

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**VULNERABILIDAD SISMICA EN CIUDADES
REPRESENTATIVAS DEL DEPARTAMENTO DE
AREQUIPA Y RECOMENDACIONES TECNICAS PARA
LA MITIGACION DE DESASTRES**

TESIS

Para optar el Título Profesional de
INGENIERO CIVIL

GUIDO RODRIGUEZ ZAMALLOA

Lima - Perú
1994

Sumario

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

Los principales rasgos tectónicos de la región occidental de Sud-américa como son la Cordillera de los Andes y la fosa oceánica Perú-Chile están relacionados con alta actividad sísmica y otros fenómenos telúricos como interacción de dos placas convergentes cuya resultante es precisamente el proceso orogénico de los andes.

En la costa Sur del Perú y especialmente en la región de Arequipa se producen temblores y terremotos con cierta regularidad, pero aproximadamente cada 100 años ocurre un terremoto de grandes proporciones que ha originado incluso la destrucción total y parcial de algunas ciudades en esta región del país. Este terremoto se caracteriza por la magnitud de daño que produce y la enorme cantidad de energía liberada, así como la distancia que sus efectos alcanzan. El último de estos ha ocurrido el 12 y 13 de Agosto de 1868 (hace más de 100 años) y estudios recientes han concluido que existe un 95% de probabilidad de que éste ocurra dentro de estos últimos cinco años.

Ante esta coyuntura, cuán preparados estamos para recibir este evento?, qué magnitud de daños pueden producirse y como afrontar esta emergencia?, que recomendaciones técnicas se deben hacer para mitigar el desastre y contribuir a la reducción de pérdidas humanas y materiales hoy, a fines del siglo XX?

Estas preguntas motivaron la realización del presente trabajo de investigación que forma parte del "Programa de Mitigación de Desastres en el Perú", proyecto a cargo del Departamento de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas con sede en Ginebra - Suiza (UNDHA-Géneva), quien lo ha auspiciado junto con organismos tales como la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres de la Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ingeniería Civil (CISMID) y ha contado además con la colaboración del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).

El estudio es el resultado de la investigación realizada en 7 ciudades del Departamento de Arequipa las cuales fueron escogidas en función a su representatividad tratando de incluir las diferentes regiones y situaciones socioeconómicas de esta región con la finalidad de tener una idea global de su vulnerabilidad sísmica. Se han tomado pueblos

alejados en la Sierra como Pampacolca y Chuquibamba, el pueblo de Chala ciudad costera, otrora puerto importante y hoy sólo un pueblo de paso en la ruta Lima-Arequipa, el balneario exclusivo de Mejía, el poblado de Matarani cuyo puerto es uno de los más importantes en el litoral Sur de nuestro país, Mollendo - capital de provincia- y por último la ciudad de Arequipa, la metrópoli y capital de Departamento con sus casonas antiguas, edificios modernos y barriadas.

El daño sísmico que se produce en una edificación depende de dos factores: la intensidad del movimiento (aceleración sísmica, velocidad, desplazamiento, etc.) y la resistencia sísmica de la edificación (capacidad de la estructura a resistir esfuerzos horizontales, cambios de dirección de momentos, el peso de la edificación, etc.).

La intensidad del movimiento sísmico se ha obtenido por datos históricos, distribuyéndose ésta en la ciudad de acuerdo a las condiciones locales de suelo, así, para suelo rígido (roca, grava densa, grava arenosa de período natural de vibración cercano a 3), se ha estimado VII MMLA¹, para un suelo intermedio (arena densa, suelo cohesivo duro de $T_s = 0.6$ seg.) VIII MMLA y para suelo flexible (granular suelto, cohesivos medianos o blandos) IX. Se han registrado también intensidades de hasta X MMLA, la cual puede producirse en condiciones locales muy críticas.

La resistencia sísmica de la edificación se ha estimado usando una clasificación realizada en base a estudios realizados después de sismos ocurridos en esta y otras regiones del continente, creándose una escala de clasificación de viviendas por su resistencia sísmica a la que se le ha adicionado el grado "cero" para edificaciones cuya resistencia sísmica es cero o casi cero, a punto de caer (se han encontrado edificaciones antiguas muy deterioradas o edificaciones precarias construidas con material de desecho tan débiles que pueden caer por el paso de un camión o un viento fuerte).

Se correlaciona estas dos características y se puede obtener porcentajes de viviendas con un determinado tipo de daño por sector dentro de cada ciudad.

Los resultados han concluido en un promedio de 4 láminas por poblado: Sectorización, distribución de intensidades, vulnerabilidad física de las edificaciones y ubicación refugios, centros de salud, centros de apoyo y vías de escape como una herramienta práctica para las autoridades en caso de desastre.

¹MMLA-92 Mercalli Modificada para América Latina propuesta por el Ing. J. Kuroiwa en 1992, interpretando y adecuando la escala Mercalli Modificada a la realidad de nuestro continente, la cual se usa para el presente trabajo de investigación.

Mejía:

Balneario exclusivo de la aristocracia arequipeña, enclavada en una formación rocosa a orillas del mar, tiene edificaciones en buena parte sísmicamente resistentes (albañilería confinada y concreto armado) que arrojan un baja vulnerabilidad sísmica. Se estima sólo un 5,47% (unas 26 viv.) de construcciones con daños severos, 34.95% (166 viviendas) con daño moderado y 59.58% con daño leve o sin daño.

El estrato socio-económico de los propietarios que habitan el balneario sólo en época de verano, así como su nivel cultural arroja un menor número de viviendas autoconstruidas y mayor inspección técnica en las mismas.

Si bien es cierto que la vulnerabilidad sísmica es baja en este pueblo, por su ubicación el pueblo puede ser muy vulnerable a tsunamis.

En la zona existen unas laguna de agua dulce que es usada por varias especies de aves migratorias como una parada y descanso, lpor la necesidad de vivienda, los alrededores de estas se están poblando, sus recién llegados arrojan la basura y desechos fecales a las lagunas poniendo en riesgo no sólo la vida de algunas aves sino probablemente la supervivencia de estas especies.

Se ha recomendado la señalización del área inundable en caso de tsunamis, se ha ubicado así mismo vías de escape y centros de refugio.

Se ha recomendado también que se realice campañas para la reparación de viviendas especialmente en aquellas cuyas paredes no revocadas tienen sus unidades de albañilería atacadas por el ambiente salino razón por la cual sus estructuras se han debilitado.

Chuqibamba y Pampacolca:

Ambas ciudades presentan una alta vulnerabilidad sísmica, se estima un 97.64% (952 viv) tipo1 en Pampacolca y un 94.15% (901 viv) en Chuqibamba lo que representa un 64,07% (624 viv) de colapso y 57,16% (547 viv) respectivamente.

Esto representa un fuerte costo de pérdidas materiales y probablemente humanas, la causa principal es el material de construcción (adobe y tapial), el tipo de suelo (cohesivo), el mal estado de las viviendas y el sistema de construcción con escasa o nula asistencia técnica.

Ambas ciudades fueron fuertemente dañadas en el sismo del 16-02-79, muchas viviendas con daños severos y destrucción parcial aún siguen en pie, han sido ligeramente reparadas con grampas de acero y "cocidas" con alambre galvanizado #8, o simplemente enlucidas con yeso y luego pintadas.

Estos dos pueblos alejados se encuentran descuidados por las autoridades de Arequipa, a pesar de ser una de sus principales "despensas de alimentos". Sus vías de acceso están en muy malas condiciones, sus colegios son de adobe, carecen de losas deportivas y sus SS.HH. no funcionan.

Matarani:

Es un poblado que presenta un alto grado de vulnerabilidad sísmica, especialmente en los alrededores del núcleo urbano.

Presenta también un alarmante número de edificaciones tipo 0 por origen, precarias, no aptas para vivienda por lo que a pesar del buen suelo sobre el que está asentado el poblado se estima un 14,90% de colapso (86 viv.) y un 26,17% de viv (151) con daños severos.

El efecto destructor del sismo se produciría más por los efectos socioeconómicos en la población que por la vibración misma del suelo.

Chala:

En el pueblo de Chala se estima un 44% de daño leve o sin daño, 45% de daño severo y sólo un 11% de colapso.

El suelo sobre el que está asentado es rígido (roca) pero tiene un buen número de viviendas sísmicamente débiles tipo 0 por falta de mantenimiento. En el sector 1 (nuevo) tiene un 82 % de edificaciones tipo 4, mientras que en el segundo, la zona antigua, hay un 42% de edificaciones tipo 1 y un 10% de edificaciones tipo 0 que son casas de madera en muy malas condiciones, atacadas por insectos y la humedad.

Mollendo:

Capital de la provincia de Islay, concentra la actividad administrativa de la zona, mantiene un control central sobre los demás distritos y tiene una fuerte dependencia de la Capital Arequipa.

Mollendo presenta una alta vulnerabilidad sísmica en las zonas de mayor antigüedad y en las barriadas ubicadas en la parte alta.

Existe una proliferación de viviendas precarias tipo 0 en los márgenes de la ciudad y las quebradas, muchas está asociadas a la pobreza de sus habitantes los cuales en su mayoría son inmigrantes. También existen edificaciones tipo 0 por defecto, viviendas de madera muy antiguas cuyas estructuras debilitadas por insectos y la humedad están a punto de colapsar. En esta últimas el peligro de pérdidas humanas es mayor, pues en ellas existe una alta densidad de población y están por lo general al borde del precipicio apoyados en esbeltos soportes también de madera atacados por los insectos.

Arequipa:

La capital del Departamento es la ciudad más extensa de las estudiadas y tiene problemas propios de una gran ciudad en nuestro continente: escasez de vivienda, grandes corrientes de inmigrantes que provienen de pueblos alejados barriadas en los márgenes de la ciudad, etc.

La vulnerabilidad por defecto se concentra en el centro de la ciudad, edificios que tienen más de 60 a 100 años de antigüedad sin refuerzos estructurales, debilitados por sismos pasados en los que funcionan academias, colegios, oficinas y comercios, muchos de ellos son también viviendas caracterizadas por una alta densidad poblacional.

La vulnerabilidad por su origen se ubica en las barriadas a los márgenes de la ciudad Ciudad Blanca, Alto la Libertad, Alto Misti, la parte alta de Hunter, etc. y las torrenteras.

Las torrenteras son cauces de ríos con fuerte pendiente por la que bajan torrentes de gran caudal que se activan periódicamente cada 20 a 25 años aprox. y en la actualidad secos que están siendo invadidos por pobladores que en muy corto tiempo levantan sus viviendas y se instalan en el mismo cauce, la torrentera al bajar no sólo barrería con toda la población, sino que por la obstrucción de su cauce inundaría las zonas aledañas perjudicando a urbanizaciones ya consolidadas.

Concluyendo:

Las ciudades están creciendo sin planificación, en ciudades como Arequipa y Mollendo (ciudades grandes) grandes masas de inmigrantes se asientan y establecen en terrenos peligrosos, incluso topográficamente muy difíciles, sin vías de acceso adecuadas, terrenos de fuerte pendiente en medio de torrenteras, etc. toman e invaden terrenos de cultivo de parques o áreas verdes, situación que está generando desabastecimiento de servicios, tugurización y muchos problemas sociales.

Otras ciudades como Chala por ejemplo está sufriendo una transformación. La ciudad antigua, planificada de cierta forma con la típica cuadrícula española, se está trasladando longitudinalmente a la vera del camino (de la carretera panamericana) haciendo que las distancias sean innecesariamente extensas, encareciendo los servicios de agua, desagüe y el de electricidad.

Esta transformación obedece a fuerzas económicas siendo el principal y casi único ingreso de los habitantes el comercio que se realiza en la ruta, venta de alimentos preparados, frutas, etc.

En Mejía, balneario muy preferido por sus hermosas playas, y el verdor de su camíña (su ecosistema) está creciendo desordenadamente, se está destinando zonas con riesgo de tsunami como de expansión urbana, se tomando también zonas protegidas como las Lagunas de Agua Dulce (parada de aves migratorias) poniendo en peligro a especies y destruyendo aquello que es justamente su atractivo principal.

