios de adobe y albañilería confinada se requieren cálculos sencillos, pero **conceptualmente** importantes. Utilizando la hipótesis del comportamiento de estructura ortogonal, cerrada (tipo cajón), se puede evaluar con bastante fiabilidad la resistencia que puede presentar un edificio frente a cargas horizontales.

### **1.- Para estructuras de adobe.**

> Área de planta típica:  $A_p$

> Número de pisos:  $N$

> Peso promedio de la planta:  $w$

> Peso total del edificio:  $P = w * A_p * N$

> Esfuerzo cortante promedio en muros:  $\sigma_k = V / A_m$

$$\sigma_k * A_m = V$$

$$\sigma_k * A_m = (SUC) * w * A_p * N$$

$$\sigma_k * A_m / (w * A_p * N) > = (S * U * C) \dots \text{Ec. (3.1)}$$

El lado izquierdo de la ecuación 3.1, representa las características estructurales resistentes de la edificación y el lado derecho representa los parámetros exigidos por la Norma de Diseño Sismorresistente, dependiendo de las condiciones en las que se encuentre la estructura. En realidad es una comparación entre el cortante resistente y el de diseño. Esto quiere decir que las características estructurales deben de ser iguales o sobrepasar los requerimientos exigidos por la norma.

La calificación se hace por medio del factor:  $\gamma = \alpha / \beta$ ; en donde “ $\alpha$ ” y “ $\beta$ ” quedan definidos de la siguiente manera:

$$\alpha = \sigma_k * A_m / (w * A_p * N)$$

$$\beta = (S * U * C)$$

## 2.- Para estructuras de albañilería confinada.

- > Área de planta típica:  $A_p$
- > Número de pisos:  $N$
- > Peso promedio de la planta:  $w$
- > Peso total del edificio:  $P = w * A_p * N$
- > Esfuerzo cortante promedio en muros:  $\sigma_k = V / A_m$

$$\sigma_k * A_m = V$$

$$\sigma_k * A_m = (ZUSC/R) * w * A_p * N$$

$$\sigma_k * A_m / (w * A_p * N) \geq (Z * U * S * C / R) \dots \text{Ec. (3.2)}$$

La calificación se hace de la misma manera por medio del factor:  $\gamma = \alpha / \beta$ ; en donde “ $\alpha$ ” y “ $\beta$ ” quedan definidos de la siguiente manera:

$$\alpha = \sigma_k * A_m / (w * A_p * N)$$

$$\beta = (Z * U * S * C / R)$$

### 3.- Para estructuras de hormigón armado.

La evaluación del parámetro requiere del cálculo del coeficiente “ $\alpha h$ ”, que representa la relación entre la fuerza resistente y la fuerza de diseño mediante las siguientes relaciones:

$$\begin{aligned}\alpha h &= VR' / (ZUSC) \\ VR' &= A_o * \gamma / (q*N) \\ q &= ((A_x + A_y)/A_t) * h * P_m + P_s \\ A_o &= \min (A_x * A_y) / A_t\end{aligned}$$

Donde:

$A_t$ : área total en planta.

$A_x$  y  $A_y$ : áreas totales de las secciones resistentes en los sentidos “x” e “y”.

$A_o$ : es el valor mínimo entre “ $A_x$ ” y “ $A_y$ ”, dividido entre  $A_t$ .

$h$ : altura media entrepisos.

$P_m$ : peso específico de los elementos del sistema resistente (ton/m<sup>3</sup>)

$P_s$ : Peso por unidad de área del sistema resistente (ton/m<sup>2</sup>)

$\gamma$ : resistencia a cortante de los elementos del sistema resistente.

### ADOBE Y ALBAÑILERÍA CONFINADA.

A:  $\gamma \geq 1$

B:  $0.70 \leq \gamma < 1$

C:  $0.40 \leq \gamma < 0.70$

D:  $\gamma \leq 0.40$

### CONCRETO ARMADO.

A:  $\alpha h \geq 1.2$

B:  $0.6 \leq \alpha h < 1.2$

C:  $\alpha h < 0.6$

### Parámetro 4.- Posición del edificio y cimentación.

Con este parámetro se evalúa, hasta donde es posible por medio de una simple inspección visual, la influencia del terreno y de la cimentación en el comportamiento sísmico del edificio. Para ello se tiene en cuenta algunos aspectos, tales como: la consistencia y la pendiente del terreno, la eventual ubicación de la cimentación a diferente cota y la presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.

### **ADOBE Y ALBAÑILERÍA CONFINADA.**

A: Edificación cimentada sobre terreno rígido según la Norma de Diseño Sismorresistente, ya sea grava bien graduada, arena compacta o arcilla rígida.

B: Edificación cimentada sobre terreno intermedio según la Norma de Diseño Sismorresistente.

C: Edificación cimentada sobre terreno flexible o blando, según la Norma de Diseño Sismorresistente. Presencia de sales y humedad.

D: Edificación cimentada sobre relleno.

### **CONCRETO ARMADO**

A: Edificación cimentada sobre terreno rígido o intermedio, según la Norma de Diseño Sismorresistente.

B: Edificación cimentada sobre terreno flexible o blando, según la Norma de Diseño Sismorresistente. Presencia de sales y humedad.

C: Edificación cimentada sobre relleno.

### **Parámetro 5.- Diafragma horizontal. (Forjados)**

La calidad de los diafragmas, tanto en edificaciones de adobe, albañilería confinada y hormigón armado tiene una notable importancia para garantizar el correcto funcionamiento de los elementos resistentes verticales. El que el diafragma funcione como tal, permitirá que la fuerza sísmica se distribuya en cada nivel proporcional a los elementos resistentes.

### **ADOBE.**

A: Edificio con diafragma compuesto de una losa aligerada apoyada sobre vigas de concreto armado.

B: Edificio con techo compuesto de caña y vigas de madera en buen estado.

C: Edificio sin diafragma. Cubierta de eternit.

D: Edificio con techo compuesto de caña y vigas de madera en estado defletrado.

### **ALBAÑILERÍA CONFINADA.**

A: Edificio con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:

1. Ausencia de planos a desnivel.
2. La deformabilidad del diafragma es despreciable. (Ideal de Concreto Armado)
3. La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz.

- B: Edificio que no cumple con una de las condiciones de la clase A.
- C: Edificio que no cumple con dos de las condiciones de la clase A.
- D: Edificio que no cumple con ninguna de las condiciones de la clase A.

**CONCRETO ARMADO.**

A: Edificio con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:

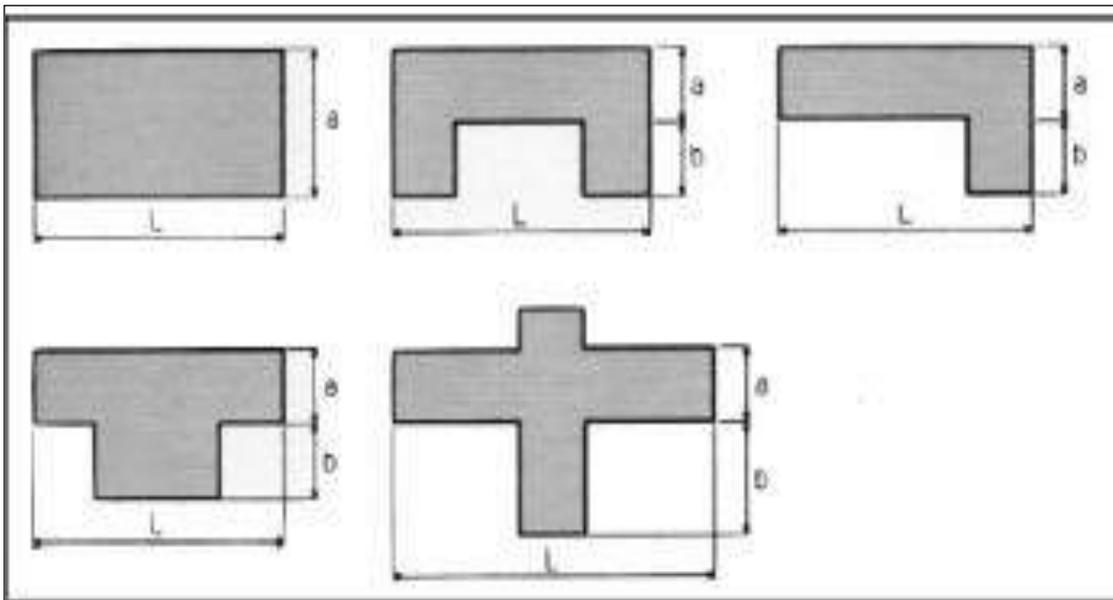
1. Ausencia de planos a desnivel.
2. La deformabilidad del diafragma es despreciable. (Ideal de Concreto Armado)
3. La conexión entre el diafragma y el sistema resistente es eficaz.

B: Edificio que no cumple con una de las condiciones de la clase A.

C: Edificio cuyos diafragmas no cumplen con dos de las condiciones de la clase A.

**Parámetro 6.- Configuración en planta.**

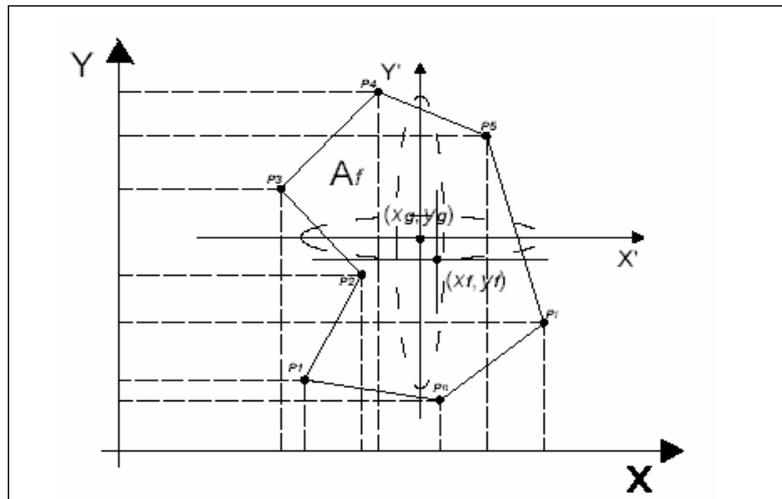
El comportamiento sísmico de un edificio depende en parte de la forma en planta del mismo. En el caso de edificios rectangulares es significativa la razón  $\beta_1 = a/L$  entre las dimensiones en planta del lado menor y mayor. También es necesario tener en cuenta las protuberancias del cuerpo principal mediante la relación  $\beta_2 = b/L$ . En la figura 10.2 se explica el significado de los dos valores que se deben reportar, para lo cual se evalúa siempre el caso más desfavorable.



**Figura 10.2.-** Formas originales en planta consideradas en la metodología del índice de vulnerabilidad.

El método evalúa la condición de simetría en planta de los edificios, proponiendo los valores más altos del parámetro cuando las dimensiones en planta se asemejan a secciones cuadradas, sin protuberancias adicionales y castigando las secciones excesivamente alargadas o con protuberancias demasiado grandes, las cuales pueden provocar problemas de torsión en planta y concentraciones de esfuerzos en las esquinas y en los elementos más alejados de los centros de gravedad y de rigidez.

**Figura 10.3.-** Forma general de una vista en planta.



Sean  $P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_n$ , los puntos de la forma geométrica (figura 10.3) correspondientes a las coordenadas  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_i, y_i), \dots, (x_n, y_n)$ , que definen la planta de cada edificio. El centroide o centro de gravedad  $(x_g, y_g)$  se obtiene de las siguientes ecuaciones:

$$x_g = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$y_g = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

En donde  $A_i$ , son áreas parciales auxiliares de la figura que sirven para obtener el centro de gravedad y se obtienen de multiplicar  $x_i * y_i$ . Se calcula además, un valor medio de los puntos más alejados de la figura en donde cruza una línea imaginaria que pasa por el centro de gravedad, en donde,  $x_{min}, x_{max}, y_{min}$  y  $y_{max}$ , corresponden a los valores de los puntos  $P_{xmin}, P_{xmax}, P_{ymin}$  y  $P_{ymax}$ , respectivamente.

$$X_m = (P_{X_{\min}} + P_{X_{\max}}) / 2$$

$$y_m = (P_{y_{\min}} + P_{y_{\max}}) / 2$$

Una vez calculados estos valores se sustituyen en las ecuaciones arriba escritas, con lo que se obtienen los valores de la regularidad en las direcciones “x” e “y” de la estructura (Xm e Ym). El valor máximo obtenido de las dos ecuaciones que a continuación se detallan, permitirán determinar el parámetro 6.