Por lo menos el 80 % de las viviendas son autoconstruidas con insuficiente dirección técnica o sin ella. Carecen de elementos sismorresistente, usan materiales de construcción con poca adherencia (caso del Sillar) o con poca resistencia mecánica y vulnerables a la humedad (adobe y tapia) en zonas lluviosas, edificaciones de albañilería con deficiencias como baja densidad de muros, columna corta (concentración de esfuerzos), grandes asimetrías que producen torsión en un nivel sísmico, etc.

A causa de la extrema pobreza se han levantado edificaciones con materiales de desecho (altamente vulnerables) en los que viven ascendidas varias personas en condiciones infrahumanas, la falta de servicios vitales y la crianza de animales en malas condiciones convierten estas zonas en focos de enfermedades que amenazan la salud de la población en conjunto. En caso de desastre este problema podría agravarse aún más amenazando la salud de los sobrevivientes.

Indice

Cap 1 - Introducción	1
Descripción de la Zona de Estudio	4
Lámina 1.1	6
Cap 2 - Marco Teórico	7
2.1 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	7
2.2. EFECTOS SÍSMICOS.....	9
2.3. CONDICIONANTES DE LA SISMORRESISTENCIA.....	11
2.4. VULNERABILIDAD GLOBAL	16
APÉNDICE DEL CAPÍTULO	18
Cap 3 - Características Sísmicas	24
3.1.SISMOTECTÓNICA	24
3.2.ESTIMACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO	27
3.3.DATOS HISTÓRICOS	28
3.3.1.Cronología de la actividad sísmica	28
3.3.2.Catálogo sísmico	36
3.3.3.Curvas Isosistas.....	38
conclusiones	39
Lámina 3.1	40
Lámina 3.2	41
Lámina 3.3	42
Lámina 3.4	43
Lámina 3.5	44
Lámina 3.6	45
Lámina 3.7	46
Lámina 3.8	47
Lámina 3.9	48
Lámina 3.10	49
Lámina 3.11	50
Lámina 3.12	51
Cap 4 - Metodología	52
4.1 INTRODUCCIÓN:	52
<i>Influencia de la densidad de muros en los daños</i>	54
4.2 ESCALAS DE CLASIFICACION	55
4.2.1Clasificación de daños	57
a)Clasificación de daños según MSK	57
b)Escala de Daños MMLA-92	59
4.2.2Clasificación de Viviendas	60

a) Clasificación de viviendas según la escala MMLA-92	62
4.2.3 Escala de Intensidades	69
a) Escala Modificada de Mercali Sieberg.	70
b) Escala MMLA-92	71
c) Comparación de Escalas	74
4.3 SECTORIZACION	75
4.4 DISEÑO DE MUESTRAS	76
4.5 INTENSIDAD ESPERADA	77
4.6 RECONOCIMIENTO EN CAMPO	77
4.7 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN:	78
Anexo Fotográfico	81
Cap 5 - Estudio Local en Mejía	82
5.1 RECONOCIMIENTO	82
5.2 SECTORIZACION	85
5.2.1 SECTOR I	86
Seguridad	87
5.2.2 SECTOR II	88
Seguridad:	88
5.2.3 sECTOR III	89
Seguridad:	90
5.3 DISEÑO DE TOMA DE MUESTRAS	90
5.4 RESULTADOS DE CAMPO	90
SECTOR I	90
a. Edificaciones Tipo 2	91
Edificaciones de Tierra:	91
Edificaciones de albañilería:	91
b. Edificaciones Tipo 4	92
Edificaciones de albañilería	92
SECTOR II	92
a. Edificaciones Tipo 1	92
Edificaciones de tierra y de madera:	92
b. Edificaciones Tipo 2	93
Construcciones de madera:	93
Edificaciones de Albañilería:	93
c. Edificaciones Tipo 3	94
Edificaciones de Madera:	94
Edificaciones de albañilería confinada:	94
d. Edificaciones Tipo 4	94
Edificaciones de Albañilería confinada:	94
Edificaciones de Concreto Armado:	95
SECTOR III	96
5.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
CONCLUSIONES	96

Número de viviendas de cada tipo por sector:	96
Intensidad esperada por sector :	97
Porcentaje de daños por tipo de vivienda y por sector:	98
Porcentaje de daños en la ciudad de Mejía.....	99
RECOMENDACIONES	102
<i>Apéndice del Capítulo</i>	<i>103</i>
SALUD	103
Posta Médica de Mejía.	103
EDUCACION	104
Colegio Nacional 40494 "José A. Quiñones"	104
Anexo Fotográfico	105
Cap 6 - Estudio Local en Chala	111
6.1.RECONOCIMIENTO	111
6.2.SECTORIZACIÓN	113
6.2.1.Sector I.....	113
Seguridad:	114
6.2.2.Sector II.....	115
Seguridad:	115
6.3.DISEÑO DE TOMA DE MUESTRAS	116
6.4.RESULTADOS DE CAMPO	116
a.Edificaciones Tipo 0	116
Edificaciones Precarias	116
Construcciones de Madera	116
b.Edificaciones Tipo 1	119
Construcciones de Madera	119
Construcciones de Adobe	119
c.Edificaciones Tipo 2	119
Construcciones de Albañilería	119
Construcciones de Madera	120
d.Edificaciones Tipo 3.....	120
Construcciones de Albañilería	120
Construcciones de Concreto	121
e. Edificaciones Tipo 4	121
Construcciones de Concreto	121
Construcciones de Albañilería	121
6.5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	124
<i>Conclusiones finales</i>	<i>124</i>
<i>Recomendaciones finales</i>	<i>126</i>
<i>Apéndice del capítulo</i>	<i>127</i>
SALUD	127
Centro de Salud de Chala.	127
EDUCACION	128
"Escuela Primaria de Menores 40272"	128
"Colegio de Educación Secundaria de Chala"	128

Anexo Fotográfico	130
Lámina 6.1	132
Lámina 6.2	133
Lámina 6.3	134
Lámina 6.4	135
Cap 7 - Estudio Local en Matarani	136
7.1 RECONOCIMIENTO	136
7.2.SECTORIZACIÓN	138
7.2.1.Sector I.....	138
Seguridad	139
7.2.2.Sector II.....	139
Seguridad	140
7.3.DISEÑO DE TOMA DE MUESTRAS	140
7.4.RESULTADOS DE CAMPO	141
7.4.1. Sector I	141
7.4.2. Sector II	145
7.5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	147
7.5.1.Conclusiones	147
7.5.2.Recomendaciones	152
<i>Apéndice del Capítulo</i>	154
SALUD	154
Centro de Salud de Matarani.....	154
Anexo Fotográfico	156
Lámina 7.1	158
Lámina 7.2	159
Lámina 7.3	160
Lámina 7.4	161
Cap 8 - Estudio Local en Pampacolca y Chuqui-bamba.....	162
8.1RECONOCIMIENTO	162
8.2.SECTORIZACIÓN	166
8.2.1.Sector I.....	166
Seguridad	166
8.2.2.Sector II.....	166
Seguridad:	166
8.2.3.Sector III.....	167
Seguridad:	167
8.2.1.Sector I.....	167
Seguridad:	167
82.2.Sector II.....	167
Seguridad:	168
8.2.3.Sector III.....	168
Seguridad:	168
8.3.DISEÑO DE TOMA DE MUESTRAS	168

8.4.RESULTADOS DE CAMPO	169
8.4.1.tipos de edificaciones	169
Gra 8.2 a	170
Gra 8.2 b	171
cuad 8.2 a	172
cuad 8.2 b	173
Graf 8,3 a	174
Graf 8,3 b	175
Edificaciones Tipo 1	176
Edificaciones tipo 2:	176
Edificaciones tipo 3:	176
Edificaciones tipo 4:	176
8.4.2.DESCRIPCION DE LAS EDIFICACIONES EN PAMPACOLCA	176
Edificaciones de tierra:	176
Viviendas de Albañilería	177
Viviendas de concreto armado.....	177
8.4.3.DESCRIPCION DE LAS EDIFICACIONES EN CHUQUIBAMBA	178
Edificaciones de Tierra:	178
Edificaciones de Albañilería:	179
Edificaciones de Concreto Armado:	179
8.5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	180
8.5.1.Conclusiones	180
8.5.2.Recomendaciones	187
Apéndice del Capítulo	187
Pampacolca	187
SALUD	187
Posta Médica de Pampacolca	190
EDUCACION	190
C.E. 4325 de Educación Primaria.	190
Colegio Mixto 40140 de Educación Primaria.	191
Colegio Secundario Agropecuario Nacional Juan Pablo Vizcardo y Guzmán.	191
Chuquibamba.....	191
SALUD.....	191
"Centro de Salud de Chuquibamba".	192
EDUCACION	192
Centro Base "San Luís Gonzaga".....	192
"Colegio Nacional Corazón de María"	193
Anexo Fotográfico	194
Lámina 8.1 (a).....	196
Lámina 8.2 (a).....	197
Lámina 8.3 (a).....	198
Lámina 8.4 (a).....	199
Lámina 8.1 (b)	200
Lámina 8.2 (b)	201
Lámina 8.3 (b)	202

Lámina 8.4 (b)	203
Lámina 8.5 (b)	204
Cap 9 - Estudio Local en Mollendo y Arequipa	205
9.1 MOLLENDO	205
9.1.1. <i>Reconocimiento</i>	205
9.1.2. <i>Descripción por Sectores</i>	208
Sector I	208
Sector II	209
Sector III	210
Sector IV	211
Sector V	215
Sector VI	215
Sector VII	216
9.1.3 <i>Centros de Salud y Colegios</i>	217
<i>Conclusiones y Recomendaciones</i>	218
Conclusiones	218
Recomendaciones	220
Ubicación de Refugios y Vías de Escape en Mollendo	221
Anexo fotográfico	223
Lámina 9.1 (a)	233
Lámina 9.2 (a)	234
Lámina 9.3 (a)	235
9.2. AREQUIPA	236
Evolución de la vivienda en Arequipa	236
Con techos en bóvedas:	236
Techos de rieles:	237
Techos de losa maciza de concreto armado:	237
Techos aligerados:	237
Expansión Urbana	238
Descripción de las zonas	240
Zamácola y Río Seco	240
Alto La Libertad	240
Independencia	241
Hunter	241
Pampas del Cusco	241
Sachaca	241
Simón Bolívar	242
Paucarpata	242
El Porvenir	242
Edificadores Misti	242
Miraflores	243
Conclusiones	243
Recomendaciones:	244
Lámina 9.1 (b)	246
Lámina 9.2 (b)	247

Lámina 9.3 (b)	248
Lámina 9.4 (b)	249
Cap 10 - Conclusiones y Recomendaciones	250

Capítulo 1

Introducción

La Asamblea General de las Naciones Unidas de conformidad con su Resolución 2816 del 14 de Diciembre de 1971 creó la Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para el Socorro en Caso de Desastres (UNDRO) y su cargo al Secretario General de la Organización al nombramiento de un Coordinador de las NN.UU. para el Socorro en Caso de Desastres.

Las Naciones Unidas están tomando parte activa en el desarrollo de programas y proyectos destinados a lograr una mejor comunicación con tres amplias funciones: Ayuda en caso de catástrofes, planificación y por último prevención. En este contexto, siendo nuestro país propenso a catástrofes especialmente de origen sísmico en Julio de 1992 se inició el "Programa de Mitigación de Desastres en el Perú", que tiene una duración de tres años. El programa está siendo conducido por el Dpto. de Asuntos Humanitarios con sede en Ginebra (DHA-Geneva por sus siglas en inglés). El estudio se concentra en la costa sur oeste del Perú considerando principalmente los posibles efectos destructivos de un sismo del orden de magnitud 8, acompañado por Tsunamis.

El Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería creado por convenio entre Perú y Japón viene desarrollando desde 1986 investigaciones sísmicas y de mitigación de desastres de una manera multidisciplinaria en varias zonas de la República

Ante la proximidad de un evento sísmico de grandes proporciones en alguna región de la costa sur , y dada las actuales condiciones de nuestro país es necesario y urgente determinar la vulnerabilidad de las edificaciones y de la población en su conjunto al peligro sísmico, descubriendo además las fallas y deficiencias constructivas más frecuentes, accesibilidad de

las vías de escape, zonas de refugio a maremotos o tsunamis, seguridad de ambientes que deben resistir al evento como hospitales, disponibilidad de servicios, etc.

Un evento sísmico, se produce como consecuencia de una liberación repentina y espontánea de energía acumulada en el interior de la tierra. Para la mayoría de los sismos importantes, la energía original se libera en forma de ondas sísmicas. El resto se consume como resultado del roce entre ambas caras de la falla, en forma de energía calórica, mecánica, etc.

Grandes terremotos se repiten en una misma zona con intervalos de decenas o centenas de años. En el Sur del Perú y Norte de Chile, este período de recurrencia es del orden de un siglo, luego de ocurrido un gran terremoto, se inicia un largo proceso de acumulación de energía, de deformación de las rocas litosféricas, que culmina con la ocurrencia de un nuevo gran sismo completando lo que se conoce como un ciclo sísmico. Este ciclo se acostumbra subdividir en tres períodos: presísmico, cosísmico y postsísmico. Los que se identifican respectivamente con los procesos de acumulación de energía, liberación de energía (terremoto) y ajuste final acompañado de réplicas.

- **El largo período presísmico** se caracteriza por una lenta deformación de las rocas al interior de la futura zona hipocentral, que se traduce además en una paulatina, lenta e imperceptible deformación de la superficie terrestre.

-**El período cosísmico** es de muy corta duración, no más de algunos minutos, y en él se desarrolla el proceso de ruptura sobre la superficie de falla. En breves instantes, a partir de un punto inicial de ruptura, *-el hipocentro-*, se generaliza el fallamiento de la roca caracterizado por un desplazamiento relativo de algunos metros de los bloques rocosos a ambos lados de la superficie de falla. La ruptura puede abarcar cientos de kilómetros a lo ancho y largo de la . falla, y suele causar deformaciones topográficas permanentes fácilmente identificables

-**El período postsísmico** se caracteriza por una acomodación final de las . tensiones remanentes en la zona hipocentral, lo que se manifiesta , en una gran cantidad de sismos conocidos como réplicas.

El 13 de Agosto se produjo el último gran terremoto, el movimiento se sintió en un radio de 1400 Km., causó cuantiosas pérdidas humanas y materiales. Investigaciones recientes estiman que existe una probabilidad del 95% de que un terremoto de magnitud semejante se produzca en estos últimos cinco años en la Costa Sur del Perú, ¿cuán preparados estamos para recibirlo?,

que magnitud de daños podría causar y que acciones se pueden tomar para reducir las pérdidas humanas y materiales y mitigar el desastre?. Estas preguntas motivaron el presente trabajo de investigación.

El último terremoto (aunque no de grandes proporciones) en la región de Arequipa fue el del 16 de Febrero de 1979 a las 4:00 A.M. su magnitud alcanzó los 6.9° R. y una intensidad VI y VII MSK. No fue un gran terremoto pero el impacto causado en las construcciones especialmente en las de sillar y adobe fue alarmante. Los estudios realizados después del sismo identificando los tipos de fallas más comunes, la magnitud de daño producido y, relacionando estos datos con las condiciones locales de suelo y las características de la edificación como el material constructivo, la densidad de muros, existencia de columnas y vigas de amarre, rigidez del techo, etc. permitió sacar valiosa información sobre la resistencia de la edificación catalogándola en TIPOS DE EDIFICACION y la influencia de las condiciones locales en la magnitud del daño producido.

El presente trabajo de investigación forma parte del "Programa de Mitigación de Desastres en el Perú" proyecto a cargo del Departamento de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas con sede en Ginebra - Suiza (DHA-Géneva), quien lo ha auspiciado junto con organismos tales como la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres de la Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ingeniería Civil (CISMID) y ha contado además con la colaboración del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).

Ante la alta probabilidad de ocurrencia de un evento sísmico de grandes proporciones en la Costa Sur de y en concordancia con el esfuerzo que a nivel mundial se viene realizando para la mitigación de desastres, no es sólo necesario, sino también urgente realizar estudios de vulnerabilidad sísmica que permitan estimar la magnitud de daños que pueden producirse identificando las causas de esa vulnerabilidad y dar recomendaciones técnicas para conseguir estos objetivos .

El movimiento sísmico produce daño en las edificaciones y de la infraestructura en general, las pérdidas humanas se producen por varias causas directas como caída de techos, paredes, cornisas, etc. e indirectas como falta de asistencia médica, insumos insuficientes, retraso en la remoción de escombros , etc. que se producen muchas veces días después de la ocurrencia del fenómeno.

La estimación de la vulnerabilidad física de las edificaciones al peligro sísmico es importante por ser un índice de la vulnerabilidad global de la población, pero la supervivencia de la comunidad depende de muchos factores relacionados con las condiciones existentes antes de la ocurrencia del fenómeno.

El presente trabajo pretende en primer lugar determinar la vulnerabilidad sísmica en poblaciones representativas del Departamento de Arequipa estimando una magnitud de daños en sus edificaciones.

Sugerir las zonas de seguridad para la instalación de refugios en la ciudad (lugares abiertos, menos amenazado por elementos peligrosos que permitan la permanencia de personas durante fenómeno o después de él en los cuales sea posible alojar a los damnificados, instalar carpas, etc.)

Sugerir también Centros de apoyo, Edificios o instalaciones que por su infraestructura y ubicación puedan ser usados como depósito de materiales, medicinas o servir como hospitales de campaña de ser necesario.

Estas zonas deberán evaluarse previamente y se deberán tomar las precauciones necesarias para que no sean gravemente dañadas.

Identificar las vías de acceso importantes y esenciales para el acceso masivo que permita a las personas llegar a los refugios, centros de atención médica, etc.

Y por último dar recomendaciones técnicas para la mitigación de del desastre. Al final de cada capítulo de estudio local se hace un apéndice sobre la situación de los centros de salud y colegios más importantes en cada ciudad.

Este estudio es importante no sólo por el riesgo de pérdidas humanas y materiales sino por que dada las condiciones sociales por las que está atravesando el país en este momento, (una economía muy deteriorada que está empezando mejorar, y la apenas desactivación de grupos terroristas, de los cuales uno ha sido considerado dentro de los más viloentos y salvajes del mundo), un desastre con recursos mal administrados podría agudizar las contradicciones polarizando a la población.



Descripción de la Zona de Estudio

El Departamento de Arequipa en la región Suroeste del territorio peruano, entre los paralelos 14.5° y 17.5° de Latitud Sur y los meridianes 70.5° y 75.2° de Longitud Oeste. Tiene una población de 924 745 habitantes .

El Territorio de Arequipa con un litoral marino poco accidentado y región costanera bastante angosta, exepctuando la zona limítrofe con Ica, presenta acantilados de altitud variada y que están muy cerca y paralelos al litoral del Pacífico. En muchos sectores son terrazas levantadas por movimientos tectónicos relacionados con la dinámica de las Placas de Nazca y Sudamérica. En los sectores de Atico, Ocoña Camaná y Mollendo, las escarpaduras culminan inclusive en altitudes superiores a los 1000 m. Al este, una baja meseta, asciende suavemente hasta más o menos los 2000 m.s.n.m. Quebradas secas y cañones fluviales excavadas por los ríos: Cháparra, Atico, Ocoña, Camaná o Majes y Tambo, atraviezan esta baja meseta andina recubierta por rocas volcánicas. Mas al este, mesetas escalonadas hasta en tres niveles , han sido disectadas por los ríos que se han nencionado anteriormente, dando origen a cañones fluviales como el del Ocoña, considerado entre los más profundos de nuestro planeta.

Emergiendo del segundo y tercer nivel de las mesetas andinas, se observan los conos volcánicos de: Solimana, Coropuna, Ampato, Chachani, Misti y Pichu-Pichu, vestigios de una intensa acción volcánica pasada y que muestra todavía, signos de actividad como el Sabancaya. Al Noroeste, cimbres nevadas donde tiene sus orígenes más remotos el río Amazonas.



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CISMID - DPMD		
	TESIS: VULNERABILIDAD SISMICA EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DEL DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
PLANO Ubicación de las Zonas de Estudio			
TESISISTA Guido Rodríguez Z	ASESOR Ing. Julio Kurawa H	FECHA Ene 1994	

Capítulo. 2

Marco Teórico

2.1 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

DESASTRE:

Correlación entre eventos naturales peligrosos como un Terremoto, Tsunami, Huracán, etc. y las condiciones socioeconómicas y físicas vulnerables, como viviendas mal construidas, situación económica precaria, condiciones de suelo inestable. En otras palabras: *Hay un alto riesgo de un desastre, cuando eventos peligrosos ocurren en situaciones vulnerables.*¹

PELIGRO:

Probabilidad de que se produzca en un período determinado y en una zona dada, un fenómeno natural potencialmente dañoso. Los desastres son fenómenos extremados que inducen movimientos del aire, de la tierra o del agua, los cuales afectan en una zona determinada. La magnitud del fenómeno, la probabilidad de su ocurrencia y la extensión de su impacto, pueden variar y en algunos casos ser determinados.

1 Naciones Unidas (Comisión de Asentamientos Humanos) - Planificación de Asentamientos Humanos en Zonas Propensas a Desastres; Nairobi, 1982

VULNERABILIDAD:

La vulnerabilidad de cualquier elemento estructural físico o socioeconómico expuesto a un peligro natural, es su probabilidad de resultar destruido, dañado o perdido. El concepto de vulnerabilidad no es estático. Debe ser comprendido como un proceso dinámico que integra el cambio y el desarrollo que alteran y afectan la probabilidad de todos los elementos expuestos.

VULNERABILIDAD SISMICA

La vulnerabilidad sísmica se entiende como la probabilidad de una población a ser dañada por un movimiento sísmico. Depende de varios factores; de las características físicas de las edificaciones (material de construcción, altura de la edificación, estructuras, estado de conservación, etc.) , de la disponibilidad de los espacios abiertos y de los asentamientos humanos, ancho de las calles, densidad de población, etc. También depende de su preparación ante el evento destructivo, su respuesta a una emergencia, etc. Después de la ocurrencia de un sismo la supervivencia de la población está relacionada a factores como el grado de organización social, el estado de salud que tenía esa comunidad en situaciones normales, su capacidad económica, técnica social y hasta filosófica de responder a ese desastre, etc. Todos estos aspectos intervienen en la vulnerabilidad sísmica global de la población (ver apéndice del capítulo).

RIESGO:

La noción de riesgo puede relacionarse directamente con el concepto de desastre, ya que incluye las pérdidas y daños totales que podrían sufrirse después de peligro natural. Personas muertas, heridos, daños a la propiedad, perturbación de la actividad socio-económica. El riesgo implica una condición futura que será función de la magnitud del peligro natural.

DESARROLLO:

Existen, en términos generales, dos concepciones opuestas:
Una la "**visión economicista**" a través de indicadores agregados como el Producto Bruto Interno (PBI), que considera como positivos, sin discriminación, todos los procesos donde ocurren transacciones de mercado, sin importar si éstas son productivas, improductivas o destructivas. Resulta así que la explotación indiscriminada de un recurso natural puede hacer aumentar el PBI, tal como lo hace una población enferma cuando incrementa su consumo de fármacos o de servicios hospitalarios.

La concepción alternativa, que un grupo de investigadores orientados por Manfred Max-Neef denomina "**Desarrollo a Escala Humana**", se resume como esa otra

racionalidad cuyo eje axiológico no sea ni la acumulación indiscriminada, ni el mejoramiento de indicadores económicos convencionales que poco dicen del bienestar de los pueblos, ni una eficiencia divorciada de la satisfacción de las necesidades humanas. Esta otra racionalidad se orienta por el mejoramiento de la calidad de vida de la población y se sustenta en el respeto a la diversidad ¹

Los desastres sísmicos no ocurren por casualidad, son producto de la vulnerabilidad del hombre y de sus asentamientos.