**ADOBE Y ALBAÑILERÍA CONFINADA.**

- A: Si  $IR \leq 0.10$
- B: Si  $0.1 < IR \leq 0.5$
- C: Si  $0.5 < IR \leq 1.0$
- D: Si  $IR > 1.0$

$$IR_x = \frac{|x_g - x_m|}{\frac{1}{2}|x_{\max} - x_{\min}|}$$

$$IR_y = \frac{|y_g - y_m|}{\frac{1}{2}|y_{\max} - y_{\min}|}$$

$$IR = \max\langle IR_x, IR_y \rangle$$

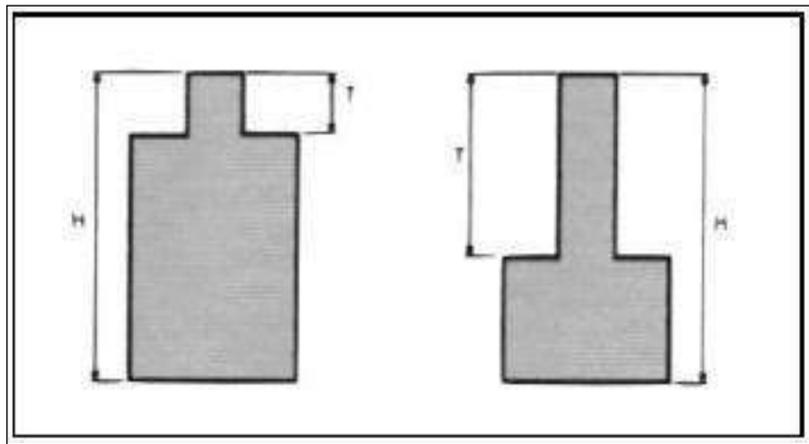
**CONCRETO ARMADO.**

- A: Si  $IR \leq 0.25$
- B: Si  $0.25 < IR \leq 0.75$
- C: Si  $IR \geq 0.75$

**Parámetro 7.- Configuración en elevación.**

En el caso de edificios de adobe y albañilería confinada, se reporta la variación de masa en porcentaje  $\pm DM/M$  entre dos pisos sucesivos, siendo M la masa del piso más bajo y utilizando el signo (+) si se trata de aumento o el (-) si se trata de disminución de masa hacia lo alto del edificio. La anterior relación puede ser sustituida por la variación de áreas respectivas  $\pm DA/A$ , evaluando en cualquiera de los dos casos el más desfavorable. En el caso de edificios de C.A., sobre todo para los más antiguos, la principal causa de irregularidad está constituida por la presencia de porches y torretas. La presencia de torretas de altura y masa significativa respecto a la parte restante del edificio se reporta mediante la relación T/H, tal como se indica en la figura 10.5. No se deben tener en cuenta las torretas de modesta dimensión tales como chimeneas, escapes de ventilación, etc.

**Figura 10.4.-**  
Configuración en  
elevación.



Para el caso de edificios de C.A., se tendrá en cuenta:

$$RL = (H - T) / H$$

### **ADOBE Y ALBAÑILERÍA CONFINADA.**

A: Edificio con:  $\pm DA/A \leq 10\%$

B: Edificio con:  $10\% < \pm DA/A \leq 20\%$ .

C: Edificio con:  $20\% < \pm DA/A < 50\%$ . Presenta discontinuidad en los sistemas resistentes.

D: Edificio con:  $\pm DA/A \geq 50\%$ . Presenta irregularidades de piso blando.

### **CONCRETO ARMADO.**

A: Si  $RL > 0.66$

B: Si  $0.33 < RL \leq 0.66$

C: Si  $RL \leq 0.33$

### **Parámetro 8.- Distancia máxima entre muros o columnas.**

Para el caso de edificios de adobe y albañilería confinada, con este parámetro se tiene en cuenta la presencia de muros maestros intersectados por muros transversales ubicados a distancia excesiva entre ellos. Se reporta el factor  $L/S$ , donde “L” es el espaciamiento de los muros transversales y “S” el espesor del muro maestro, evaluando siempre el caso más desfavorable.

Para el caso de edificios de C.A., la máxima distancia entre columnas se tendrá en cuenta determinando la presencia de asesoría técnica y el año de construcción. En base a estos postulados se calificará dicho parámetro.

### **ADOBE.**

- A: Edificio con  $L/S < 4.7$
- B: Edificio con  $4.7 \leq L/S < 5.6$
- C: Edificio con  $5.6 \leq L/S < 7.8$
- D: Edificio con  $L/S \geq 7.8$

### **ALBAÑILERÍA CONFINADA.**

- A: Edificio con  $L/S < 15$
- B: Edificio con  $15 \leq L/S < 18$
- C: Edificio con  $18 \leq L/S < 25$
- D: Edificio con  $L/S \geq 25$

### **CONCRETO ARMADO.**

- A: Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica.
- B: Año de construcción menor a 1997 y asesoría técnica
- C: Sin asesoría técnica.

### **Parámetro 9.- Tipo de cubierta.**

Tanto para edificios de adobe, albañilería confinada y C.A., se tiene en cuenta con este parámetro, la capacidad de la cubierta para resistir fuerzas sísmicas.

### **ADOBE Y ALBAÑILERÍA CONFINADA.**

- A: Cubierta estable debidamente amarrada a los muros con conexiones adecuadas y de material liviano. Edificio con cubierta plana.
- B: Cubierta inestable con material liviano y en buenas condiciones.
- C: Cubierta inestable de material liviano en malas condiciones.
- D: Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.

### **CONCRETO ARMADO.**

- A: Cubierta estable debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y de material liviano. Edificio con cubierta plana.
- B: Cubierta inestable de material liviano en buenas condiciones.
- C: Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.

### **Parámetro 10.- Elementos no estructurales.**

Se tiene en cuenta con este parámetro la presencia de cornisas, parapetos o cualquier otro elemento no estructural que pueda causar daño. Se trata de un parámetro

secundario para fines de evaluación de la vulnerabilidad, por lo cual no se hace ninguna distinción entre las dos primeras clases, tanto para adobe como albañilería confinada.

### **ADOBE Y ALBAÑILERÍA CONFINADA.**

A: Edificio que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.

B: Edificio con cornisas y parapetos bien conectadas al sistema resistente.

C: Edificio con cornisas y parapetos mal conectadas al sistema resistente.

D: Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. Edificio con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectada a ésta de modo deficiente.

### **CONCRETO ARMADO.**

A: Que cumpla con la clase A o B de mampostería.

B: Edificio con cornisas y parapetos mal conectadas al sistema resistente.

C: Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elementos en el techo, mal conectado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. Edificio con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectada a ésta de modo deficiente.

### **Parámetro 11.- Estado de conservación.**

En este parámetro, el detalle para cada tipología se detalla a continuación.

#### **ADOBE.**

A: Edificio en buenas condiciones, sin fisura alguna.

B: Edificio sin fisuras pero cuyos componentes están levemente deteriorados.

C: Edificio con fisuras y además cuyos componentes estructurales están deteriorados.

D: Muros con fuerte deterioro de sus componentes, hay presencia de agrietamientos producto de fallas por flexión, por momento y corte.

### **ALBAÑILERÍA CONFINADA.**

A: Muros en buena condición, sin fisuras visibles.

B: Muros en buena condición pero con pequeñas fisuras, menores a dos (02) milímetros.

C: Edificio que no presenta fisuras pero en mal estado de conservación; o muros con fisuras de tamaño medio de dos (02) a tres (03) milímetros.

D: Muros con fuerte deterioro en sus componentes.

### **CONCRETO ARMADO.**

A: Bueno.

B: Ligeramente dañado.

C: Mal estado de conservación.

Bajo estas consideraciones se han clasificado casi la totalidad de las edificaciones de la ciudad de Olmos. De acuerdo a la inspección realizada una a una, se determinó la calificación de cada uno de los 11 parámetros, para de esta manera determinar el índice de vulnerabilidad (Iv). Los resultados se muestran en el mapa de vulnerabilidad que se presenta más adelante.

En las edificaciones en las cuales no se pudo ingresar, se trato de registrar la mayor cantidad de datos posibles como tipología estructural, configuración en planta y elevación, diafragmas horizontales, elementos no estructurales, estado de conservación, etc., para luego de acuerdo a la similitud con otras edificaciones, en las cuales se tiene la ficha de evaluación completa, evaluar el índice de vulnerabilidad.

#### **10.3.1.5.- Cálculo del Índice de Vulnerabilidad.**

Se procedió al cálculo de los índices de vulnerabilidad para los lotes que se encuentran en la ciudad de Olmos. Se aplicaron dos ecuaciones: una para las edificaciones de adobe y albañilería, y otra para los edificios de concreto armado. Este cálculo se realiza conforme a los parámetros descritos anteriormente e implementados en el entorno Excel. Para los cálculos del índice de vulnerabilidad se utilizaron las siguientes expresiones:

- Expresión utilizada para mampostería (adobe y albañilería):

$$V = \sum_{i=1}^{11} K_i W_i$$

- Expresión utilizada para concreto armado:

$$I_v = 100 \cdot \frac{\left( \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i \right) + 1}{34}$$

➤ **Construcciones con tierra.**

Dentro de las construcciones con tierra utilizadas en la ciudad de Olmos, tenemos:

- **Adobe**, en donde se utilizan bloques pre secados, unidos con mortero de barro.
- **Quincha o bahareque**, en donde la tierra se utiliza para revestir un entramado de madera y cañas.

Además de ser una tecnología constructiva simple y de bajo costo, la construcción de adobe tiene otras ventajas, tales como excelentes propiedades térmicas y acústicas. Sin embargo, las estructuras de adobe son vulnerables a los efectos de los fenómenos naturales tales como terremotos, lluvias e inundaciones. La construcción tradicional de adobe tiene una respuesta deficiente ante los sismos, sufriendo daño estructural severo o llegando al colapso según el nivel de movimiento, causando con ello pérdidas significativas en términos de vida humana y daño material. El inadecuado comportamiento sísmico de la construcción de adobe se debe al elevado peso de la estructura, a su baja resistencia y a su comportamiento frágil, pues casi no tiene ductilidad. Durante terremotos severos, debido a su gran peso, estas estructuras desarrollan niveles elevados de fuerza sísmica, que son incapaces de resistir y por ello fallan violentamente. Daño material y pérdidas humanas considerables han ocurrido en áreas donde este material se ha usado.



**Figura 10.5.-** Gran porcentaje de construcciones de adobe en el centro ciudad de olmos y alrededores. Esq. de Ca. Leguía y Tarata, y Ca. San Jorge

➤ **Construcciones de albañilería.**

Las edificaciones de albañilería se han venido empleando en los últimos 50 años en forma masiva, sin embargo son casi en su totalidad informales. Para la aplicación de esta metodología se han considerado en este grupo a las edificaciones de albañilería simple y reforzada.



**Figura 10.6.-** Edificaciones de albañilería.

➤ **Construcciones de concreto armado.**

Estas construcciones son las que en menor número se encuentran en la zona de estudio. El año de construcción es un parámetro muy importante para evaluar el comportamiento de los edificios.

Estas edificaciones se pueden identificar por las dimensiones de las vigas y columnas, que son los elementos que junto con las losas de entrepiso y opcionalmente algunas placas, forman el sistema resistente. En el caso de la albañilería, las vigas y columnas son de confinamiento y generalmente las dimensiones son menores. También pueden identificarse por la separación de los elementos resistentes de los tabiques, para lo cual se consideran juntas, aislando los tabiques de los elementos resistentes.



**Figura 10.7.-** Edificaciones de concreto armado, identificadas por la separación entre columnas y vigas, de los tabiques.

#### 10.3.1.6.- Resultados de los 11 parámetros por clase y tipología estructural.

Para obtener los índices de vulnerabilidad de cada una de las viviendas de la ciudad de Olmos, se realizaron visitas de campo periódicas a la zona en estudio. De esta forma se pudo analizar cada parámetro para luego asignar las correspondientes clases, obteniendo mediante la aplicación de la fórmula que caracteriza al método, el respectivo índice de vulnerabilidad para cada edificación de acuerdo a la tipología estructural.

Se registraron en la ciudad de Olmos un total de 2327 lotes construidos, los cuales se detallan en la siguiente tabla.

Tipología	Nº de lotes	%
Adobe o quincha	1674	71.94
Albañilería	539	23.16
Concreto Armado	114	4.90
<b>Total</b>	<b>2327</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 10.5.-** Distribución de lotes por tipología.

La aplicación de la metodología del índice de vulnerabilidad consistió en evaluar cada una de las 2327 edificaciones, en una ficha de evaluación correspondiente a su tipología.

A continuación se presentan los criterios tomados en cuenta al asignar las clases para cada uno de los parámetros del método empleado, y el resultado del mismo, con alguna discusión.

**Parámetro 1.- Tipo y organización del sistema resistente.**

Lo común para definir las clases A, B, C, D, de este parámetro es recurrir al año de construcción de la edificación y visualización de las dimensiones de columnas y vigas de la edificación en caso de albañilería y concreto armado, así como su proceso constructivo. De esta forma se puede, en base a las exigencias de la norma en vigencia, hacer la comparación respectiva y determinar su clasificación.

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
<b>A</b>	0	0.0	33	6.1	46	40.4
<b>B</b>	50	3.0	339	62.9	62	54.4
<b>C</b>	1201	71.7	119	22.1	6	5.2
<b>D</b>	423	25.3	48	8.9	-	-
<b>Total</b>	1674	100,0	539	100,0	114	100,0

**Tabla 10.6.-** Resultados del parámetro 1 para adobe, albañilería y C.A.

Gran parte de las edificaciones de la ciudad fueron construidas sin tomar en cuenta muchos criterios técnicos durante su construcción. Como consecuencia de ello, se presentan los resultados para cada tipología. En adobe y albañilería se asigna la clase C para aquellas edificaciones autoconstruidas, lo que resultó casi el total de las edificaciones de adobe en esta clase, y la clase D asignada a las edificaciones en las que puede observarse innumerables vicios constructivos que hacen imposible el comportamiento de “cajón”. En albañilería y concreto armado el problema es menor debido a que sus elementos generalmente conectados le dan esa capacidad de comportamiento tipo “cajón”.