Para estudiar y entender las causas de los desastres sísmicos, no basta estudiar en forma estática los aspectos físicos que presentan los asentamientos humanos, hay que estudiar y entender la forma en que los procesos sociales influyen sobre las formaciones espaciales.

Tanto la forma de construcción de los nuevos asentamientos como el proceso de deterioro de los antiguos son parte del proceso de transformación en su conjunto y tienen que entenderse como parte integral de éste. La vulnerabilidad progresiva en sus aspectos físicos está relacionada con la vulnerabilidad progresiva en sus aspectos sociales, económicos y culturales; por supuesto la situación socioeconómica de la población no es estática, que cambia continuamente.

2.2. EFECTOS SÍSMICOS

Durante un sismo, se producen daños en las poblaciones que se encuentran dentro del área de influencia, éstos daños son causados por cuatro formas básicas: La vibración del suelo, las fallas tectónicas, los incendios y los Tsunamis.

a) Vibración del suelo :

Cuando el suelo vibra, lo hacen también las edificaciones que se encuentran sobre él, esta vibración es una respuesta de la estructura a la excitación natural inducida por el suelo, y será de mayor o menor grado dependiendo de la relación entre el período fundamental de vibración de la edificación y el período natural de vibración del suelo sobre la que está. Las aceleraciones, las velocidades y los desplazamientos inducidos por el sismo, sobrecargan la estructura pudiendo dañar seriamente o hasta destruir el edificio, a menos que éste haya sido diseñado y construido para resistir éstos esfuerzos. Las cargas sísmicas tienen una naturaleza

¹WILCHES-CHAUX,Gustavo. DESASTRES, ECOLOGISMO Y FORMACION PROFESIONAL, POPAYAN 1989 SENA.

aleatoria por lo que son muy difíciles de determinar, pero las experiencias de sismos pasados permite una estimación suficientemente aproximada para diseñar y construir viviendas que resistan terremotos, por lo menos hasta cierto grado.

b) Fallas del Suelo :

Un sismo puede producir fallas en el suelo de cuatro formas á saber:

La Falla geológica: Es una ruptura del terreno a lo largo de la zona de falla que puede ser pequeña o abarcar cientos de kilómetros. El desplazamiento del terreno puede ser horizontal, vertical o una combinación de ambos. Obviamente una edificación que se encuentre directamente sobre ésta, será seriamente dañada.

Los deslizamientos de tierra : Al producirse un sismo pueden caer grandes bloques de tierra ocasionado diferentes daños, ya sea cayendo directamente sobre una edificación, o sobre las vías de transporte y comunicación, o en el cause de un río a lago, etc. produciendo embalses que pueden arrasar con un pueblo íntegro. En la sierra del Perú fenómenos como éstos han ocurrido varias veces debido a la agreste geografía de su territorio, y a la falta de previsión de las autoridades.

Los asentamientos : La vibración del suelo puede de varias formas inducir un asentamiento en el suelo, ya sea por una compactación rápida, o por lavado de sales en suelos colapsables a causa de una ruptura de tuberías o canales, etc. Los asentamientos producen sobre-esfuerzos en las estructuras, para los que los no estaban diseñadas pudiendo causar daños irreparables.

Licuación del suelo : En las arenas saturadas de baja densidad y de tamaño relativamente uniforme se puede producir el fenómeno de licuación. Es particularmente importante por los efectos que podría tener, especialmente en represas, puentes, edificaciones, tuberías y canales, etc.

c) Incendios :

Después de un sismo se puede iniciar un incendio (a causa de corte-circuitos, o ruptura de tuberías de gas, etc.), de ser así, sería muy difícil de apagar, por la interrupción del abastecimiento de agua, el tráfico interrumpido, etc. sumándose éste daño al del sismo en sí sobre las edificaciones. Por ejemplo en el terremoto de Kanto en 1923, el 50% de Tokio y 70% de las edificaciones fueron consumidas por el fuego y más de 100,000 personas murieron quemadas.

d) Los Tsunamis :

Se sabe que los Tsunamis son ondas muy largas producidas en las superficies de los océanos como resultado de desplazamientos repentinos de volúmenes de agua. El desplazamiento de un volumen de agua de mar (de ordinario un desplazamiento vertical) mueve la superficie marina próxima al desplazamiento haciéndole perder el estado de semiequilibrio conocido como el nivel medio del mar (n. m. m.) .

La acción de la gravedad y la fuerza ascensional al tratar de que la superficie del agua retorne a su posición de equilibrio producen una energía de ola que toma la forma de tsunamis o maremotos que se propagan desde el punto de perturbación hacia el océano circundante.

2.3. CONDICIONANTES DE LA SISMORRESISTENCIA

COLUMNA CORTA

Esta situación, muy conocida, se produce por una disposición particular de las mamposterías, que reduce notablemente la altura de las columnas y consecuentemente su rigidez se incrementa inversamente proporcional al cubo de su altura:

$$R_c = \frac{12Ej}{Hc^3}$$

Este gran incremento de su rigidez concentra durante el terremoto, lógicamente, un gran corte sísmico que generalmente no pueden resistir, provocando la rotura de dichas columnas. A posteriori, y durante el mismo sismo, puede ocurrir que los restantes elementos resistentes no sean suficientes y se produzca el colapso total del edificio. Por otra parte, esta situación no es aceptable ni aún teniéndola en cuenta en el análisis estructural, por cuanto el hormigón armado no soporta las altas tensiones de corte que aparecen en este caso.

Recomendación:

Se debe eliminar esta situación, sin desvirtuar los objetivos del proyecto arquitectónico. Esto se logra con una adecuada compatibilización del diseño de aberturas y colocación de muros de corte (placas) que tomen este exceso de esfuerzo horizontal.

PESO DE LAS CONSTRUCCIONES

Las fuerzas sísmicas son proporcionales al peso de la construcción. Los coeficientes sísmicos, a su vez se incrementan con la altura de los pisos respecto del terreno.

Recomendación:

En este caso, la reducción de las fuerzas sísmicas se puede obtener de diversas formas: Reduciendo el peso de la construcción, lo que implica utilizar materiales livianos en pisos, contrapisos, tabiques divisorios, revestimientos, etc. En estructuras resistentes, utilizando concretos de mayor resistencia y mejorando el propio diseño estructural. En la Arquitectura, se recomienda ubicar los locales destinados a archivos, piletas, equipos pasados, etc., en los niveles inferiores. Se consigue así, no solo reducir las fuerzas sísmicas por el hecho que el coeficiente sísmico aumenta en los niveles superiores, sino también reducir, lógicamente, los momentos y corte sísmico.

DUCTILIDAD

A diferencia de los criterios de Diseño Estructural para cargas verticales y estáticas, el Diseño Sismo-Resistente se funda, especialmente, en la capacidad de deformación plástica que en la propia capacidad de resistencia. El beneficio de las deformaciones plásticas se traduce en las estructuras sismo-resistentes de dos modos: Disipación de energía cinética o sísmica en el trabajo de deformación. y redistribución de tensiones y esfuerzos permitiendo una mayor eficacia de las estructuras.

Recomendación:

Se recomienda utilizar estructuras de alto grado de hiperestaticidad, aumentando así el número de articulaciones plásticas, las que actuaran como disipadores de energía, durante la acción sísmica. El uso de estructuras aperticadas facilita este objetivo, sin embargo, trae el inconveniente, de su flexibilidad especialmente en edificios altos. El uso de estructuras rígidas como tabiques antisísmicos, ofrecen poca ductilidad, por consiguiente requieren incrementar el coeficiente sísmico pero pueden ofrecer su mayor rigidez y alta capacidad de resistencia.

TORSION SISMICA

Torsión estructural: resulta de la no coincidencia del centro de torsión con el centro de masa de la construcción.

- (a) Torsión accidental: prevista en las normas sismorresistentes aún para cuando el centro de torsión coincida con el centro de masa de la construcción.
- (b) Torsión por deformabilidad de los entrepisos: esta situación aparece en edificios de formas especiales de tipo L, T, U, aún para cuando el centro de torsión coincida con el centro

de masa. (c) Torsión provocada por escalonamiento de la sismo-resistencia: esta situación se produce aún para estructuras resistentes simétricas, cuando un determinado escalonamiento de la sismo-resistencia provoca la rotura aislada de algún dispositivo resistente. Lógicamente, aparece una torsión sísmica imprevista.

Recomendación:

Solo en el caso de torsión estructural, los efectos pueden determinarse, pero subsiste la dificultad de mantener la relación rigidez-resistencia para columnas que teniendo las mismas dimensiones se encuentran a diferentes distancias del centro de torsión. En efecto, el hecho que el corte sísmico en una columna provocado por un momento torsor es proporcional a la distancia al centro de torsión, da como resultado que si tenemos dos columnas iguales pero una, a distancia triple de la otra, la fuerza sísmica es también el triple de la segunda. Esto, a su vez, trae un problema de difícil solución en el sentido de dotar a las dos columnas de la misma relación rigidez-resistencia. Sabemos que en la práctica se recurre a modificar la cuantía de fierro en las columnas de concreto armado, o bien la forma de la sección, pero estos recursos dejan mucha incertidumbre. En consecuencia, la torsión sísmica en general requiere:

Coincidencia del (C.T.) y (C.M.)

Formas simples, simétricas y compactas.

Evitar plantas en forma de L, T, U, que den entrepisos largos y flexibles. Esta flexibilidad introduce un momento torsor incontrolable.

Definir el rol de los muros y tabiques con total precisión, que permita incluirlos en la sismo-resistencia total del edificio o desvincularlos de la misma.

SIMETRÍAS

Simetría de planta y estructura, en formas compactas, permite eliminar efectos torsionales. Esta ventaja es tanto más necesaria cuanto más alta es la construcción. Simetrías en altura, permiten evitar cambios bruscos en las rigideces y masas. Situaciones que facilitan la concentración de energía sísmica, facilitando colapsos parciales y consecuentemente el escalonamiento de la sismo-resistencia.

Recomendación:

La recomendación exige edificios compactos, simétricos y modulados tanto en planta como en altura.

JUNTAS

Estas son necesarias en los siguientes casos:

Juntas de dilatación, Junta de separación de cuerpos de un complejo arquitectónico (estas son necesarias para separar cuerpos de diferentes alturas, o para simplificar plantas poco recomendables) y, Juntas de separación de edificios colindantes. En todos los casos las juntas pueden provocar el choque de edificios y ser causa de colapsos parciales y del escalonamiento de su capacidad de resistencia sísmica, poniendo en peligro la seguridad total del mismo. Se hace necesario, cuando sea inevitable adoptar mecanismos que amortigüen los choques. Por ejemplo el uso de placas de neoprene.

Recomendación:

Juntas de dilatación: Deben disminuirse al mínimo o directamente eliminarlas separando netamente los cuerpos. Juntas de separación de cuerpos: Deben disminuirse al mínimo o directamente eliminarlas mediante una separación neta de los diferentes cuerpos. Juntas entre edificios colindantes: Son generalmente inevitables. Están reglamentadas en las Normas Sismo-Resistentes. La tendencia actual es hacerla de mayor dimensión.

PISO FLEXIBLE

La existencia de un piso flexible frente a la mayor rigidez de los restantes trae consigo el siguiente problema: Al ocurrir un terremoto, el corte sísmico de los pisos más rígidos es reducido y en cambio en el flexible es incrementado. Esto implica una gran demanda de disipación de energía concentrada en el más flexible. Esto, a su vez, requiere ductilidad y resistencia en una cantidad muy difícil de satisfacer. Además, los ejemplos conocidos nos indican categóricamente la inconveniencia de los mismos.

Recomendación:

Se debe compatibilizar situaciones de esta naturaleza, incrementando la rigidez estructural de dicho nivel, hasta hacerla similar a la de los niveles restantes, con mecanismos sismo-resistentes adecuados. El diseño arquitectónico debe permitirlo, aun manteniendo la necesidad arquitectónica de la planta libre.