**Figura 10.9.-** Edificio de albañilería, puede notarse el vaciado de columnas y vigas posterior



**Figura 10.10.-** Edificio de concreto armado, separación de elementos de concreto de los tabiques. (Calle Tarata)

**Figura 10.11.-** Construcción de adobe de un piso – local ENSA. (Calle Grau)



## Parámetro 2.- Calidad del sistema resistente.

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
<b>A</b>	0	0,0	30	5.6	36	31.6
<b>B</b>	256	15.3	211	39.2	68	59.6
<b>C</b>	1093	65.3	238	44.1	10	8.8
<b>D</b>	325	19.4	60	11.1	-	-
<b>Total</b>	1674	100,0	539	100,0	114	100,0

**Tabla 10.7.-** Resultados del parámetro 2 para adobe, albañilería y C.A.

Debido a la precaria situación económica, muchos olmanos no tienen la posibilidad de contratar profesionales y recurren a la construcción informal para construir sus viviendas, este problema se agrava porque con frecuencia se utiliza materiales de baja calidad. Tenemos como ejemplo el uso constante de los ladrillos artesanales, los que generalmente no cumplen con los requisitos mínimos para ser usados en la construcción, esto puede constatarse por el gran porcentaje de las clases B y C, el último en caso de unidades de albañilería de mala calidad. También se vio algunos casos de unidades deterioradas en pésimas condiciones que corresponde al calificativo D.

En las construcciones de concreto armado el problema es un poco menor, sin embargo, existe un 59,6% de edificaciones que están calificados en la clase B, esto debido a que no existe una verdadera supervisión de las obras, lo que da como resultado elementos con una resistencia del concreto menor a la proyectada.

En las construcciones de adobe solo cumplen, en la mayor parte, que sus piezas son homogéneas y de dimensiones constantes, por carecer de dirección técnica es que las piezas no tienen una correcta colocación y aplomo.

**Figura 10.12.-** Unidades de albañilería industrial de buena calidad.





**Figura 10.13.-** Mala calidad de los elementos que forman el sistema resistente.

**Figura 10.14.-** Deficiencias en el proceso constructivo de muro, conllevan a una mala calidad de la mampostería de adobe en conjunto.



### Parámetro 3.- Resistencia convencional.

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
<b>A</b>	0	0.0	83	15.4	41	36.0
<b>B</b>	32	1.9	238	44.2	57	50.0
<b>C</b>	718	42.9	146	27.1	16	14.0
<b>D</b>	924	55.2	72	13.3	-	-
<b>Total</b>	1674	100,0	539	100,0	114	100,0

**Tabla 10.8.-** Resultados del parámetro 3 para adobe, albañilería y C.A.

En este parámetro se aplicó una metodología rápida, donde la asignación de las clases estuvo en medida del nivel de resistencia de una edificación, y la fuerza a la que está sometida la misma. Se encontró en el caso del adobe, que casi el 100% de las edificaciones fueron asignadas a la clase C y D, ya que éstas edificaciones tienen una densidad de muros en una dirección (la más corta) que es insuficiente ya que por su

gran peso, la fuerza sísmica también será considerable y el adobe no será capaz de resistir tales fuerzas. Cuando el problema es crítico, debido a la incorporación de instalaciones sanitarias disminuyendo así el espesor efectivo, la asignación fue la clase D.

En las edificaciones de albañilería, el problema que se encontró es básicamente el mismo, la dirección más corta tiene una densidad de muros insuficiente; también la presencia de instalaciones sanitarias no contempladas normalmente en el diseño estructural (en el caso de que exista), disminuye considerablemente la resistencia. Problema menos grave, pero que no debemos dejar de considerar, son las edificaciones de concreto armado, que cuando son autoconstruidas no tienen elementos de dimensiones capaces de absorber la fuerza sísmica.



**Figura 6.12.- izquierda** Edificación de 2 pisos con un gran peso por la gran longitud en la dirección perpendicular a la fachada. La dirección paralela a la fachada es crítica por insuficiente densidad de muros. **Derecha** cerco perimétrico del Estadio de albañilería simple que no ofrece resistencia ante un sismo.

**Parámetro 4.- Posición del edificio y cimentación.**

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
<b>A</b>	0	0,0	0	0,0	97	85,1
<b>B</b>	1652	98,7	524	97,2	17	14,9
<b>C</b>	22	1,3	15	2,8	0	0,0
<b>D</b>	100	0,0	0	0,0	-	-
<b>Total</b>	1674	100,0	539	100,0	114	100,0

**Tabla 10.9.-** Resultados del parámetro 4 para adobe, albañilería y C.A.

Teniendo en cuenta la Norma de Diseño Sismorresistente E – 030 y la presencia de humedad y sales; se asignó en su mayoría la clase B a las edificaciones de adobe y albañilería; y la clase A para la mayoría de las edificaciones de concreto armado. Se observó poca presencia de sales y humedad, las cuales solo se encontraron en las viviendas antiguas.



**Figura 10.17.- Izquierda:** Parte inferior de muro, debilitado por acción de humedad y sales, fallará posiblemente por flexión perpendicular al plano del muro con agrietamiento vertical. **Derecha:** cimentación expuesta y en peligro de colapso - Estadio.

#### Parámetro 5.- Diafragmas horizontales.

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
<b>A</b>	0	0,0	179	33,2	97	85,0
<b>B</b>	341	20,4	261	48,4	15	13,2
<b>C</b>	1013	60,5	70	13,0	2	1,8
<b>D</b>	320	19,1	29	5,4	0	0,0
<b>Total</b>	1674	100,0	539	100,0	114	100,0

**Tabla 10.10.-** Resultados del parámetro 5 para adobe, albañilería y C.A.

Como ya se indicó en secciones anteriores, la falta de orientación técnica hace que se observen deficiencias ocasionadas por una mala práctica constructiva. Esto se hace notar en vista que el 80% de las edificaciones de adobe son asignadas dentro de la clase C y D, mientras que las de albañilería confinada tienen en general un buen

comportamiento de diafragma; sin embargo existe un 5.4% que no tienen diafragma solamente cubierta de calamina. En el caso de concreto armado, se puede observar que en su mayoría se comportan como losas rígidas (el 85% son de clase A).



**Figura 10.18.-** Mal comportamiento de diafragma en losa aligerada de Centro de Salud.



**Figura 10.19.-** Techo compuesto de caña y viga de madera en mal estado.

### Parámetro 6.- Configuración en planta.

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
<b>A</b>	814	48,6	224	41,6	83	72,8
<b>B</b>	604	36,1	249	46,2	24	21,1
<b>C</b>	172	10,3	53	9,8	7	6,1
<b>D</b>	84	5,0	13	2,4	0	0,0
<b>Total</b>	1674	100,0	539	100,0	114	100,0

**Tabla 10.11.-** Resultados del parámetro 6 para adobe, albañilería y C.A.

Pudo observarse que buen número de edificaciones guardan una aceptable simetría en planta, con algunos casos donde hay presencia de ductos de dimensiones considerables, o irregularidades notables en planta, lo que podría producir torsión en planta.



**Figura 10.20.-** Irregularidad en planta, problema de torsión.

### Parámetro 7.- Configuración en elevación.

La inadecuada configuración en elevación, conlleva a problemas como son el de piso blando, el cual se produce cuando hay un cambio muy brusco de rigidez entre pisos consecutivos. Por ejemplo en la dirección perpendicular a la fachada de la figura 6.22 izquierda, en el segundo piso se observa que los muros fueron levantados posteriormente al vaciado de las columnas y vigas, y a partir del piso superior siguiente, el proceso constructivo es al revés, por lo que ante un movimiento fuerte, los muros inferiores por no estar arriostrados fallarán, y se formará el problema de piso blando.

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
<b>A</b>	1003	59,9	324	60,1	72	63,2
<b>B</b>	504	30,1	110	20,4	31	27,2
<b>C</b>	154	9,2	69	12,8	11	9,6
<b>D</b>	13	0,7	36	6,7	--	--
<b>Total</b>	1674	100,0	539	100,0	114	100,0

**Tabla 10.12.-** Resultados del parámetro 7 para adobe, albañilería y C.A.

En la mayoría de edificaciones se observó que no presentan irregularidad en altura. Las viviendas de uno y dos pisos, generalmente no poseen variación de masas. En cambio en las edificaciones de tres y cuatro pisos existe una mayor incertidumbre, más aún al no haber podido ingresar al interior de muchas viviendas, en tal sentido se supuso para éstas una mayor variación de masa, o la existencia de discontinuidad en los sistemas resistentes, asignándoles por ello la clase C o D, dependiendo de la tipología.



**Figura 10.22.-** regularidad de masas de los 3 pisos.

**Parámetro 8.- Distancia máxima entre elementos resistentes.**

En este parámetro, la clasificación se hizo en base a que los elementos resistentes no pueden estar muy distanciados, en el caso de adobe y albañilería, se evaluó en base a la distancia máxima entre muros, y en el caso de las de concreto armado en base a la distancia máxima entre columnas.

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
<b>A</b>	47	2.8	98	18.2	49	43.0
<b>B</b>	127	7.6	108	20.1	62	54.4
<b>C</b>	973	58.1	239	44.3	3	2.6
<b>D</b>	527	31.5	94	17.4	-	-
<b>Total</b>	1674	100,0	539	100,0	114	100,0

**Tabla 10.13.-** Resultados del parámetro 8 para adobe, albañilería y C.A.

Se establecieron las distancias para los muros transversales tal cual lo define el método de índice de vulnerabilidad. Como resultado, para casi la mitad de edificaciones de adobe y albañilería confinada observados, se asignó el parámetro C. Para el caso de concreto armado, nos basamos en la distancia entre columnas, teniendo en cuenta el año de construcción del edificio. Si cumple con la Norma de Diseño Sismorresistente del año 1997 se consideró A, caso contrario se le asignó la letra B. La letra C se asignó a edificios muy mal estructurados.



**Figura 10.25.-** Separación de muros más distanciados con respecto a otros.

**Figura 10.25.-** Separación de columnas en edificio de concreto armado



### Parámetro 9.- Tipo de cubierta.

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	N° lotes	%	N° lotes	%	N° lotes	%
<b>A</b>	0	0.0	206	38.2	99	86.8
<b>B</b>	264	15.8	211	39.2	6	5.3
<b>C</b>	1065	63.6	68	12.6	9	7.9
<b>D</b>	345	20.6	54	10.0	--	--
<b>Total</b>	1674	100,0	539	100,0	114	100,0

**Tabla 10.14.-** Resultados del parámetro 9 para adobe, albañilería y C.A.

En este parámetro se clasificaron los diferentes tipos de cubierta encontrados, según la capacidad que tengan para resistir la fuerza sísmica. Cuando éstas cubiertas no son lo suficientemente estables ante acciones sísmicas, éstas fallarán, y los muros sobre los que se apoya actuarán en voladizo, siendo vulnerables ante acciones perpendiculares a su plano; asimismo cuando las cubiertas son demasiado inestables, éstas pueden desplomarse al interior de la vivienda, por encontrarse mal apoyada sobre los muros.

Gran parte de las edificaciones existentes en la zona de estudio utilizan como cubierta calaminas y eternits, siendo estos elementos inestables, los que fueron calificados con clases C y D, pues además la falta de una longitud de apoyo adecuada de los elementos principales de la cubierta facilita que se presente la pérdida del apoyo y el consecuente colapso de la estructura por los desplazamientos inducidos en los muros portantes. Cuando la cubierta está compuesta por una losa aligerada, según sus características se clasificó con A y B, ya que el vaciado de la misma es monolítico con la viga, y la transmisión de la fuerza sísmica es adecuada.



**Figura 10.27.-** Cubierta de calamina y vigas de madera en buen estado.



**Figura 10.28.-** Cubierta de caña en mal estado y tejas sueltas.

**Parámetro 10.- Elementos no estructurales.**

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
<b>A</b>	1647	98.4	82	15.2	47	41.2
<b>B</b>	27	1.6	112	20.8	33	28.9
<b>C</b>	0	0	316	58.6	34	29.9
<b>D</b>	0	0	29	5.4	--	--
<b>Total</b>	1674	100,0	539	100,0	114	100,0

**Tabla 10.15.-** Resultados del parámetro 10 para adobe, albañilería y C.A.

Este parámetro consideró en su clasificación algunos elementos que no forman parte de la estructura, y cuyo desplome en el caso de un sismo, representan un peligro.

Gran parte de las edificaciones presentan pequeños elementos no estructurales con algunas deficiencias al ser vinculados a la estructura. Aquellos elementos no estructurales de mayor peso que constituyen mayor peligro, son situados dentro de la clase D, como por ejemplo los tanques elevados (rotoplast) mal conectados al sistema resistente.

**Figura 10.30.-** Mampostería fuera del sistema resistente sin confinamiento.



**Figura 10.32.-** Confinamiento de parapetos dentro del sistema resistente.

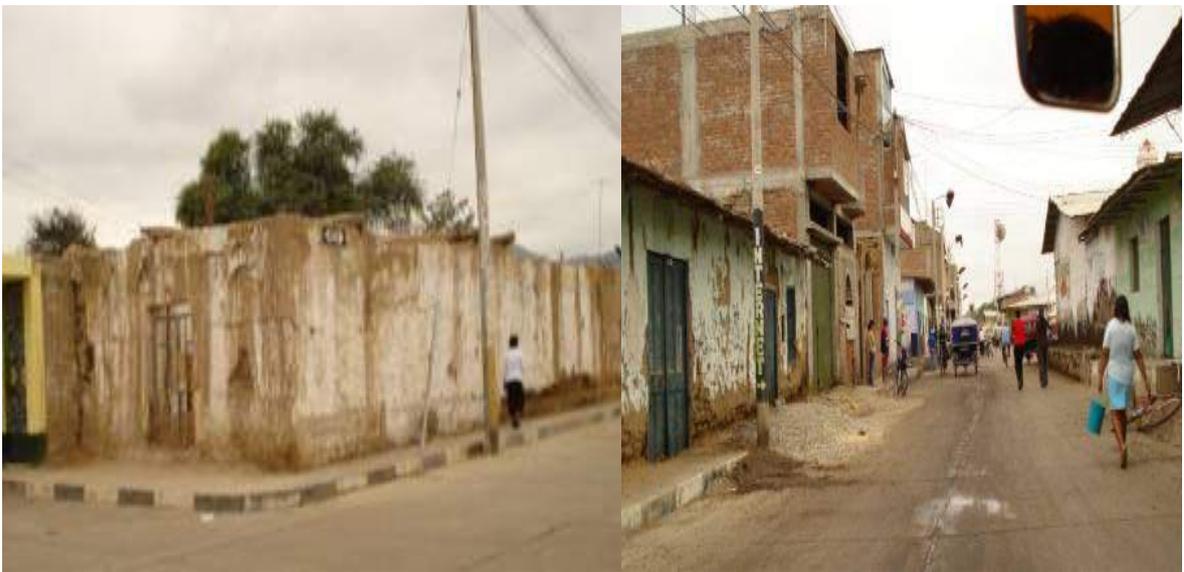
**Parámetro 11.- Estado de conservación.**

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
<b>A</b>	340	20.3	313	58.1	92	80.7
<b>B</b>	730	43.6	141	26.2	22	19.3
<b>C</b>	474	28.3	60	11.1	0	0
<b>D</b>	130	7.8	25	4.6	--	--
<b>Total</b>	1674	100,0	539	100,0	114	100,0

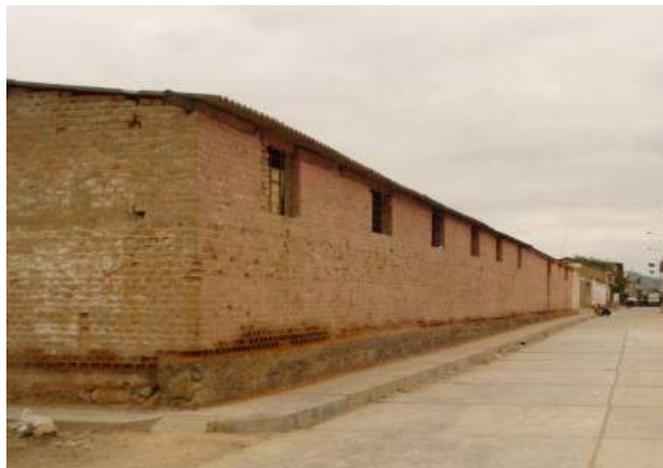
**Tabla 10.16.-** Resultados del parámetro 11 para adobe, albañilería y C.A.

Frecuentemente la antigüedad de las edificaciones de adobe produce el deterioro de las propiedades mecánicas de sus materiales, haciendo que en caso de un terremoto su capacidad de soportarlo sea mínima las que fueron clasificadas en C y D. En la ciudad de Olmos las construcciones de adobes antiguas se encuentran en el centro de la ciudad y a los alrededores de la ciudad, éstas muestran un buen a regular estado de conservación como el caso del Asentamiento Humano Alan García.

Para las construcciones de Albañilería existe un menor porcentaje de edificaciones antiguas que no tienen ningún mantenimiento durante su vida útil; en el caso de edificaciones de concreto armado las no presentan dereriero.



**Figura 10.33.-** Viviendas en el centro de olmos con fisuras y en mal estado.



**Figura 10.34.-**Parte posterior del Colegio Ramón Castilla, que mantiene una edificación de albañilería antigua en mal estado de conservación.



**Figura 10.35.-** Asentamiento Humano Alan García sus edificaciones la mayoría son de adobe y muestran de regular a buen estado de conservación.

#### **10.3.1.7.- Resultados del índice de vulnerabilidad.**

Una vez evaluado el índice de vulnerabilidad ( $I_v$ ) para cada edificio, el cual varía de 0 a 382,5 para mampostería y de 0 a 91,18 para concreto armado según la metodología propuesta, se procede a normalizar el índice de vulnerabilidad ( $I_{vn}$ ), en un rango de 0 a 100. Para poder interpretar mejor los resultados obtenidos se definieron los siguientes **rangos de vulnerabilidad** mostrados en la tabla 6.13.

<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Rangos de <math>I_v</math></b>
BAJA	$0 < I_v \text{ norm.} < 20$
MEDIA	$20 \leq I_v \text{ norm.} < 40$
ALTA	$40 \leq I_v \text{ norm.}$

**Tabla 10.17.-** Rangos de índices de vulnerabilidad normalizado.

Los resultados en detalle de la vulnerabilidad de cada tipología se muestran en los siguientes cuadros.

➤ **Resultados del índice de vulnerabilidad: ADOBE.**



**Gráfico 10.2.-** Distribución de lotes de adobe de acuerdo al índice de vulnerabilidad. Puede observarse en el gráfico que casi la totalidad de edificaciones de adobe presentan una alta vulnerabilidad, esto quiere decir que la calidad estructural del adobe en la zona en estudio es pésima, puesto que el adobe por su gran peso atrae una considerable fuerza sísmica, la cual no puede resistir por ser un material débil, que se comporta frágilmente ante movimientos horizontales.

➤ **Resultados del índice de vulnerabilidad: ALBAÑILERÍA.**



**Gráfico 10.3.-** Distribución de lotes de albañilería por índice de vulnerabilidad.

Varios aspectos influyen en que la albañilería encontrada en la zona en estudio tenga 70% de vulnerabilidad media a alta, la mayoría de los cuales son resultado de la muy practicada autoconstrucción o construcción informal. Entre estos aspectos podemos resumir: deficiente procedimiento constructivo, uso de materiales de mala calidad, falta de densidad de muros en una dirección, tabiques no confinados sobre volados, entre otros.

➤ **Resultados del índice de vulnerabilidad: CONCRETO ARMADO.**



**Gráfico 10.4.-** Distribución de lotes de C.A. por índice de vulnerabilidad.

En edificios de concreto armado, predomina la vulnerabilidad de baja a media, sin embargo existe un considerable porcentaje de éstas que tiene una vulnerabilidad alta, esto también es debido a varios aspectos que disminuyen la calidad de estas estructuras, como son: procedimiento constructivo deficiente con materiales de baja calidad y sin supervisión técnica, variedad de elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente, irregularidades en planta y/o elevación, entre otros.

### 10.3.2 EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA CIUDAD DE OLMOS.

El objetivo principal de este análisis es determinar áreas vulnerables en la ciudad más que presentar un cálculo numérico que no resultaría útil al momento de priorizar acciones y proyectos en determinadas áreas.

## **ASENTAMIENTOS HUMANOS**

Las variables consideradas en este aspecto son:

### **a. Vulnerabilidad Social – VS**

Corresponde a las características psicológicas, sociales, económicas, políticas y culturales que condicionan el comportamiento preventivo y la capacidad de respuesta del grupo social para atender a la emergencia, la rehabilitación y la recuperación. La **VS es consecuencia directa** del empobrecimiento, del incremento demográfico, de la urbanización acelerada y sin planificación, de la industrialización sin considerar la protección del vecindario y los efectos sobre el medio ambiente. La VS condiciona el grado en que repercuten, sobre la salud física y mental de los damnificados, las pérdidas materiales que produce el evento desastroso. Por consiguiente, la atención integral para la prevención y mitigación del riesgo debe considerar los **diferentes escenarios** en que la magnitud del peligro o amenaza natural actúa sobre las vulnerabilidades física y social de los espacios habitados por los seres humanos.

Se debe generar en la población condiciones favorables y una visión optimista que fortalezca el manejo colectivo de los desastres y reduzca en forma efectiva la vulnerabilidad; las cuales se pueden lograr mediante la educación, la participación la autonomía (capacidad de liderazgo) y la creatividad; de tal manera que cada individuo se haga competente para actuar dentro de su óptimo personal en las situaciones de emergencia.

Dos acciones que deben ser planificadas cuidadosamente son: La capacitación (INDICE y ministerio de educación) y la información pública.

### **b. Método del Índice de Vulnerabilidad**

El área urbana está compuesto por construcciones de albañilería y concreto reforzado (del tipo III) que representan el 18.5% del área urbana total, así como construcciones de adobe y caña (del Tipo I), que representan el 45.5% del área urbana total.

La realidad de Olmos ha cambiado, antes del FEN 98, 90% de las viviendas presentaban como material predominante el Adobe y como sistema constructivo la caña entretejida, después de ocurrido el Fenómeno las viviendas fueron reconstruidas, actualmente en el Centro de la ciudad de Olmos las viviendas se encuentran, en general, en un estado de conservación regular presentan sistemas constructivos no convencionales; solo algunas construcciones de adobe en el centro de la ciudad presentar deterioro por el tiempo y fallas en los muros a causa de eventos sísmicos.

El adobe técnicamente presenta una mejor respuesta dinámica ante eventos sísmicos, pero la calidad y deficiencia de los sistemas constructivos empleados en la ciudad de Olmos, ejecutados sin dirección técnica especializada y no utilizar sistemas constructivos mejorados con este material, carecen de ductilidad, lo que incide desfavorablemente en estas viviendas, construidas mayormente con cimientos o sobre-cimientos de adobe, sin refuerzo horizontal y cobertura de planchas corrugadas de asbesto-cemento; esta característica se presenta mayormente en la periférica de la ciudad en los PP.JJ Señor de los milagros, Cruz de Chalpón, Santa Isabel y en el Asentamiento Humano Alan García.

## **LÍNEAS Y SERVICIOS VITALES**

### **a. Servicios de Agua.**

Unas de las características de las redes de distribución domiciliaria es la antigüedad, en promedio 20 años en el área central, lo que puede ocasionar roturas, como por ejemplo la tubería de impulsión de acero puede resultar dañada en sus uniones.

Como se ha descrito en la caracterización urbana, el servicio de agua potable está alimentada por dos pozos N° 1 y N° 2 (ubicadas al noreste de la ciudad en el margen izquierdo de carretera Panamericana en zonas de cultivo), del cual se distribuye a toda la ciudad de Olmos y alrededores en forma racionada (por horas).

### **b. Servicio de Alcantarillado.**

Las redes desagüe del área central de ciudad tiene un promedio de antigüedad 20 años este es un factor que las hace más vulnerables.

En el sistema de alcantarillado se pueden presentar los siguientes daños:

- Destrucción total o parcial de sus estructuras.
- Modificación de la calidad del agua por contaminación por infiltración.
- Variación (disminución) del caudal y tratamiento de las aguas servidas.

Dejando a la ciudad parcialmente desabastecida del sistema

#### **c. Servicio de Energía Eléctrica**

Respecto al Sistema de Energía Eléctrica, la red podría ser afectada por daños en los postes de baja a media Tensión, cableado y subestaciones de tipo área Monoposte, esperándose como consecuencia la suspensión temporal del fluido eléctrico.

#### **d. Accesibilidad Física**

En Olmos la zona urbana en un 85% de las vías que se encuentran pavimentadas, lo que las hace eficientes al momento de presentarse un desastre, por su accesibilidad y transitabilidad.

Las Ca. Augusto B. Leguía, Santo Domingo y Víctor Raúl Haya de La Torre comunican directamente desde la carretera Panamericana con el centro de la ciudad siendo su tratamiento de las Ca. Augusto B. Leguía y Santo Domingo de Pavimento Rígido y la Ca. Víctor Raúl Haya de La Torre de Pavimento Flexible.

### **SERVICIOS DE EMERGENCIA**

Están conformados por todas aquellas edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo como: Centro de Salud, Centrales de comunicaciones, policía y reservorios de agua.

En la ciudad de Olmos, los principales servicios de emergencia están conformados por: El Centro de Salud (MINSa), ubicado entre las calles San Francisco y Bolognesi, presenta óptimo estado de conservación y sistema constructivo de acuerdo a las normas vigentes, de presentarse una emergencia no satisfacerla las necesidades del caso, pues tal solo cuenta con 8 camas para hospitalización; La comisaría PNP, se encuentra ubicada en la calle San Martín, en buen estado de conservación, de construcción albañilería.

## **LUGARES DE CONCENTRACIÓN PÚBLICA**

Entre los lugares que albergarían mayor cantidad de pobladores se encuentra el Cementerio, el I.E. N° Mariscal Ramón Castilla y I.E. Julio Ponce en óptimo estado de conservación, sistema constructivo de acuerdo con las normas vigentes, La Iglesia principal, el estadio Municipal, el parque principal y La Municipalidad, las cuales presentan edificaciones de adobe y albañilería en regular y buen estado de conservación.