TERRENO DE CIMENTACION

Las características cinemáticas del movimiento sísmico en un sitio determinado, están ligadas a la geología de la corteza terrestre y a las condiciones estructurales del suelo de fundación. a su vez la respuesta dinámica de un edificio es función, también de sus propias características dinámicas, distribución de masas y rigideces, amortiguamiento y ductilidad,

además de las características dinámicas del suelo en el lugar de emplazamiento de la misma (Interacción suelo-estructura).

En consecuencia, es necesario conocer las propiedades mecánicas del suelo de fundación, ya que hay casos en que el suelo se comporta bien bajo cargas estáticas pero puede presentar serios problemas bajo cargas sísmicas, como en el caso del fenómeno denominado " licuación de suelos", por el cual el suelo tiende a comportarse como un líquido. Esta situación no se podrá solucionar con solo aumentar el factor de seguridad de las cargas sísmicas consideradas sino que la solución resultara necesariamente de la naturaleza del fenómeno. La compatibilización requiere diseñar edificios cuyo periodo fundamental se aleje del periodo predominante del terreno tanto para epicentros cercanos como lejanos. Evitar la localización de las construcciones en terrenos de alto potencial de licuación. Salvo que la fundación pueda llevarse al terreno firme, no licuable. La rigidización de una estructura o edificio puede lograrse con tabiques sismo-resistentes de hormigón armado, ductilizados o no, tabiques en damero y diagonales de compresión o de tracción.

PERIODO PREDOMINANTE DEL SUELO

El movimiento sísmico esta lejos de ser un movimiento armónico simple, pero presenta un período o frecuencia que predomina sobre las restantes, denominado "período predominante del suelo". Esta característica provoca en el caso de coincidencia con el periodo fundamental del edificio un fenómeno de cuasi-resonancia que amplifica los efectos sísmicos en el mismo.

Esta característica del terreno de fundación queda detectada a través del espectro de aceleraciones. Pero en caso de no disponerse de dicho espectro se puede determinar en forma directa mediante el registro de micro-vibraciones y su comparación con la de zonas similares para las cuales se conozca el espectro de aceleraciones.

Recomendación:

Esta variable exige que los edificios sean diseñados de manera tal que su periodo fundamental se aleje del periodo predominante del terreno de fundación. De esta manera las controversias que se suscitan al tener que elegir entre una construcción flexible o rígida, se aclara al tener en cuenta las características del terreno de fundación detectadas a través del espectro de aceleraciones o directamente de su período predominante.

DISTANCIA EPICENTRAL

Las altas frecuencias del movimiento sísmico van absorbiéndose a medida que aumenta la distancia epicentral recorrida por las ondas sísmicas. El movimiento sísmico, consecuentemente, también se hace mas armónico. En síntesis, para un determinado sitio un sismo de epicentro cercano se caracteriza por su fuerte intensidad y períodos relativamente cortos y un sismo de epicentro lejano por su menor intensidad y periodo relativamente largo. Además, en este último caso, se acerca mucho a un movimiento vibratorio armónico. Sin embargo un sismo de epicentro lejano puede afectar un estrato de terreno blando muy sensible a periodos largos y producirse un fenómeno de cuasi-resonancia y amplificar notablemente la excitación sísmica. Esto ocurrió en el terremoto de México en setiembre de 1985 siendo una de las causas fundamentales del desastre.

Recomendación:

Esta variable exige, en el caso de terrenos blandos, compatibilizar el diseño del edificio con el objetivo de que el período fundamental del edificio se aleje de los períodos predominantes del movimiento sísmico correspondiente a epicentros cercanos y lejanos. Esta situación puede exigir, en el caso de edificios altos, una estructuración mas rígida que la que nos pueden dar las estructuras aporricadas, tales como la que se logra con el uso de tabiques sismo-resistentes

2.4. VULNERABILIDAD GLOBAL

Vulnerabilidad de la Población:

El concepto de la vulnerabilidad no sólo se refiere a los efectos directos e indirectos provocados por un sismo destructor. Estos son sólo un desastre más para la población vulnerable. Su vulnerabilidad también existe frente a otros desastres: enfermedades, malnutrición, desempleo, etc.

La vulnerabilidad económica tiene sus complementos en el ámbito superestructural (social y cultural). La gente no sólo carece de recursos materiales sino también sufre de alienación de valores, recursos y expresiones culturales y sociales, propios del mundo precolombino, así como discriminación en el acceso a recursos culturales y sociales del mundo urbano-industrial, debido a un bajo nivel educacional y analfabetismo.etc.¹

1 URBANIZACION Y VULNERABILIDAD SISMICA EN LIMA METROPOLITANA, Andrew Marsrey y Gilberto Romero, PREDES - 1986.

Debe entenderse la vulnerabilidad como un factor dinámico, que va cambiando a través del tiempo, pudiendo llegar a situaciones alarmantes a causa del descuido del hombre con respecto a su medio y el desconocimiento de su hábitat. Pero éste descuido encuentra su sustento en el campo socioeconómico y cultural, y se interrelaciona con ellos. Según Andrew Maskrey y Gilberto Romero la forma peculiar de división socio-territorial del trabajo que se ha dado en el Perú, incorpora como aspectos: lo económico, lo social y lo cultural, los cuales transforman y son transformados por la vulnerabilidad de su hábitat y al hacerlo se pone de espaldas a la naturaleza, corriendo el riesgo de resultar dañado si ocurre un fenómeno natural peligroso.

Gustavo Wilches Ch. entiende la vulnerabilidad como *"la incapacidad de una comunidad para absorber, mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su inflexibilidad o incapacidad para adaptarse a ese cambio."*¹

La vulnerabilidad surge como consecuencia de la interacción de una serie de factores y características internas y externas que converge en una comunidad cuyo resultado es el bloqueo o incapacidad de la comunidad para responder adecuadamente ante la presencia de un riesgo determinado, con el consecuente desastre. A esa interacción de factores y características vamos a darle el nombre de **Vulnerabilidad Global**.

¹DESASTRES ECOLOGISMO Y FORMACION PROFESIONAL, Gustavo Wilches Chau, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Popayán - Colombia 1989. pag 3-18

APÉNDICE DEL CAPÍTULO

Creo necesario incluir este apéndice para complementar el concepto de Vulnerabilidad Global con el ánimo de incitar al pensamiento a buscar soluciones tomando más en cuenta la interrelación de los elementos que conforman el problema y no solamente dichos elementos, pues se han hecho muchos estudios en el país sobre viviendas económicas sismorresistentes consiguiendo buenos resultados, sin embargo, estos no han llegado a la población pobre que "auto-construye" y no han menguado la vulnerabilidad en lo más mínimo.

He aquí otra forma de ver la vulnerabilidad:

LOS ANGULOS DE LA VULNERABILIDAD

Unicamente para efectos de análisis se va a dividir ésta Vulnerabilidad Global en varias vulnerabilidades, advirtiendo que cada una no es más que un ángulo particular y que están estrechamente relacionadas entre sí.

1) La Vulnerabilidad Natural:

Todo ser vivo por el hecho de serlo, posee una vulnerabilidad intrínseca determinada por los límites ambientales en los cuales es posible su vida, y por las exigencias internas de su propio organismo. Los seres humanos y los seres vivos en general con una u otra variación exigen determinadas condiciones de humedad, temperatura, densidad y composición atmosférica, y unos determinados niveles nutricionales, para poder vivir, de allí, por ejemplo que el frío o el calor extremos, más allá de las temperaturas para las cuales una sociedad ha sido diseñada, se traduzcan en enfermedades y muertes. De allí también que las alteraciones extremas de la composición atmosférica por contaminación artificial (como el Smog) o naturales como el caso del Lago Nyos en Camerún, hagan imposible la existencia de vida en los ambientes afectados.

La vulnerabilidad natural de nuestro ecosistema se ha ido incrementando en las últimas décadas debido a la desaparición de múltiples especies vegetales resistentes a condiciones ambientales severas y a su reemplazo por especies aparentemente de mayor rendimiento comercial, pero más vulnerables a esas condiciones.

2) La Vulnerabilidad Física:

La vulnerabilidad física se refiere a la resistencia sísmica de la edificación, es decir a la probabilidad de ser dañada por la vibración sísmica. Depende de la capacidad de la edificación a absorber esfuerzos de corte. La explicación de por qué las principales ciudades están ubicadas en zonas de alto riesgo sísmico, volcánico o de inundaciones o deslizamientos, está paradójicamente más ligada a fortaleza económica o potencial productivo de las zonas, que ha una vulnerabilidad del mismo tipo. Tal es el caso de la ciudad de Arequipa, cuya posición geográfica favorece el desarrollo industrial y el intercambio comercial entre ciudades de la Sierra (que a pesar de su abrupta topografía tienen suelos fértiles e irrigados), y ciudades de la costa como Mollendo y Matarani de gran importancia por su calidad de puerto.

Frente a inundaciones y deslizamientos, la vulnerabilidad física se expresa también en la localización de asentamientos humanos en zonas expuestas. Pero quienes deciden levantar sus casas en terrenos urbanos inundables o en terrenos deleznable y empinados, generalmente no lo hacen por amor al río o al paisaje, sino por que carecen de opciones, por que su capacidad adquisitiva está por debajo del precio de terrenos seguros y estables, y llegan allí por medio de "invasiones", promovidas muchas veces en época de elecciones por traficantes de votos. Hay casos de zonas rurales inundables, como por ejemplo en el valle de Majes, que tienen sus raíces en el potencial económico de dichos terrenos, de los cuales derivan su sustento los agricultores.

3) La Vulnerabilidad Económica:

Los sectores económicamente más deprimidos de la humanidad, son por esa misma razón, los más vulnerables frente a los riesgos naturales, como lo demuestran Wijkman y Timberlake (1985). Es decir, que en los países con mayor ingreso per cápita, el número de víctimas que dejan los desastres es mucho menor que en los países con un bajo ingreso por

habitante. Lo mismo puede afirmarse frente al ingreso por sectores socio-económicos al interior de los países. En las últimas décadas el número de desastres ha aumentado considerablemente en el mundo y, consecuentemente, el número de víctimas humanas producto de los mismos. No cabe duda de que las fuerzas naturales desempeñan un papel importante en la iniciación de multitud de desastres, pero ya no deben seguir considerándose como causa principal de los mismos. Las causas fundamentales que dominan los procesos de desastre en el mundo en desarrollo son tres, al parecer:

- La vulnerabilidad humana, resultante de la pobreza y la desigualdad.
- La degradación ambiental resultante del abuso de las tierras.
- El rápido crecimiento demográfico, especialmente en países pobres.

A nivel local e individual, la vulnerabilidad económica se expresa en desempleo, insuficiencia de ingresos, inestabilidad laboral, dificultad o imposibilidad total de acceso a los servicios formales de educación, de recreación y de salud, "boleteo de conciencias", o sea la necesidad de vender el alma a cambio de un salario o de un auxilio, inexistencia de control local sobre los medios de producción, etc. A nivel del país, la vulnerabilidad económica se expresa en una excesiva dependencia de nuestra economía de factores externos prácticamente incontrolables por nosotros, como son los precios de compra de las materias primas, y los precios de venta de combustibles, insumos y productos manufacturados, las restricciones al comercio internacional de nuestros productos, y las imposiciones político-monetarias por parte de organismos internacionales como el FMI, o el Banco Mundial, que garantizan más el cumplimiento de la deuda externa que el verdadero desarrollo y la autonomía del país.

En la medida en que sin desconocer la necesaria interrelación entre mercados internacionales, las comunidades puedan avanzar hacia la satisfacción autónoma de sus necesidades básicas, en esa medida dependerán cada vez menos de factores externos por fuera de su propio control.

Las consecuencias de las sequías que periódicamente afectan a la zona del Altiplano, y en general en la Sierra, son un ejemplo claro de desastre producido principalmente (aunque no únicamente) por vulnerabilidad económica y tecnológica, pues a la ausencia prolongada de lluvias, se une el hecho de que la única fuente de ingreso, de las comunidades afectadas es el monocultivo de productos y su tecnología no ha hecho posible almacenar el agua o los productos agrícolas. Por eso, al perderse las cosechas por carencia de agua, automáticamente se configura el desastre. Entonces está claro, que la forma de mitigar esa vulnerabilidad es mediante el desarrollo de actividades productivas paralelas que garanticen a la comunidad mayores ingresos en épocas normales, e ingresos alternativos en época de sequía.

4) La Vulnerabilidad Social:

La vulnerabilidad social se refiere al nivel de cohesión interna que posee una comunidad. Una sociedad es vulnerable en la medida en que las relaciones que vinculan a sus miembros entre sí y con el conjunto social, no pasen de ser meras relaciones de vecindad física. En la medida en que no existan sentimientos compartidos de pertenencia y de propósito, y en la medida en que falten formas de organización civil que recojan esos sentimientos y los traduzcan en acciones concretas existirá también un mayor o menor grado de vulnerabilidad en esa sociedad. "El nivel de traumatismo social resultante de un desastre es inversamente proporcional al nivel de organización existente en la comunidad afectada. Las sociedades que poseen una trama compleja de organizaciones sociales, pueden absorber mucho más fácilmente las consecuencias de un desastre y reaccionar con más rapidez que las que no las tienen. En muchas comunidades pobres, la red de organizaciones sociales en el interior por lo general es mínima, por lo que presentan una gran dificultad de reponerse al impacto. El fortalecimiento de la estructura social de la comunidad constituye una importante medida de mitigación."

Salud preventiva - vulnerabilidad Social:

Uno de los factores que más influyen en la magnitud del traumatismo producido por un desastre, es la situación de salud existente en la comunidad antes de la ocurrencia del mismo. Por regla general, los desastres no llevan implícita la aparición de nuevas enfermedades, ni producen tantas epidemias como comunmente se piensa. Lo que sí ocurre, es que se agudizan y se hacen más visibles los problemas que padece la comunidad en condiciones

"normales". En consecuencia, mientras mas sólidos sean los programas de salud preventiva (programas Regulares de vacunación y control de epidemias, saneamiento ambiental, suministro de agua corriente, programas de nutrición infantil, etc.) existentes en una comunidad antes de la ocurrencia de un desastre, menos graves serán los traumatismos que, a ese nivel, surjan como consecuencia del mismo. Una forma ideal de mitigación de la vulnerabilidad social a nivel de la salud básica, no debe depender solamente de la acción profesional/institucional, sino que debe buscar que cada vez la comunidad misma adquiera mayor autonomía en el manejo de los programas de salud preventiva y mejoramiento ambiental. Lo mismo puede decirse de la infraestructura física, técnica y humana- de servicios básicos (agua, alcantarillado, electrificación, vías, transportes) existente en la zona antes del desastre pues mientras más sólida y estructurada sea, menor será su vulnerabilidad y, en consecuencia menor el daño recibido, y mayor su capacidad de recuperación.

5) La Vulnerabilidad Política:

Intimamente ligada a la anterior, la vulnerabilidad política constituye el valor recíproco del **nivel de autonomía** que posee una comunidad para la toma de las decisiones que la afectan. Es decir que, mientras mayor sea esa autonomía, menor será la vulnerabilidad política de la comunidad. En un país en donde la solución a la mayoría de los problemas locales todavía sigue dependiendo del nivel central, la vulnerabilidad política posee dos caras: la incapacidad de una comunidad para volverse problema, o sea, para que los problemas que la afectan trasciendan los linderos locales y se conviertan en situaciones que exijan la atención de los niveles decisorios. La segunda, la incapacidad de esa misma comunidad para formular por sí misma la solución al problema planteado, lo cual incluye el conocimiento y la aplicación de los recursos locales existentes para implementar dicha solución, limitando la solicitud de ayuda externa a los recursos estrictamente faltantes. La proliferación de paros cívicos responde al afán de las comunidades de convertirse en problema para el resto del país, y así presionar para una solución. Desafortunadamente el paso siguiente, cual es el reconocimiento de las potencialidades locales para la solución de los problemas, está lejos de darse. Los "pliegos de peticiones", expresión última de los paros cívicos, constituyen todavía "cartas al Niño Dios" en la mayoría de los cuales está ausente una determinación de prioridades, un inventario de los posibles aportes locales y una formulación de mecanismos que permitan fortalecer la autonomía local para la solución de futuros problemas. En las solicitudes que presentan los pobladores de las comunidades por ejemplo, priman las peticiones de obras físicas sobre las solicitudes de financiación de proyectos productivos que, en el mediano plazo, harían a las comunidades menos dependientes.

6) La Vulnerabilidad Técnica:

La ausencia de diseños y estructuras sismo-resistentes en zonas propensas a terremotos, es una forma de vulnerabilidad física ligada a la técnica y a la económica. Pero una vez demostrado que existen fórmulas que permiten obtener una vivienda sismo-resistente casi por el mismo precio que se paga por una edificación sin esas características, el problema se reduce al dominio de las técnicas constructivas que, con materiales tradicionales como el bloque o el ladrillo, o con sistemas como la "Quincha" o el Bahareque colombiano, permitan edificar una vivienda que les garantice la debida seguridad a sus ocupantes en caso de terremoto. Debe aclararse que no existen tales construcciones totalmente "antisísmicas, en el sentido de que siempre habrá un terremoto de unas características y de una magnitud tales, que podrá destruir cualquier edificación, por bien construida que ésta esté. A lo máximo que se puede aspirar es, entonces, a ampliar el rango de "tolerancia" dentro del cual una estructura es capaz de absorber la energía liberada por un movimiento sísmico, evitando así que éste se convierta en desastre. Y a que, superado ese rango por la magnitud del temblor, la edificación destruida les dé a sus ocupantes tiempo suficiente para salir a cielo abierto antes de desplomarse encima.

En los desastres por sequía encontramos otro ejemplo de vulnerabilidad técnica, pues muchas veces, a pesar de la ausencia prolongada de lluvias, existen en la zona fuentes alternativas de agua: quebradas o ríos cercanos, aguas subterráneas, etc. Lo que falta es la tecnología necesaria para captarla, transportarla y utilizarla con máxima eficiencia en el lugar en donde se requiere.

7) La Vulnerabilidad Ideológica:

La respuesta que logre desplegar una comunidad ante una amenaza de desastre "natural", o ante el desastre mismo, depende en gran medida de la **Concepción del mundo** -y de la concepción sobre el papel de los seres humanos en el mundo- que posean sus miembros. Si en la ideología predominante se imponen concepciones fatalistas, según las cuales los desastres "naturales" corresponden a manifestaciones de la voluntad de Dios, contra las cuales nada podemos hacer los seres humanos, o si se piensa que "está escrito" que deben suceder las únicas respuestas posibles serán el dolor, la espera pasiva y la resignación. Si, por el contrario, la voluntad humana encuentra cabida en las concepciones existentes, si se reconoce la capacidad de transformación del mundo que, a veces para bien, a veces para mal, ha desplegado la humanidad a través de su existencia, y si se identifican las causas naturales y sociales que conducen al desastre, la reacción de la comunidad podrá ser más activa, más constructiva, más de "rebelión" contra lo que parece inevitable.

Pero aún así existe una fuente de vulnerabilidad ideológica latente en la creciente separación que sentimos del mundo natural, en la ausencia de una concepción integral que nos permita rehacer nuestros lazos de pertenencia al planeta que nos dio y que sostiene la Vida. De una concepción que, más allá de las formalidades externas, del dogma absoluto e indiscutible, del "misterio" arcano para el común de los mortales, y del compromiso jerárquico institucional, nos permita hallar las explicaciones que con tanto afán busca el ser humano en las postrimerías del siglo y del milenio. De un mito que, individual y colectivamente, nos permita integrar el conocimiento científico contemporáneo, con el sentido religioso de la existencia y con nuestra propias vivencias y experiencias cotidianas.

8) La Vulnerabilidad Cultural:

Si bien es cierto que "cultura" es todo cuanto la humanidad aporta -y ha aportado- a la configuración del mundo, arbitrariamente vamos a utilizar de manera limitada este concepto para referirnos únicamente a dos aspectos concretos el primero, a las características particulares de la "personalidad" del peruano, a partir de las cuales se ha edificado el modelo de la sociedad en que vivimos, el cual a su vez, contribuye a alimentar y fortalecer esa "personalidad". El segundo, a la influencia de los medios masivos de comunicación en la manera como los peruanos nos relacionamos entre nosotros y con el medio natural y social en que nos hallamos inmersos, y el papel de los mismos en la configuración de nuestra identidad cultural tal y como es.

Nuestra cultura se ha nutrido permanentemente de relaciones violentas de dominación, de competencia aniquiladora, de negación del derecho a la diversidad, de imposición por la fuerza de la ley del más fuerte (y valga la redundancia). La violencia que hoy sufre el país no ha surgido espontáneamente de la nada: es, en sus raíces, la "natural" consecuencia histórica de un conflicto, aún sin resolver totalmente, entre las tres culturas que convergieron hace quinientos años en lo que hoy es América: la cultura, o mejor, las culturas indígenas, que vieron súbita y sangrientamente interrumpidos sus procesos de desarrollo social, religioso, político, económico y ecológico. La cultura africana, desarraigada por la fuerza de su entorno original violada, violentada como requisito, efecto y definición de la esclavitud. Y la cultura europea, protagonista activa del proceso de conquista, con todo lo que el término implica; Toda esa carga de "adrenalina histórica" ha servido de caldo de cultivo para posteriores violaciones, para posteriores dominaciones, para posteriores conflictos. Nuestra historia ha sido la historia de la crisis perpetua. Y seguirá siéndolo hasta cuando los peruanos de hoy, que no somos, sin excepción alguna, ni indígenas, ni africanos, ni europeos, logremos construir, a partir de esa crisis, nuestra verdadera identidad.

De la lucha por la supervivencia en medio de la crisis, han ido surgiendo los valores que parecerían marcar la pauta de las relaciones entre los colombianos: el machismo, el autoritarismo, el maniqueísmo, el leguleyismo, el culto a las formalidades externas" la oposición al cambio, el temor reverencial, la devoción por las jerarquías, el egoísmo, el fatalismo, la impotencia ante lo inevitable", el culto a lo foráneo y la imitación de lo extranjero, etc.

No olvidemos, tampoco, que en muchas de nuestras subculturas, tienen todavía hoy plena vigencia instituciones como al Ayni, la Mita y otras tantas, que demuestran la existencia real de un sustrato básico de solidaridad en nuestras comunidades, condición que vemos aflorar sin demora en situaciones de desastre, cuando los grupos humanos afectados se juegan a fondo todos sus mecanismos de superación.

Por ahora, limitémonos a anotar que la forma de reaccionar de una comunidad ante a un desastre, será distinta en un grupo humano regido por patrones machistas y verticales de poder, que en un grupo en el que predominen los valores de cooperación y solidaridad sobre las pautas de dominación. Será distinta en las comunidades que practican~ como parte de su patrimonio cultural, formas de solidaridad como las mencionadas. que en las sociedades donde predominan el egoísmo y el individualismo, o la caridad, entendida como forma de lavar de culpas la conciencia. Y será distinta, como lo anotábamos al hablar de la vulnerabilidad social, en comunidades cohesionadas internamente por sentimientos de pertenencia y de propósito compartido, que en comunidades ligadas únicamente por el endeble vínculo de la vecindad física. Como distintos serán los efectos de una intervención por agentes externos a la comunidad en una situación de crisis, si ésta se realiza con criterios paternalistas de caridad benevolente, que si se lleva a cabo con el claro objetivo de fortalecer los mecanismos internos de superación y las posibilidades locales, y de alcanzar lo más pronto posible una situación de autonomía en la cual sobren los agentes externos.