Como resultado de este análisis se ha determinado como:

### **ZONA DE VULNERABILIDAD MUY ALTA**

Destacándose la mayoría de las infraestructuras de la ciudad de Olmos sobre todo en los alrededores de la ciudad principalmente como las del Estadio Municipal, las que se ubican en los márgenes del Río Olmos, las viviendas en las que se ubica el mercado informal (calle San Martín), Los PP.JJ. Villavicencio, Santa Isabel y Cruz de Chalpón. (Ver **Mapa de Vulnerabilidad Final MVF – 01**)

### **ZONA DE VULNERABILIDAD ALTA.**

Destacándose los pueblos jóvenes: Sr. De los Milagros, San Pedro, La Purísima, y el AA.HH. Alan García. Algunas edificaciones de los PP.JJ. Villavicencio, Santa Ana, Santa Isabel, Cruz de Chalpón. (Ver **Mapa de Vulnerabilidad Final MVF – 01**)

### **ZONA DE VULNERABILIDAD MEDIA.-**

Son muy pocas las infraestructuras que cuentan con este estado de vulnerabilidad, destacándose, edificaciones como la municipalidad, el centro recreativo Algarrobos, el Banco de la Nación, La iglesia de los adventistas por ser una edificación reciente, la iglesia de los Mormones, los colegios de la ciudad, con excepción del colegio Ramón Castilla en un área determinada (Ver **Mapa de Vulnerabilidad Final MVF – 01**)

## **10.4 EVALUACIÓN DE RIESGO**

El Riesgo está definido como la resultante de la interacción del Peligro con la Vulnerabilidad; puede ser expresado en términos de los daños o las pérdidas esperadas en un tiempo futuro ante la ocurrencia de un fenómeno de intensidad

determinada, según las condiciones de vulnerabilidad que presenta la ciudad. Es decir:

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} \times \text{Vulnerabilidad}$$

En el presente estudio, se estimarán para la ciudad de Olmos dos escenarios de riesgo: uno frente a fenómenos Geológicos y Geológicos - Climáticos y otro frente a los fenómenos Climáticos; además se presenta un mapa de escenario de daños donde intervienen el peligro sísmico y la vulnerabilidad sísmica, sin tomar en cuenta las capacidades de respuesta de la población, de líneas y servicios vitales, servicios de emergencia, entre otros.

Hemos considerado conveniente enfocar este análisis, además desde el punto de la capacidad de respuesta de las siguientes variables urbanas: Población (Asentamientos Humanos), Líneas y servicios vitales, servicios de emergencia, lugares de concentración pública infraestructura de soporte y patrimonio monumental.

Para la determinación de los sectores de mayor riesgo se ha tomado en cuenta la matriz detallada en el cuadro 10.1 observándose que a ocurrencia de zonas de peligro muy alto o zonas de vulnerabilidad Muy Alta determinan Zonas de Riesgo Muy Alto, conforme disminuyen los niveles de peligro y vulnerabilidad, disminuye el nivel de Riesgo y por lo tanto el nivel de pérdidas esperadas. El Mapa de Riesgo Resultante se constituye en el principal insumo para identificación de los sectores críticos de la ciudad, sobre los cuales se deberán dirigir y priorizar acciones y medidas específicas de Mitigación; las zonas de riesgo muy alto serán los principales referentes para delimitación de dichos sectores.

#### **10.4.1 EVALUACION DE ESCENARIO DE DAÑOS**

<sup>1</sup>La evaluación consiste en el cálculo del índice de daño de cada edificación producto de diferentes sismos considerados, mediante funciones de vulnerabilidad calibradas que esta directamente relacionado con el índice de vulnerabilidad finalizando en la obtención del escenario de daño para la ciudad de Olmos

---

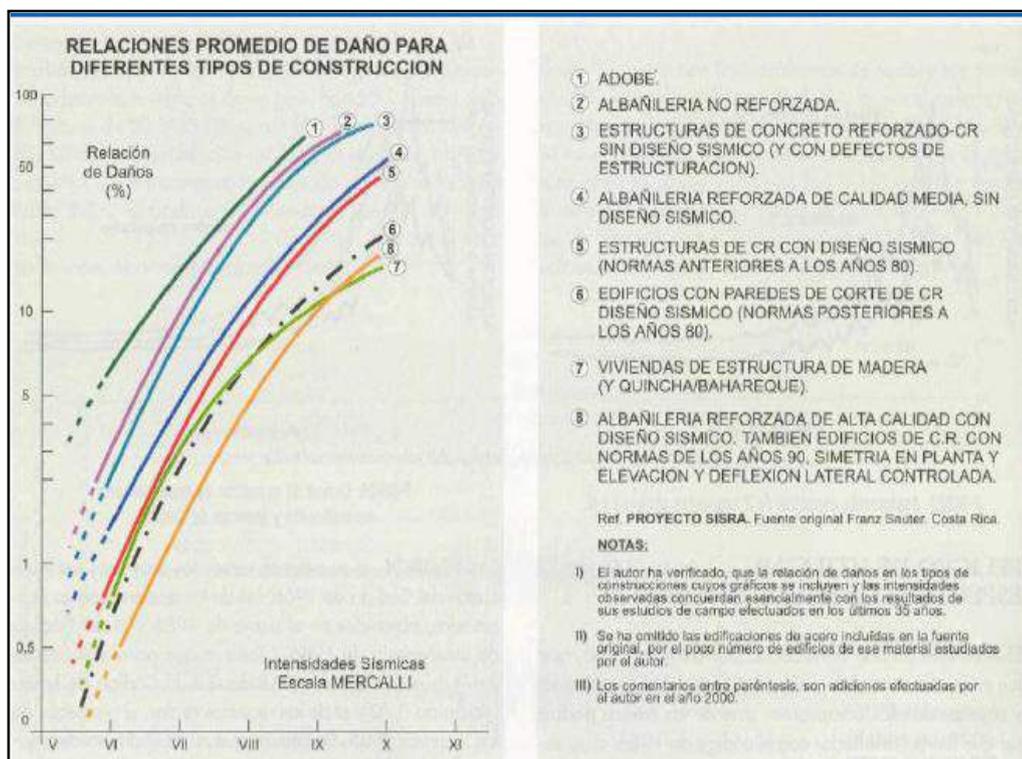
<sup>1</sup> EVALUACION DEL REISGO SISMICO DEL CENTRO HISTORICO DE LA CIUDAD DE CHICLAYO

### Cálculo del índice de daño.

Para estimar el daño estructural se construyó y calibró **funciones de vulnerabilidad** para las tipologías existentes en la zona de estudio, que relacionan el índice de vulnerabilidad ( $I_v$ ) con el índice de daño, condicionado por las aceleraciones horizontales máximas del suelo debido a los sismos influyentes en el diseño de viviendas para periodos de retorno relacionados con la vida útil de la estructura.

### Funciones de vulnerabilidad.

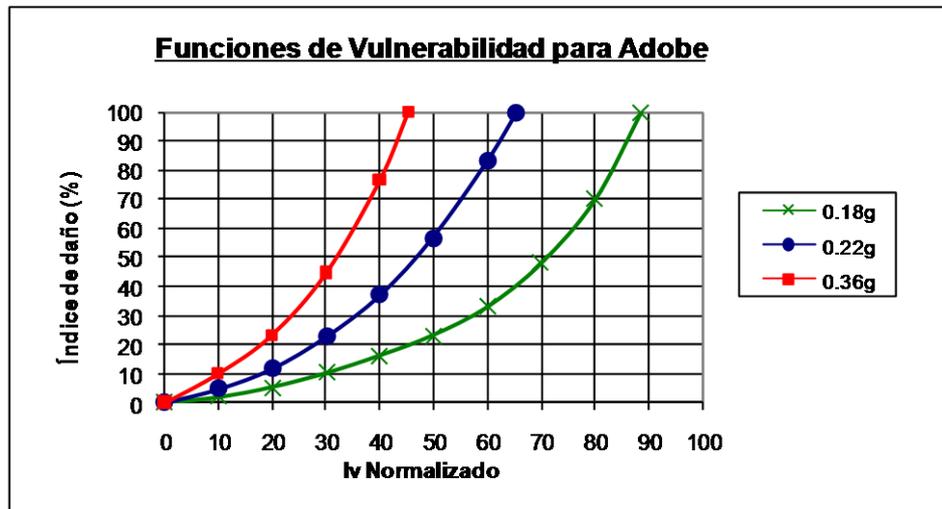
Estas funciones fueron tomadas de Quispe (2004), que construyó funciones de vulnerabilidad para Ayacucho, primera ciudad del país donde se ha empleado la metodología del índice de vulnerabilidad. Además se hizo una ligera calibración con los daños que se obtuvieron luego del sismo de Ica (15 de Agosto del 2007) donde se tuvieron aceleraciones máximas de 0,10 g en Lima, y 0,40 g en Ica. Esto resultó adecuado ya que en estas ciudades se encontraron las tipologías estructurales similares a la ciudad de Olmos. También se utilizó para la calibración de las **relaciones promedio de daño para diferentes tipos de construcción**, del Proyecto SISRA (gráfico 10.6).



**Gráfico 10.6.-** Relaciones promedio de daño para diferentes tipos de construcción del Proyecto SISRA. (Fuente: Reducción de desastres – J. Kuroiwa)

Para hacer uso de éstas funciones se tuvo que utilizar los valores del índice de vulnerabilidad normalizado para cada lote. De este modo se podrá elaborar el mapa de escenarios de daños para el sismo raro, ya que es el sismo más desfavorable para la ciudad.

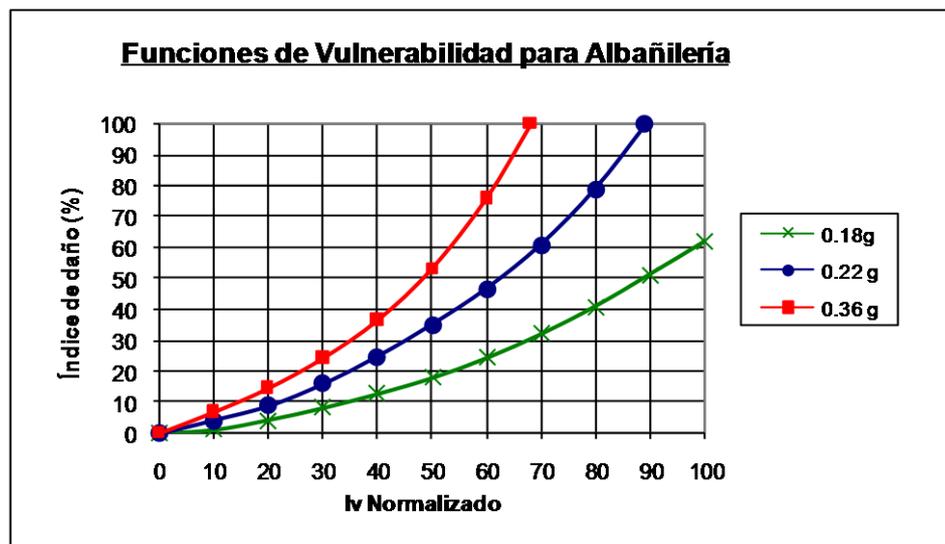
### Funciones de vulnerabilidad de adobe, albañilería y concreto armado construidas para las edificaciones de Olmos



Para 0.18g:  $y = 3E-11x^6 + 3E-09x^5 - 7E-07x^4 + 6E-05x^3 + 0.0024x^2 + 0.1404x - 0.0196$

Para 0.22g:  $y = 4E-06x^4 - 0.0004x^3 + 0.0211x^2 - 0.0207x + 0.1271$

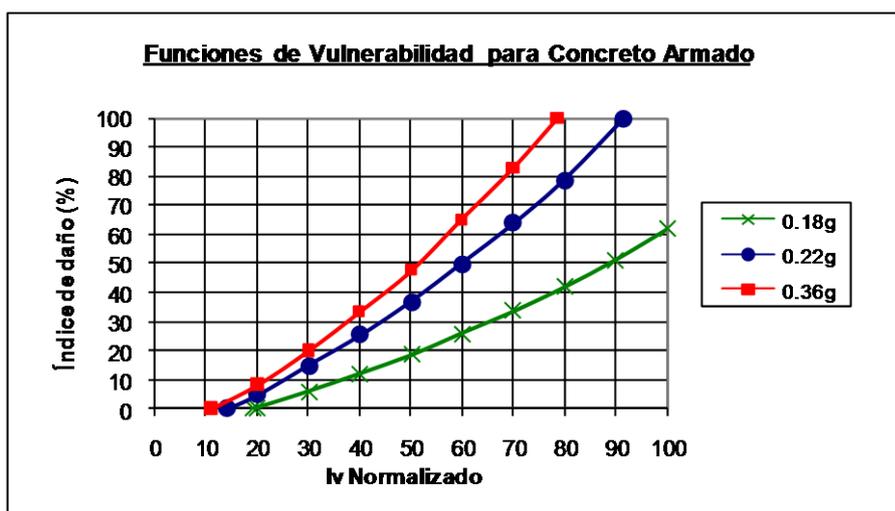
Para 0.36g:  $y = 8E-07x^4 + 5E-05x^3 + 0.0114x^2 + 0.335x + 0.0182$



Para 0.18g:  $y = -3E-11x^6 + 7E-09x^5 - 3E-07x^4 + 7E-06x^3 + 0.0034x^2 + 0.1364x - 0.037$

Para 0.22g:  $y = 4E-07x^4 - 3E-06x^3 + 0.0032x^2 + 0.2572x - 0.0538$

Para 0.36g:  $y = 3E-07x^4 + 2E-05x^3 + 0.0073x^2 + 0.4455x - 0.0561$



Para 0.18g:  $y = -2E-09x^5 + 7E-07x^4 - 0.0001x^3 + 0.0111x^2 - 0.0958x - 0.5518$

Para 0.22g:  $y = 3E-07x^4 - 7E-05x^3 + 0.01x^2 + 0.061x - 1.5333$

Para 0.36g:  $y = 7E-07x^4 - 0.0001x^3 + 0.0129x^2 + 0.3516x - 1.1588$

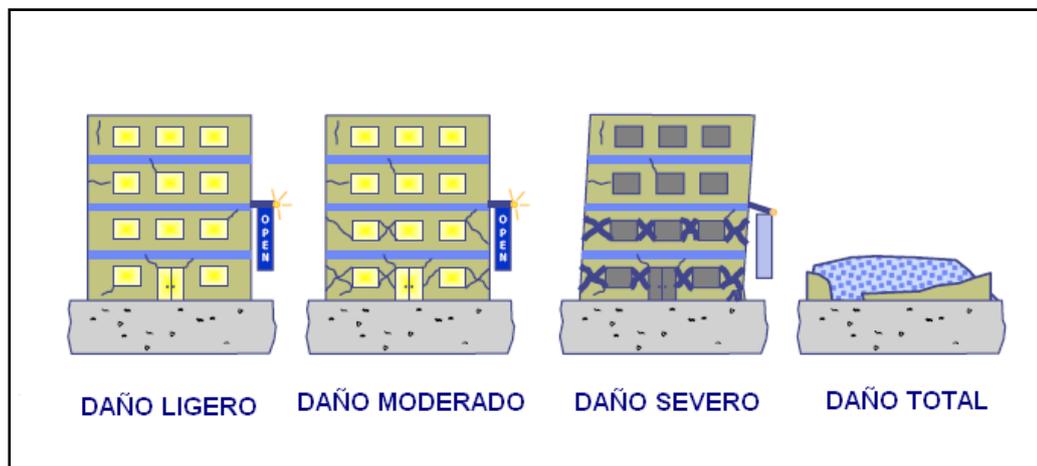
### Cálculo del daño.