9) La Vulnerabilidad Educativa:

En muchos de sus contenidos, nuestra educación lejos de contribuir a que el niño reconozca la validez de sus experiencias cotidianas como fuentes de conocimiento y como herramientas válidas para enfrentar el reto del mundo, se empeña en suplantarlas por "verdades" que no corresponden a nuestra realidad concreta y tangible y que, por el contrario, fortalecen el sentimiento de que la nuestra "la viviente, la popular, la de uso" es una realidad marginal, de segunda categoría, válida únicamente en la medida en que logre imitar esas "verdades" académicas.

En los textos en que estudiaban geografía los niños de la población de Armero, figuraban como ejemplos de ríos que nacen en glaciares, el Misisipí, en los Estados Unidos y el Po, en Italia. No se mencionaba para nada el río Lagunilla que, por súbita descongelación del glaciar en donde nace, arrasó con la ciudad de Armero, construida en sus orillas. Esto mismo se puede decir de los textos en que estudiaban los niños en Ranrairca (Huaraz) sepultados por el aluvión.

10) Vulnerabilidad Ecológica:

Nuestro modelo de desarrollo, no basado en la convivencia sino en la dominación por destrucción de los recursos ambientales tenía necesariamente que conducir a unos ecosistemas por una parte **altamente vulnerables**, incapaces de auto-ajustarse internamente para compensar los efectos directos o indirectos acción humana, y por otra, **altamente riesgosos** para comunidades que los explotan o habitan. (Desde un punto de vista más global, sería igualmente válido afirmar que los altos riesgos surgen de la tentativa de auto-ajuste, por encima de sus límites normales, de los ecosistemas alterados).

Las nefastas consecuencias de los últimos años: sequías en el Altiplano, inundaciones en el Norte, oleadas de frío que ha causado enfermedades bronquiales en la sierra, los continuos Huaycos y Avenidas, están íntimamente vinculadas a la tala de bosques en todo el territorio nacional, a la erosión de los suelos y a la consecuente sedimentación de los cauces de los ríos, a la desecación de ciénagas para convertirlas en tierras explotables y a la alteración arbitraria de los cursos de ríos y quebradas. Inundaciones, deslizamientos y sequías son riesgos típicos surgidos de la vulnerabilidad de los ecosistemas.

La naturaleza es un sistema vivo, dinámico, que procesa materia e información, e intercambia y transforma energía. Todo cuanto "entra" a los ciclos ecológicos, genera respuestas en los ecosistemas. La idea de que podemos continuar sin consecuencias, escondiendo la basura debajo de la alfombra, ha quedado completamente derogada por la experiencia ecológica de las últimas décadas:

La humanidad deberá afrontar todavía muchos riesgos (convertibles en desastres) de origen supuestamente ecológico, en los años venideros: El incremento de las radiaciones solares nocivas que alcanzan la superficie de la Tierra, como consecuencia de la destrucción de la capa de ozono (la regresión de una de las principales conquistas de la Vida en el planeta). La alteración global del comportamiento de la biosfera, debida a la creciente destrucción de las

selvas tropicales. El incremento de la vulnerabilidad de los ecosistemas por pérdida de la diversidad genética. La alteración de la temperatura de la superficie terrestre por el "efecto invernadero". Las alteraciones climáticas, ecológicas y sociales producidas por la construcción de grandes presas. El aumento de enfermedades degenerativas desencadenadas por "agentes ambientales, el producto real de la *desnaturalización* de los procesos que sostienen la Vida. Y muchos más que sería imposible enumerar.

11) La Vulnerabilidad Institucional:

Nuestro país está idealmente regido por unas instituciones diseñadas para una realidad que no se compadece con los hechos, ante lo cual pretendemos conservar intactas las instituciones y negar la realidad. La acción del Estado permanece casi completamente maniatada por la tramitomanía burocrática. Los mecanismos de contratación, el manejo del presupuesto, la administración de los funcionarios públicos y, en general, todos sus procedimientos, parecen encaminados a impedir la respuesta estatal ágil y oportuna ante los cambios acelerados del entorno económico, político y social. Y del entorno ecológico.

CONCLUSION

Se debe adquirir conciencia de que la mitigación de la vulnerabilidad global no puede ser solamente responsabilidad de una oficina, ni siquiera del conjunto del Estado, el problema de nuestra debilidad ante el desarrollo de la naturaleza y de la historia, tiene sus raíces en nuestras estructuras materiales y mentales; que es por igual una vulnerabilidad física, económica, política, social, técnica, ideológica, cultural, educativa, ecológica e institucional; que no podemos "cortar" linealmente la realidad para explicar y enfrentar fragmentariamente los fenómenos que la agobian, sino que debemos aproximarnos a ella -y a nosotros mismos dentro de ella- con una visión global y coherente de allí que se proponga la **visión de sistemas** como método y filosofía de diagnóstico y resolución de problemas.

Cap. 3

Características Sísmicas

3.1. SISMOTECTÓNICA

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

Los principales rasgos tectónicos de la región occidental de Sudamérica, como son la Cordillera de los Andes y la fosa oceánica Perú-Chile, están relacionados con la alta actividad sísmica y otros fenómenos telúricos de la región, como una consecuencia de la interacción de dos placas convergentes cuya resultante más saltante precisamente es el proceso orogénico contemporáneo constituido por los Andes. La teoría que postula esta relación es la Tectónica de Placas o Tectónica Global¹. La idea básica de la Teoría de la Tectónica de Placas es que la envoltura más superficial de la tierra sólida, llamada Litósfera (100 Kms), 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.

¹Isacks B., Oliver J. y Sykes L.R. (1968), "Seismology and Global Tectonics", Journal of Geophysical Research, Vol 73. Nº 18

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 mismo manto plástico y caliente de la tierra y también a los efectos gravitacionales y de rotación de la tierra. Los límites o bordes de las placas raramente coinciden con los márgenes continentales, pudiendo ser de tres tipos:

- 1) Según cordilleras axiales, donde las placas divergen una de otra y en donde se genera un nuevo suelo oceánico.
- 2) Según las fallas de transformación a lo largo de las cuales las placas se deslizan una respecto a la otra.
- 3) Según zonas de subducción, en donde las placas convergen y una de ellas se sumerge bajo el borde delantero de la suprayacente.

Se ha observado que la mayor parte de la actividad tectónica en el mundo se concentra a lo largo de los bordes de estas placas. El frotamiento mutuo de estas placas es lo que produce los terremotos, por lo que la localización de éstos delimitará los bordes de las mismas. La margen continental occidental de Sudamérica, donde la Placa Oceánica de Nazca está siendo subducida por debajo de la Placa Continental Sudamericana, es uno de los bordes de placa mayores en la tierra. La Placa Sudamericana crece de la cadena meso-oceánica del Atlántico, avanzando hacia el noroeste con una velocidad de 2 a 3 cms por año y se encuentra con la Placa de Nazca en su extremo occidental, constituido por la costa Sudamericana del Pacífico. Por otro lado, la Placa de Nazca crece de la cadena meso-oceánica del Pacífico Oriental y avanza hacia el este con una velocidad de aproximadamente 5 a 10 cms por año, subyaciendo debajo de la Placa Sudamericana con una velocidad de convergencia de 7 a 12 cms por año.

Como resultado del encuentro de la Placa Sudamericana y la Placa de Nazca y la subducción de esta última, han sido formadas la Cadena Andina y la fosa Perú-Chile en diferentes etapas evolutivas. El continuo interaccionar de estas dos placas da origen a la mayor proporción de actividad sísmica de la región occidental de nuestro continente. La Placa Nazca se sumerge por debajo de la frontera Perú-Brazil y noroeste de Argentina. La distribución espacial_ de los hipocentros confirma la subducción de la Placa Nazca, aún cuando existe controversia debido a la ausencia sísmica entre los 300 y 500 Kms. de profundidad (Berrocal et al 1975).

Algunos trabajos de sismotectónica en Sudamérica han señalado ciertas discontinuidades de carácter regional, que dividen el panorama tectónico de esta región en

varias provincias tectónicas. Dichas provincias están separadas por discontinuidades laterales o por "zonas de transición sismotectónicas" (Deza y Carbonell, 1978), todas ellas normales a la zona de subducción o formando un ángulo grande con ésta. Estas provincias tectónicas tienen características específicas que influyen en la actividad sísmica que ocurre en cada una de ellas.

Los rasgos tectónicos superficiales más importantes en el área de estudio son:

La fosa Oceánica Perú-Chile. - La dorsal de Nazca.

La porción hundida de la costa al norte de la Península de Paracas, asociada con un zócalo continental más ancho.

La cadena de los Andes.

Las unidades de deformación y sus intrusiones magmáticas asociadas.

Sistemas regionales de fallas normales e inversas y de sobreescurrecimientos.

La dorsal de Nazca tiene una influencia decisiva en la constitución tectónica de la parte occidental, donde se nota un marcado cambio en la continuidad de los otros rasgos tectónicos. En la parte oceánica, la dorsal de Nazca divide la fosa Oceánica en la fosa de Lima y la fosa de Arica. La Cadena Andina es el rasgo tectónico más evidente. Su orogénesis es un producto de la interacción de las placas litosféricas, cuyo desarrollo está todavía vigente. La convergencia de la Placa de Nazca y la Sudamericana da como resultado una deformación dentro de la Litósfera continental. El régimen de esfuerzo regional tectónico parece ser predominantemente compresional, normal a las líneas de la Costa y a la dirección de las Cordilleras. La parte occidental del área de estudio está constituida por varias unidades tectónicas de diferentes grados de deformabilidad, debido a su diferente litología y época de deformación. La unidad de deformación Precambriana no presenta actividad sísmica, mientras que la unidad de deformación Paleozoica presenta actividad sísmica de profundidad superficial a intermedia, tal como en la zona de Huaytapallana cerca a Huancayo, en Cusco y en Abancay.

La deformación en la corteza se caracteriza por fallas inversas, de rumbo predominantemente Norte a Nor-Noroeste en los Andes, que buzcan con bajo ángulo sea al Sur-Oeste o al Nor-Este. El sistema de fallas subandino, localizado a lo largo del flanco Oriental de los Andes, representa la parte más oriental de esta deformación de la corteza. El contacto de la unidad de deformación SupraTerciaria con las unidades más antiguas está asociado con este sistema de fallas normales e inversas. Otro rasgo importante en la unidad Andina lo constituye las deposiciones volcánicas que son antiguas hacia el norte de la zona de transición; y modernas y antiguas hacia el Sur (Deza y Carbonell, 1978).

3.2. ESTIMACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO

El peligro sísmico se define por la probabilidad que en un lugar determinado ocurra un movimiento sísmico de una intensidad igual o mayor que un cierto valor fijado. En ciertas ocasiones, se hace extensivo el término intensidad a cualquier otra característica de un sismo, tal como su magnitud, la aceleración máxima, el valor espectral de la velocidad, el valor espectral del desplazamiento del suelo, el valor medio de la intensidad Mercalli Modificada u otro parámetro.

El peligro sísmico puede evaluarse probabilísticamente con el método desarrollado por **Cornell (1968)**. El método consiste en una revisión de la actividad sísmica del pasado para determinar las fuentes sismogénicas considerando las características tectónicas de la región, para luego determinar la recurrencia de las zonas sismogénicas y con la atenuación sísmica determinar los valores probables de intensidades sísmicas. La ocurrencia de un evento sísmico es de carácter aleatorio y la Teoría de las Probabilidades es aplicable en el análisis del riesgo de su ocurrencia. Aplicando esta teoría se puede demostrar que si la ocurrencia de un evento A depende de la ocurrencia de otros eventos : E_1, E_2, \dots, E_n , mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos, entonces, de acuerdo al teorema de la "probabilidad total" se tiene para la probabilidad de ocurrencia de A:

$$P(A) = \sum P(A/E_i) \cdot P(E_i)$$

donde $P(A/E_i)$ es la probabilidad condicional que A ocurra, dado que E_i ocurra.