Los niveles de daño se tomaron de los propuestos por la EERI (Earthquake Engineering Research Institute de California), el cual propone una guía para evaluar el daño que pueden sufrir diferentes clases de edificios después de un terremoto. Los niveles de daño se detallan a continuación.

Nivel de daño	Estado de daño (%)	Definición
Ligero	0 - 5	Daño no estructural aislado, no se requiere reparación. El efecto en la estructura es despreciable.
Moderado	5 - 25	Daño estructural ligero y daño no estructural considerable. Costo de reparación menor al 25% del valor de la edificación. Fisuras menores en edificios de C.A.
Severo	25 - 50	Daño estructural considerable y daño no estructural excesivo. Costo de reparación menor al 50% del valor de la edificación.
Total	50 - 100	Daño muy considerable. Es necesario demoler si antes no ha colapsado la estructura.

**Tabla 10.18.-** Niveles de daño según EERI.

**Gráfico 10.7.-** Representación de los distintos niveles de daño. (Greg Deierlein, Stanford University)



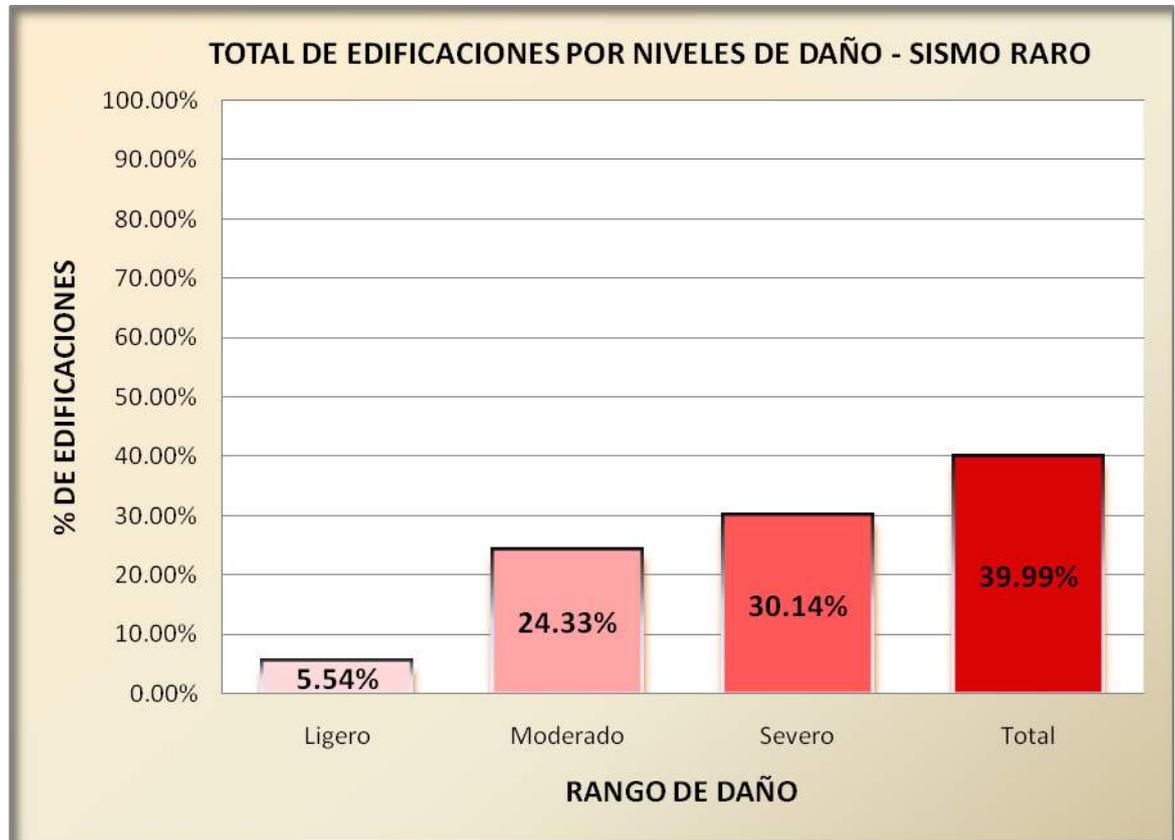
Utilizando la tabla propuesta por la EERI, se obtienen los resultados que a continuación se detallan, correspondientes al número de edificios y porcentaje de ellos, que sufren un cierto nivel de daño dependiendo de la aceleración máxima del sismo considerado; es decir **se obtienen los escenarios de daño** para cada nivel de aceleración en el basamento rocoso. Se presentan los resultados obtenidos por tipología y luego el resumen de las tres tipologías consideradas.

➤ **Resultados de daño esperado para el total de las edificaciones de la ciudad de Olmos.**

Nivel de daño	Daño obtenido para aceleración en roca					
	0,18 g		0,22 g		0,36 g	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
<b>Ligero</b>	708	30.43%	364	15.66%	129	5.54%
<b>Moderado</b>	1257	54.01%	1182	50.79%	566	24.33%
<b>Severo</b>	308	13.25%	639	27.48%	701	30.14%
<b>Total</b>	54	2.31%	141	6.07%	931	39.99%
<b>TOTAL</b>	<b>2327</b>	<b>100%</b>	<b>2327</b>	<b>100%</b>	<b>2327</b>	<b>100%</b>

**Tabla 10.19.-** Daño obtenido de todos los lotes analizados para diferentes intensidades sísmicas.

Siendo el sismo raro (0.36g) como el peligro sísmico mas desfavorable en la ciudad de Olmos, en comparación con los otros sismos (frecuente y ocasional), se ha considerado para la elaboración del mapa de escenario de daños.



**Gráfico 10.8.-** Niveles de daño en totalidad de edificaciones de la ciudad de Olmos

Para el escenario de daño correspondiente a una aceleración de 0,36 g en el basamento rocoso, que representa al sismo raro, se puede notar que el 24.33% de las edificaciones han sufrido un daño moderado, el 30.14% han sufrido un daño severo y 39.99% del total de las edificaciones requieren demolición o han sufrido colapso.

**IMPRIMIR MAPA DE ESCENARIO DE DAÑOS**

#### **10.4.2 ESCENARIO DE RIESGO ANTE FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO Y GEOLOGICO – CLIMATICO**

De acuerdo a la interacción entre los peligros y los niveles de vulnerabilidad que presenta la ciudad de Olmos, los efectos de un sismo de aceleración 0.36g serían los siguientes:

- Colapso de las edificaciones por fallas estructurales, que compromete principalmente a las edificaciones de adobe y ladrillo en regular y mal estado de conservación y deficiente aplicación de sistemas constructivos, emplazadas en zonas de mayor probabilidad de licuación y expansibilidad de suelos.
- Desabastecimiento de servicios básicos por colapso parcial de las redes de agua y desagüe, daños en las estructuras de la cámara de bombeo y laguna de residuos fecales, con los consiguientes problemas de salubridad e incremento de enfermedades infecto-contagiosas.
- Agrietamiento en los pavimentos de sus vías, dificultando las acciones de evacuación.
- Desorganización y caos por la falta de cultura de prevención.

Este escenario puede ser traducido en un mapa de riesgo que surge del producto de estos fenómenos sismos, licuación, y expansibilidad de suelos, con la vulnerabilidad final (sísmica y social); en el cual se determinan las zonas donde se podrían concentrar la mayor cantidad de pérdidas, tanto material como vidas humanas. Teniendo en consideración la matriz de estimación de riesgo se elaboró el mapa de riesgo ante fenómeno geológico y geológico – climático, constituyéndose nos solo en un insumo importante para la planificación de las ciudades mediante planes de desarrollo Urbano así como también para la elaboración de planes de contingencia que los comités de defensa civil de las ciudades deben realizar durante la etapa de prevención ante emergencias.

**Cuadro 10.1**

**Matriz para Estimación de Riesgo**

CLASIFICACION DE PELIGROS		CLASIFICACION DE VULNERABILIDAD						
		MUY ALTO	ALTO	MUY ALTA	ALTA		MEDIA	BAJA
				ALTA +	ALTA			
MUY ALTO								
ALTO	ALTO +							
	ALTO							
MEDIO								
BAJO								

	RIESGO MUY ALTO
	RIESGO ALTO +
	RIESGO ALTO
	RIESGO MEDIO
	RIESGO BAJO

**FUENTE:** Guía para la Evaluación de Riesgos DINAPRE-INDECI.

Las zonas que presentan **RIESGO MUY ALTO** son:

Son muy escasa destacándose las viviendas ubicadas en las calles San Martín (Cdras. 3 – 5) en donde se ubica el mercado informal de la ciudad, el estadio y sus alrededores destacando las calles Santa Marta, Santa Cecilia, San José y Santa Rosa, Sant Domingo, Maximiliano Oyola, San Francisco, San Juan y Huáscar. (Ver **Mapa de Riesgo Sísmico MRS – 01**)

El nivel de **RIESGO ALTO** se estima en los siguientes Sectores:

Por el lado norte del area urbana, las viviendas ubicadas en el cuadrado formado por las calle Sr. De los Milagros, Bolognesi, Colon y Santa Juan, Huáscar y Bolognesi. En el Sector Villavicencio tenemos las calles Tarata y Tacna.

Por el lado Oeste se ubica la mayor parte de edificaciones con este tipo de riesgo, desde la calle Bolognesi hasta las inmediaciones del estadio (calle Santa Marta), cabe destacar las calles San Martin y A. B. Leguía que casi en su totalidad de sus edificaciones son de este tipo de riesgo. (Ver **Mapa de Riesgo Sismico MRS – 01**)

El nivel de **RIESGO MEDIO** se estima en los siguientes Sectores

Encontrándose este tipo de edificaciones en la parte Norte y Sur de la ciudad y Nor Este, destacándose las siguientes edificaciones: El Centro de Salud, Los Colegios, el Instituto, el Banco de la Nación, el Municipio, el Sector Santa Rosa, y el AA.HH. Alan Garcia. (Ver **Mapa de Riesgo Sismico MRS – 01**)

#### **10.4.3 ESCENARIO DE RIESGO ANTE FENÓMENOS DE ORIGEN CLIMATICO**

Este tipo de Fenómenos es más recurrente en la ciudad de Olmos y esta relacionado directamente a la acción pluvial, por lo que se determina el siguiente escenario de riesgo.

- Colapso de edificaciones en adobe, por humedad en los cimientos y paredes, principalmente en las zonas que presentan nula y/o poca posibilidad de drenaje natural.
- Viviendas con daños parciales afectados por humedad en los cimientos y paredes, principalmente en las zonas donde las aguas producto de precipitaciones pueden discurrir causando problemas menores.
- Posible desborde de la Laguna de Oxidación como producto del escurrimiento de las aguas de lluvias.
- Erosión de la vías que no se encuentran pavimentadas, que en su mayoría se encuentran en el perímetro de la ciudad.

- Cerco perimétrico del estadio, que sufre erosión en su cimentación debido a los fenómenos climáticos ocurridos anteriormente; que puede derrumbarse ante precipitaciones pluviales fuertes.

### **RIESGO MUY ALTO:**

En la distribución espacial del escenario de riesgo estimado frente a fenómenos climáticos, se puede observar que las áreas de **Riesgo Muy Alto** se localizan principalmente en:

Por el lado norte del área urbana, las viviendas ubicadas en el cuadrado formado por las calle Sr. De los Milagros, Bolognesi, Colon y Santa Martha, Tarata y calles nuevas.

Por el oeste las calles ubicadas alrededor del estadio: San Jorge, Santo domingo, San José, Santa Cecilia, Santa Rosa, santa Martha, Calles nuevas, A. B. Leguía, San Juan.

En el centro del área urbana, principalmente en la Ca. San Martin (cdras. 3-5) en donde se ubica el mercado informal de la ciudad.

Por el este las calles San Martin y Calles Nuevas.

Por el sur con las calles Maximiliano Oyola, San Francisco interceptadas por las calles San Juan y Huascar, Grau y Alfonso Ugarte. (Ver **Mapa de Riesgo Cilmatico MRC – 01**)

### **RIESGO ALTO:**

Se hallan en su mayoría en la ciudad, principalmente ubicados en los lados Norte y Centro, Oeste y Sur de la ciudad, destacándose el Centro de Salud y la Iglesia Principal, por el lado Este destacan este tipo de vulnerabilidad en el sector Villavicencio y Herederos Monja. (Ver **Mapa de Riesgo Cilmatico MRC – 01**)

### **RIESGO MEDIO:**

Son muy escasas en la ciudad, destacándose, edificaciones como la municipalidad, el centro recreativo Algarrobos, el Banco de la Nación, La iglesia de los adventistas por ser una edificación reciente, la iglesia de los Mormones, los colegios de la ciudad, con excepción del colegio Ramón Castilla en un area determinada. Cabe destacar el AA.HH. Alan Garcia. (Ver **Mapa de Riesgo Cilmatico MRC – 01**)

## **MAPA DE MATERIAL PREDOMINANTE**

## **MAPA DE VULNERABILIDAD SISMICA**

## **MAPA DE VULNERABILIDAD FINAL**

## **MAPA DE RIESGO SISMICO**

## MAPA DE RIESGO CLIMATICO

## **MAPA DE USOS DE SUELOS PROPUESTO**

# **CAPITULO XI**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **11.1 CONCLUSIONES**

- 1.** Debido a la Tasa de crecimiento intercensal en la Ciudad de Olmos se proyecta un incremento en la población de 4672 habitantes aproximadamente para el año 2020 en el área urbana, esto implicaría una demanda aproximada de 0.11km<sup>2</sup> para viviendas futuras.
- 2.** Del estudio Geotécnico se concluye que la Ciudad de Olmos se encuentra apoyada sobre un depósito de suelos sedimentarios heterogéneos: Gravas y arenas mal gradadas, Arenas Arcillosas, Arenas Limosas, Arcillas de baja plasticidad, Limos de baja plasticidad.
- 3.** La topografía que muestra la Ciudad de Olmos presenta desniveles por el orden del 11.00m de este a oeste de la ciudad, con 3 direcciones de Flujo predominante: en la zona urbana de Este a Oeste; la zona sur cercana al cerro el siglo la dirección de flujo es de Sur a Noroeste y la zona desde la fabrica PROFRUSA hacia el norte de dirección de flujo se Sur a Norte
- 4.** En lo que respecta a la Climatología, la zona en estudio presenta un clima estable con temperaturas promedio que oscilan entre los 28.5 °C y 32.5°C al año, con precipitaciones pluviales escasas. En este aspecto, el Fenómeno El Niño es el factor climatológico que representa peligro para la población, originando inundaciones y erosiones debido a la propia acción pluvial.
- 5.** Se ha determinado la existencia de problemas locales del suelo y la diferencia de intensidades que en ellas probablemente sucederían ante un evento sísmico, en zonas vulnerables como las ubicadas al Nor-Este sobre terrenos de cultivo, Sur

oeste y en el área urbana de la ciudad donde tenemos suelos superficiales de consistencia Blanda a Media y capacidades portantes menores a  $1.00 \text{ kg/cm}^2$ , donde se alcanzarían intensidades del orden de **VII a + MM**.

6. De acuerdo al tipo de suelo, estratigrafía del depósito y la densidad de las arenas, podemos establecer que las zonas de la Ciudad de Olmos son propensas a sufrir una Licuación de Baja a Media que se encuentran ubicadas fuera de la zona urbana en la parte norte y este.
7. De acuerdo al mapa de expansión de la ciudad Olmos se nos muestra que la parte oeste (fuera del área urbana) y en la parte sur del area urbana existen zonas de expansión media, y el resto es de expansión baja.
8. Las zonas determinadas como peligro muy alto se encuentran en: la fábrica de PROFRUSA y sus POZAS DE DESECHOS donde es zona de cotas bajas, donde está sujeta a inundaciones proveniente de las partes altas del cerro la mina, las cual podría desbordarse los desechos de estas pozas, también tenemos como peligro muy alto la zona oeste al estadio municipal, la cual se ha producido erosiones debido a precipitaciones pluviales intensas que es nociva a las construcciones cercanas.
9. Las zonas de peligro alto ocupan cerca del 50% área aprox. de la ciudad, donde se encuentran el centro de salud, la laguna de oxidación, PP.JJ. Santa Isabel, Santa Rosa y Santa Ana, las cuales presentan, expansibilidad media e inundación media y la zona Norte Este donde se presentan licuación media.
10. Las zonas de peligro medio destaca por encontrarse en zonas altas, de inundaciones media a baja y de licuación y expansión baja; las cuales tenemos, el cerro la mina, al norte y este del area urbana, y toda la zona sur pasando el rio olmos donde se encuentra el asentamiento humano Alan García, cerro el siglo.
11. La tendencia de Expansión Urbana en la Ciudad de Olmos es de tipo horizontal, siendo las zonas aptas para la expansión urbana las ubicadas al Norte y Este del area urbana, y la zona sur pasando el rio olmos, ya que estas presentan un tipo de peligro medio
12. En el centro de la ciudad (área consolidada), la mayoría de las viviendas presentan vulnerabilidades sísmicas altas y medias en sus estructuras y pendiente del terreno

cercano al 1% cuyas viviendas, en su mayoría son de adobe; por lo que ante un eventual sismo con intensidades igual o mayor de VII MM es posible que la ciudad no lo afronte satisfactoriamente.

- 13.** La vulnerabilidad final obtenida en la ciudad de olmos en su mayoría de categoría Alta en la cual se ha tenido en cuenta criterios sobre cultura de prevención de los pobladores y estrategias de lugares de seguridad próximas (áreas de refugio en buen estado de conservación o áreas libres) ante un eventual fenómeno natural.
- 14.** De acuerdo al tipo de estructuras que presenta la ciudad de olmos que en su la mayoría son de Adobe, obtenemos que el riesgo climático en el area consolidada es Alta, ya que sabemos que ante fenómenos climáticos el adobe es poco resistente. Con respecto al AA.HH. donde las viviendas en su totalidad son de adobe el Riesgo en esta zona es Medio, debido a que se ubica en zona de inundación temporal (cotas relativamente altas).
- 15.** Zona del mercado informal de alta intensidad sísmica de acuerdo a sus características geotécnicas con viviendas de regular a mal estado de conservación, además de la aglomeración de puestos de madera para ventas que reducen el ancho de la vía y de la acumulación del cableado de luz por instalaciones eléctricas clandestinas dando como resultado un riesgo muy alto.
- 16.** La zona del estadio presenta problemas de erosión en su perímetro que se encuentra en mal estado de conservación dando como resultado un riesgo Sísmico - climático Muy Alto.
- 17.** El área de propiedad privada de la Fabrica LA PROFRUSA en donde se ubican las pozas de desecho el impacto ambiental es negativo debido al no tratamiento de dichas pozas y a la deforestación de la zona produciéndose la emanación de malos olores que por la acción del viento son trasladados a la ciudad, donde los factores más afectado son el medio físico (atmosfera) y el medio humano.
- 18.** Podemos afirmar que a través del estudio de Microzonificación de la Ciudad de Olmos se pueden reducir los desastres orientando el crecimiento urbano hacia las zonas propuestas, así como proponiendo medidas para mitigar los mismos en las zonas de Peligro Muy Alto y Alto en la actualidad ocupadas.

- ❖ En general se debe tener en cuenta que los resultados obtenidos en el presente estudio, se tienen que analizar cuidadosamente antes de tomar cualquier decisión, para evitar que los valores calculados que sobreestimen el riesgo induzcan a considerarlos exagerados, mientras que aquellos que lo subestimen conduzcan a una falsa confianza, con las consecuentes medidas de emergencia que pueden llevar inclusive a ser nula.

## **11.2 RECOMENDACIONES**

1. Se debe incrementar los estudios de las condiciones locales de suelos para lograr mejores modelos dinámicos, con el fin de entender mejor el comportamiento a nivel local de la influencia de las propiedades del suelo en las cimentaciones e interacción suelo – estructura durante eventos sísmicos.
2. Se debe intensificar los estudios de licuación y expansión de suelos en aquellas áreas de la Ciudad de Olmos y Zonas de Expansión Urbana que tienen potencial de ocurrencia del fenómeno según el plano Elaborado, mediante la realización de sondajes que permitan evaluar con mayor precisión la posibilidad de ocurrencia de este fenómeno geológico.
3. Reforzar las viviendas de adobe ubicadas en toda la ciudad urbana y en el asentamiento humano Alan García, siguiendo las Normas Técnicas de Construcción, para evitar que ante un fenómeno natural pueden fallar o llegar al colapso.
4. El comité distrital de Defensa Civil deberá verificar aquellas viviendas que se encuentran en pésimo estado de conservación y declaradas inhabitables para poder tomar acciones de mitigación de desastres que puedan ocurrir, y a la vez formando, concientizando y sensibilizando a la población sobre cultura de prevención realizando charlas, simulacros.
5. En las zonas consideradas de “Peligro Muy Alto” no se deberá realizar ningún tipo de construcción o edificación, se recomienda utilizarlos como áreas de forestación o reserva ecológica.

6. En las zonas de “Peligro Alto” se recomienda realizar estudios adicionales para proyectar cimentaciones adecuadas para un buen comportamiento de las estructuras a edificar.
7. Se recomienda la limpieza y el manteniendo de los canales existentes ubicadas en el sector Este de la ciudad, así como la limpieza y mantenimiento del dren natural existente.
8. Se recomienda implementar la Oficina de Control Urbano con la finalidad de brindar asesoría técnica a los pobladores para mejorar el sistema constructivo y calidad de las viviendas en la ciudad.
9. 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 capacidad portante del terreno.
10. Se recomienda el uso de geotextiles en todas las pozas de desechos de la fábrica PROFRUSA para evitar que se contamine el subsuelo. Introducir barreras vegetales mediante la reforestación de la zona y alrededores de la procesadora para evitar que los olores se propaguen y no afecten a la población. El bagazo (desecho de la procesadora) se puede emplear para preparar enmalezadas para el ganado reduciendo así el nivel de contaminación.

### **11.3 PROPUESTAS TÉCNICAS DE MITIGACIÓN ANTE DESASTRES**

Tienen como objetivo sugerir criterios técnicos para la ejecución de proyectos con la finalidad de prevenir y mitigar desastres, tenemos los siguientes:

**FICHAS TECNICAS (IMPRIMIR DE ARCHIVO EXCEL)**

## BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- ACI (1998) “Cimentaciones de Concreto Armado en Edificaciones”. Instituto Americano del Concreto – Capítulo Peruano.
- Aguilar Torrejón – “Estudio de Pavimentación del Distrito de Pueblo Nuevo de Ferreñafe”, Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Sistemas y Arquitectura, U.N.P.R.G, Lambayeque.
- Alva J. (1988) “Almacén Enci-Chiclayo” Estudio Geotécnico de Cimentación.
- Alva J., Meneses J. Y Guzmán V. (1984), “Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú”, V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna, Perú.
- Instituto Nacional de Defensa civil – INDECI – PENUD (2005): “Mapa de Peligros de la ciudad de Jaén”
- Ing. Norbertt L. Quispe Aucapuella (2004): “Evaluación del Riesgo Sísmico en la ciudad de Ayacucho”; Tesis de Post-Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería -Lima
- Basauri A. – Diez L. (2001); “Microzonificación de la Ciudad de Chiclayo y Zonas de expansión”, Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Sistemas y Arquitectura, U.N.P.R.G, Lambayeque.
- Latorre R. – Vargas Z. (2005); “Microzonificación de la Ciudad de Ferreñafe y Zonas de expansión”, Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Sistemas y Arquitectura, U.N.P.R.G, Lambayeque.
- Yacarini G. – Chavarry T. (2006); “Microzonificación de la Ciudad de Pícsi y Zonas de expansión”, Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Sistemas y Arquitectura, U.N.P.R.G, Lambayeque.

- J. Julca – E. Orbegoso (2001); “Evaluación del Riesgo Sísmico del Centro Histórico de Chiclayo”, Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Sistemas y Arquitectura, U.N.P.R.G, Lambayeque.
- Casaverde L. (1980) “Zonificación Sísmica del Perú”, II Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sísmica, PUC.
- CISMID (1992) “Seminario Taller de Mecánica de Suelos y Exploración Geotécnica”, Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres, Lima – Perú.
- CISMID (1994) “Seminario Licuación de Suelos Método Simplificado”, Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres, Lima – Perú.
- CISMID (1999) “Curso Taller: Mecánica de Suelos y Exploración Geotécnica”, Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres, Lima – Perú.
- CONIC (1994) “Ponencias – X Congreso Nacional de Ingeniería Civil”, Colegio de Ingenieros del Perú – Lima.
- Herráiz M. (1997) “Conceptos Básicos de Sismología para Ingenieros”. Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres, Lima – Perú.
- Huiman P. (1995), “Microzonificación para la Prevención y Mitigación de Desastres Naturales en la Ciudad de Nazca”, Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, UNI, Lima.
- Información proporcionada por diversas entidades como INDECI, DIGESA, EPSEL, Ministerio de Agricultura, Gobierno Regional de Lambayeque, Municipalidad distrital de Olmos.
- Información de Internet.
- Juárez Badillo y Rico Rodríguez (1996); “Mecánica de Suelos”.

- Kumagai Yoshio (Promoción de la Mitigación de Desastres Urbanos en el Perú, 5to Simposio de Prevención y Mitigación de Desastres, CISMID 1991, p.220.)
- Kuroiwa J. (1990). “Microzonificación Sísmica Aplicada al Planeamiento Urbano para la Prevención de Desastres”. Seminario Internacional de Microzonificación y de Seguridad de Sistemas de Servicios Públicos Vitales. Lima – Perú.
- Kuroiwa Horiuchi J. “Microzonificación y su Aplicación al Planeamiento urbano para la Mitigación de Desastres”.
- Kuroiwa J. (Prevención y Mitigación de Desastres en el Perú, 5to Simposio de Prevención y Mitigación de Desastres, CISMID 1991, p.220.)
- Kuroiwa J. (2000). “Prevención de Desastres”. Bruño, Lima – Perú.
- Kuroiwa Horiuchi J. (2002); “Reducción de Desastres, Viviendo en Armonía con la Naturaleza”.
- Kuroiwa H. J. ( Reducción De Desastres En El Medio Urbano, Curso en Gestión del Suelo Urbano para Centro América Instituto del Banco Mundial. Ciudad de Panamá, 13-15 marzo, 2003).
- Mondragón C.; “Manual de Practicas de Investigación Científica – Proyecto de Investigación”.
- Silgado, E. “Historia de los Sismos más Notables Ocurridos en el Perú (1513-1974)”, Instituto de Geología y Minería.

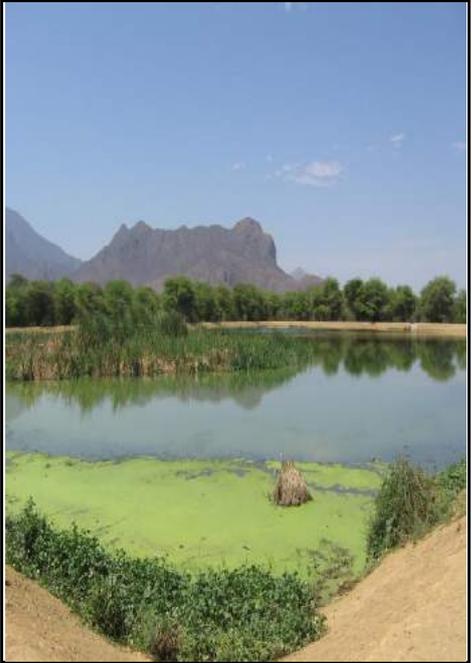
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>	
<b>LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DEL CANALES</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	
Al Este de la Ciudad de OLMOS, en las inmediaciones del Caserío Imperial	
<b>OBJETIVO:</b>	
Disminuir la condición de vulnerabilidad y riesgo de la población y viviendas, que puedan ubicarse en inmediaciones del canal y en zonas topográficas bajas, evitando que sea utilizado para otras actividades en épocas de estiaje, a fin de prevenir desbordes e inundaciones.	
<b>PRIORIDAD</b>	<b>TEMPORALIDAD</b>
Primera	Corto, Mediano y Largo plazo
<b>DESCRIPCION:</b>	
<p>El proyecto consiste en la implementación de medidas de limpieza y mantenimiento preventivo periódico, dirigido a evitar que la población realice acciones de arrojo de residuos sólidos, así como erradicar la maleza existentes en su cauce.</p> <p>Este proyecto se puede complementar con el mejoramiento de la vía de servicio que se ubica adyacente al canal, de aproximadamente 6 metros de ancho se le dará un tratamiento a nivel de afirmado de tal manera que se pueda mejorar la accesibilidad a la zona.</p>	
<b>BENEFICIARIOS</b>	
Población y viviendas ubicada cerca a las inmediaciones del canal.	
<b>ENTIDADES PROMOTORAS</b>	<b>NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
Municipalidad Distrital de OLMOS, Gobierno Regional Lambayeque, Junta de Regantes del Valle Motupe - Olmos	Estructurador y Dinamizador
<b>IMPACTO EN LOS OBJETIVOS DEL PLAN :</b>	
Alto	



<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>	
<b>IMPLEMENTACION DE PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE VIVIENDAS.</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	
PP.JJ. Señor de los Milagros, San Pedro, Cruz de Chalpón Santa Isabel y la periferia de la ciudad de Olmos	
<b>OBJETIVO:</b>	
Disminuir el riesgo de colapso mediante el reforzamiento estructural de viviendas que presentan sistemas constructivos deficientes, priorizando las zonas de mayor vulnerabilidad y riesgo.	
<b>PRIORIDAD</b>	<b>TEMPORALIDAD</b>
Primera	Corto, Mediano y Largo plazo.
<b>DESCRIPCION:</b>	
El proyecto consiste en implementar un programa de mejoramiento de viviendas, que incluye inspecciones a las mismas, a cargo de profesionales especialistas, emitir un informe del estado en el que se encuentra la vivienda, así como proponer alternativas técnicas de solución. Este proyecto se puede complementar con alternativas de financiamiento por parte de las entidades competentes.	
<b>BENEFICIARIOS</b>	
Pobladores de la Ciudad de Olmos.	
<b>ENTIDADES PROMOTORAS</b>	<b>NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
Municipalidad Distrital de Olmos, Comité Distrital de Defensa Civil, Banco de Materiales	Estructurador.
<b>IMPACTO EN LOS OBJETIVOS DEL PLAN :</b>	
Alto	



<p><b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>  <b>REFORESTACION Y LIMPIEZA EN POZAS DE DESECHO DE LA FABRICA PROFRUSA</b></p>	
<p><b>UBICACIÓN:</b>  Norte de la Ciudad de OLMOS.</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b>  Mitigacion de la contaminación Ambiental mejorando la calidad de vida</p>	
<p><b>PRIORIDAD</b>  Primera</p>	<p><b>TEMPORALIDAD</b>  Corto y Mediano plazo</p>
<p><b>DESCRIPCION:</b>  El proyecto consiste en la inmediata arborización con especies vegetales propias de la zona (ejemplo algarrobo) en el perímetro de la procesadora y sus pozas, además de la limpieza y mantenimiento periódico, principalmente en la extracción de natas que se forman en las pozas.</p>	
<p><b>BENEFICIARIOS</b>  Población de la Ciudad de OLMOS.</p>	
<p><b>ENTIDADES PROMOTORAS</b>  Municipalidad Distrital de OLMOS, Dirección Regional de Salud, Gobierno Regional Lambayeque, Fabrica PROFRUSA</p>	<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO</b>  Dinamizador.</p>
<p><b>IMPACTO EN LOS OBJETIVOS DEL PLAN :</b> Alto</p>	

<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>	
<b>AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL TRATAMIENTO DE AGUAS</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	
Al Suroeste de la Ciudad de Olmos.	
<b>OBJETIVO:</b>	
Ampliar y Mejorar el sistema de tratamiento de Aguas residuales en la laguna de oxidación, tomando las medidas necesarias para evitar la contaminación del medioambiente.	
<b>PRIORIDAD</b>	<b>TEMPORALIDAD</b>
Primera	Corto, Mediano y Largo plazo
<b>DESCRIPCION:</b>	
Se requiere proteger la capacidad operativa de la laguna de oxidación sugiriendo la construcción de una poza adicional con la finalidad de satisfacer la demanda futura, se debe implementar el tratamiento químico más aun cuando el agua es reutilizada para el regadío de sembríos, se debe establecer un área de protección forestal circundante a la actual poza a fin de controlar el traslado de olores fétidos a la ciudad, así como el mantenimiento, limpieza y eliminación de la vegetación para completar el tratamiento de las aguas residuales.	
<b>BENEFICIARIOS</b>	
Población de la Ciudad de Olmos.	
<b>ENTIDADES PROMOTORAS</b>	<b>NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
Municipalidad Distrital de Olmos, DIGESA, Gobierno Regional Lambayeque, EPSEL,	Estructurador.
<b>IMPACTO EN LOS OBJETIVOS DEL PLAN :</b>	
Alto	

<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>	
<b>LOCALIZACIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CIUDAD</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>  Nor-Este de la Ciudad de OLMOS.	
<b>OBJETIVO:</b>  Reducir la contaminación Ambiental ubicando un área para la eliminación y el tratamiento de los residuos sólidos de la ciudad de OLMOS.	
<b>PRIORIDAD</b>  Primera	<b>TEMPORALIDAD</b>  Corto y Mediano plazo
<b>DESCRIPCION:</b>  El proyecto consiste en la localización y acondicionamiento de un área para el tratamiento de residuos sólidos del Distrito de OLMOS, en la actualidad se cuenta con uno ubicado al Nor-Oeste de la ciudad a manera de botadero, que por la cercanía con la zona urbana se traduce en peligro de enfermedades infectocontagiosas.	
<b>BENEFICIARIOS</b>  Población de la Ciudad de OLMOS.	
<b>ENTIDADES PROMOTORAS</b>  Municipalidad Distrital de OLMOS, Dirección Regional de Salud, Gobierno Regional Lambayeque.	<b>NATURALEZA DEL PROYECTO</b>  Dinamizador.
<b>IMPACTO EN LOS OBJETIVOS DEL PLAN :</b> Alto	



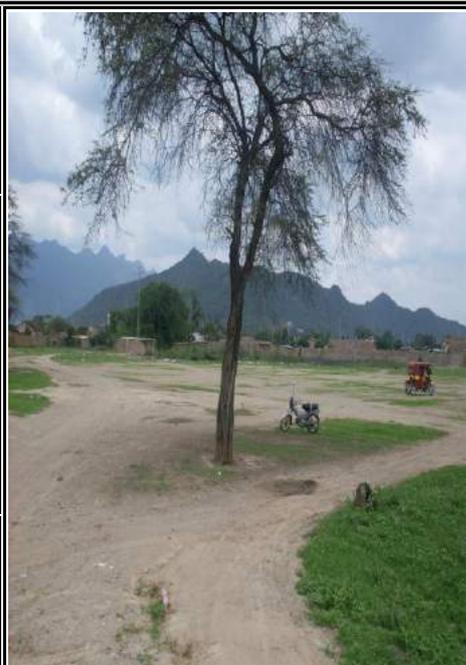
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>	
<b>DIFUSIÓN DE PROGRAMAS DE PREVENCIÓN</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	
Ciudad de Olmos.	
<b>OBJETIVO:</b>	
Dar a conocer a la Población de la ciudad de Olmos los peligros que amenazan la ciudad y las medidas de prevención y mitigación de desastres, comprometiéndolos al cambio y desarrollo que les permita reducir su nivel de riesgo y alcanzar una mejor calidad de vida.	
<b>PRIORIDAD</b>	<b>TEMPORALIDAD</b>
Primera	Corto y Mediano plazo.
	
<b>DESCRIPCION:</b>	
<p>El Gobierno Local será el ente difusor del programa de prevención mediante la publicación de boletines, trípticos, y la organización de seminarios, dirigidos a las redes comunitarias mas representativas que tienen que ver con el desarrollo de la ciudad, para motivar y desarrollar la conciencia sobre los riesgos existentes en la ciudad y las estrategias de mitigación ante desastres. El desarrollo de estrategias de comunicación local basadas en la motivación, participación de los centros educativos y los medios de comunicación para sensibilización de la población y en la construcción de sistemas de alerta temprana comunales.</p> <p>La difusión de este programa debe priorizar al corto plazo la divulgación del estudio de otorgando mayor atención a los sectores críticos calificados como de riesgo alto y muy alto.</p>	
<b>BENEFICIARIOS</b>	
Pobladores de la Ciudad de Olmos.	
<b>ENTIDADES PROMOTORAS</b>	<b>NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
Municipalidad Distrital de Olmos, Instituto Nacional de Defensa Civil.	Dinamizador.
<b>IMPACTO EN LOS OBJETIVOS DEL PLAN :</b>	
Alto	

**NOMBRE DEL PROYECTO:****IMPLEMENTACIÓN DE ÁREAS DE RECRECIÓN PÚBLICA.****UBICACIÓN:**

Ciudad de Olmos; Sectores Señor de los Milagros, Santa Ana y Cruz de Chalpon

**OBJETIVO:**

Implementar áreas de recreación pública para satisfacer las necesidades de la población así como mejorar el paisaje urbano.

**PRIORIDAD**

Primera

**TEMPORALIDAD**

Corto y Mediano plazo.

**DESCRIPCION:**

El proyecto está dirigido a la implementación de nuevas áreas verdes de recreación pública, priorizada en los sectores calificados en el presente estudio como Zonas de Peligro Muy Alto. El Sector idóneo sugerido en la propuesta de uso de suelos al 2020 son los sectores Señor de los Milagros, Santa Ana y Cruz de Chalpon que se encuentran ubicados en los alrededores del área urbana de la ciudad.

El proyecto deberá tomar en cuenta las condiciones físicas del terreno para el diseño de Obras de drenaje pluvial.

**BENEFICIARIOS**

Pobladores de la Ciudad de OLMOS.

**ENTIDADES PROMOTORAS**

Municipalidad Distrital de OLMOS.

**NATURALEZA DEL PROYECTO**

Complementario.

**IMPACTO EN LOS OBJETIVOS DEL PLAN :** Alto