La intensidad generalizada (I) de un sismo en el lugar fijado puede considerarse dependiente del tamaño del sismo (la magnitud o intensidad epicentral) y de la distancia al lugar de interés. Si el tamaño del sismo (S) y su localización (R) son considerados como variables aleatorias continuas y definidas por sus funciones de densidad de probabilidad, $f_S(s)$ y $f_R(r)$ respectivamente; entonces el peligro sísmico definido por la probabilidad que la intensidad I sea igual o mayor que una intensidad dada, será: $P(I > i)$ y está dada por:

$$P(I > i) = \iint P[I(s,r)] f_S(s) f_R(r) ds dr$$

Esta es la expresión que resume la teoría desarrollada por Cornell en 1968, para analizar el peligro sísmico. La evaluación de esta integral es efectuada por el programa de cómputo RISK desarrollado por R. McGuire (1976) en el cálculo del peligro sísmico a nivel de roca base. Sin embargo en la superficie la sismoaceleración se amplifica o amortigua de acuerdo a las

características del suelo, el nivel freático, estratificación superficial etc. Esta amplificación corresponde a un fenómeno mucho más complejo que requiere de datos precisos de configuración del subsuelo, que en muchos casos es difícil y costoso de obtener y una teoría que aún tiene varias preguntas sin responder. En Nuestro país aún no estamos en posibilidad de determinar la amplificación dinámica especialmente en suelos en los que la roca basal se encuentre a cierta profundidad. Sin embargo en nuestro estudio necesitamos determinar la intensidad sísmica en la superficie para relacionarla con la resistencia sísmica de las edificaciones y estimar la magnitud del daño que puede producirse.

Otra forma de determinar la Intensidad Sísmica, menos matemática, pero más práctica es la de utilizar la experiencia, la historia sísmica de la región y en base a esta pronosticar un rango de intensidades máximas a producirse y distribuir localmente estas intensidades en la zona de acuerdo a sus condiciones locales de suelo, pendiente, nivel freático, peligro de licuación de arenas, etc. Tenemos datos recogidos por historiadores y estudiosos que han sido compilados por Enrique Silgado, un catálogo de intensidades sísmicas desarrollado por un grupo de investigadores, Curvas Isosistas que en muchos casos resumen esta información y por último un mapa de máximas intensidades sísmicas, en base a las cuales se puede llegar a una conclusión.

3.3. DATOS HISTÓRICOS

3.3.1. CRONOLOGÍA DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA

Los terremotos ocurridos en nuestro país tienen sus primeras y escasas referencias esparcidas en las crónicas de los religiosos, narraciones de ilustres viajeros, o en diversas obras inéditas o poco conocidas. Los datos que se disponen son incompletos y se refieren principalmente a los efectos causados por los sismos, a las pérdidas de vidas, junto con otras observaciones. Lo dilatado y agreste del territorio, la escasa densidad poblacional, la falta de medios de comunicación, las preocupaciones de los conquistadores por su afianzamiento en estas nuevas tierras, sus luchas civiles, todo ello acompañado a lo rudimentario de los conocimientos científicos de la época, no permitieron llegar mayor información, y menos confeccionar lo que hoy podríamos llamar un Catálogo Sísmico - Geográfico. El historiador José Toribio Polo (1904), analizando todas esas fuentes y otras, estimó que se habían producido más de 2,500 temblores en el territorio peruano, desde la conquista hasta fines del siglo XIX, y observó que por varias causas no se anotaron muchos sismos en el periodo de 1600 á 1700.

Los efectos destructores se pudieron observar en ciudades importantes: Lima fue destruida por el terremoto de 1687 y por el gran sismo de 1746. Arequipa fue sucesivamente destruida por formidables movimientos sísmicos en 1582, 1600 y 1784, y en 1868

conjuntamente con Tacna y Arica; la ciudad imperial del Qosco en 1650; Trujillo en 1619 y 1725. En el presente siglo, los terremotos notables por su intensidad y estragos que causaron, afectaron a Piura y Huancabamba (1912), Caravelí (1913), Chachapoyas y Moyobamba (1928), Lima (1940), Nazca (1942), Quiches (Ancash 1946), Satipo (1947), Qosco (1950), Tumbes (1953), Arequipa (1958, 1960), Lima (1966), Chimbote y Callejón de Huaylas (1970), Lima (1974).

La historia sísmica del país muestra el alto riesgo a que se encuentran sometidas muchas ciudades y las miles de vidas humanas e ingentes daños materiales perdidos en los últimos siglos. La cronología de sismos (Silgado et al) a continuación, muestra los más importantes ocurridos en el Departamento de Arequipa:

Siglo XV

Incanato

El padre Murua recogió la tradición de que antes de la dinastía del Inca Sinchi Roca, habían ocurrido fuertes temblores en el Qosco y en la época del Inca Tupac Yupanqui (1471-1493), un gran terremoto destruyó el primitivo asiento de la ciudad de Arequipa, en el que perecieron todos sus habitantes y hubo erupción del volcán Misti.

1513 - 1515

Costa

Ocurrieron grandes sismos acompañados de formidables deslizamientos de tierras. Por los habitantes indígenas de la costa se supo que, en esa misma época, el mar con sus crecientes y menguantes sobrepasó muchas veces la habitual línea de playa (posibles Tsunamis).

1555

Arequipa

Parece que por este año o en los anteriores habían ocurrido varios temblores que cuasaron víctimas y daños en las viviendas de los españoles de Arequipa fundada en 1540. Debido a la frecuencia de daños y muertes a causa de terremotos y como medida de protección el Cabildo del 10 de Agosto de 1555, se acordó nombrar a Santa Marta patrona de la ciudad.

1582, Enero 22; 11:30

Arequipa

Terremoto que dejó en ruinas la ciudad; cayeron alrededor de 300 casas y perecieron más de 35 personas. Los templos de San Francisco y La merced aunque no fueron derribados quedaron seriamente maltratados. En el valle de Vitor y en toda la comarca hubo otros destrozos. Muchos años después en el pueblo viejo de Socabaya se podían ver los cimientos de una iglesia que fabricaron los primeros españoles y que habiendo sido derribado por ese terremoto no se volvió a reedificar. Después del sismo la ciudad quedó toda anegada por la mucha agua que rodó por sus calles. En la costa se sumergió un arroyo de agua que entraba al puerto de Islay.

1600, Febrero 19 /05:00

Arequipa

Fortísimo temblor en Arequipa, causado por la explosión del cráter del volcán Huaynaputina (Omate), siguió una lluvia de cenizas que cubrió el cielo de esa ciudad y el de las comarcas vecinas, lo cual duró algún tiempo.

Se refiere que la explosión fue precedida y seguida por una serie de temblores. El Padre Descourt decía: "que las réplicas se hicieron sentir con tal continuidad que en las dos últimas horas se notaron más de 200 temblores tan fuertes que todos los edificios se desplomaron, con excepción de los más pequeños. El 28 de febrero ocurrió uno de los más intensos temblores de esa serie que derribó las casas que habían quedado en pie. En Omate e inmediaciones quedaron sepultados seis o siete pueblos, pereciendo todos sus habitantes. El río Tambo quedó represado por los torrentes de escombros y lavas; la rotura posterior de ese dique terminó por asolar ese valle.

1604 Noviembre 24 /13:30

Costa Sur (Ica, Arequipa, Moquegua, Tacna, Arica)

Gran terremoto y Tsunami en la costa sur. La conmoción sísmica arruinó las ciudades de Arequipa, Moquegua, Tacna y Arica, extendiéndose los daños hasta Ica. El movimiento se sintió en más de 1650 Km. de norte a sur y en mas o menos 130 Km. de la costa al interior. El mar saliéndose destruyó el Puerto de Arica donde murieron 23 personas y el Puerto de Pisco. Se estimaron los daños en más de un millón de pesos.

El padre Bernabé Cobo relata: Gran terremoto y tsunami en la costa sur. El movimiento se sintió en más de 1650 km de norte a sur y en 130 km. de la costa al interior; se sintió con fuerza en Qosco y en Lima. Destruyó muchos pueblos en Arequipa. El mar saliéndose destruyó el puerto de Arica, donde murieron 23 personas, y el puerto de

Pisco; en el puerto del Callao el mar no salió con tanta furia, pero La Punta se quedó como una isla, de manera que por algunos días no se podía pasar de Lima al Callao sin atravesar un gran charco.

En el valle y Puerto de Ilo salió el mar casi media legua valle arriba arrancando muchas higueras antiguas ahogándose 11 indios e hizo pedazos una fragata de más de dos mil arrobas de porte que estaba en el astillero casi acabado. En Arica hubo fuerte movimiento, el mar anegó toda la villa, derribó casas, las dejó arrasadas de arena. La gente se salvó en un monte (El Morro) que está junto a la Villa. Hizo muchos daños por toda la costa.

1687, Octubre 21 / entre las 6 y 7 horas

Arequipa

Un fuerte sismo ocurrió en Arequipa que causó serios daños en sus templos y viviendas. Otros estragos ocasionó en los valles de Sihuas y Majes. Sismo llamado de Santa Ursula por celebrarse el día de su festividad.

1715, Agosto 22 /19:00

Costa Sur

Sismo destructor; en Arequipa averió casas, quedando muchas inhabitables. se sintió en Moquegua, Tacna Arica y otros pueblos.

1725, Enero 6 /23:25

Huaraz, Trujillo

Notable movimiento sísmico que en Trujillo ocasionó diversos daños. En los nevados de la Cordillera Blanca originó la rotura de una laguna glaciaria, la cual desbordándose arrasó un pueblo cercano a Yungay, muriendo 1500 personas.

1725, Enero 08/08:00

Arequipa

Un fuerte temblor sacudió la ciudad de Arequipa, destruyendo la mayor parte de las casas. Siguió una gran polvareda que cubrió la ciudad. Este sismo tuvo una intensidad de VII MM en Arequipa.

1725, Marzo 27

Costa Sur

Sismo que se sintió en toda la costa Sur hasta el Callao. El pueblo de Camaná sufrió grandes daños y el mar inundó ampliamente la costa.

1784, Mayo 13 /07:36

Arequipa

Terremoto donde perecieron 54 personas; se deterioraron edificios y viviendas, cayó el arco del puente y se deterioró el empedrado de sus calles; igualmente quedaron arruinadas las poblaciones situadas en un radio de 100 km.

1821, Julio 10 /08:00

Costa Sur

Movimiento de tierra que causó daños en los pueblos de Camaná, Ocoña, Caravelí, Chuquibamba y valle de Majes; allí murieron 162 personas. El movimiento principal se sintió en Lima

1831, Octubre 8 /21:15

Sur del país

Temblor muy fuerte en Tacna, Arequipa y Moquegua y en el interior del departamento de Arequipa. En Arica resultaron varios muertos y heridos a consecuencia del desplome de varias casas. Se sintió en Sucre, Oruro y en otros lugares de Bolivia.

1833, Setiembre 18 /05:45

Sur del país

Movimiento que redujo a escombros parte de la ciudad de Tacna y causó daños en Moquegua, Arequipa, Sama, Arica, Torata, Locumba e Ilabaya; con saldo trágico de 18 muertos y 25 heridos; sentido en La Paz y Cochabamba en Bolivia.

1868, Agosto 13 /16:45

Arica y el Sur del país

Terremoto de grado XI, acompañado de tsunami; uno de los mayores ocurridos.

El movimiento se sintió hasta unos 1400 km. al NW (Samanco, Perú), a una distancia igual al sur (Valdivia, Chile), y hasta unos 224 km. al este en dirección a Cochabamba, Bolivia. El radio del área más conmovida abarcó unos 700 km². En arequipa cayeron la mayor parte de los templos, el local del cabildo y muchos establecimientos públicos y privados. Sufrieron otras graves ruinas las ciudades de Moquegua, Torata, Tacna y Arica. Murieron como 180 personas en todo el sur. En Lima se sintió fuerte. En Arica, al

terremoto siguió un gran tsunami; serían como las 17:37 cuando la primera ola de 12 m. de altura arrasó completamente el puerto; a las 18:50 el mar irrumpió nuevamente con olas de 16 m. de altura; a las 19:00 invadió la tercera y más violenta ola, que varó una corbeta de 1560 tn.; después de las 19 horas se creyó percibir tres oleajes más de intensidad decreciente. Las salidas del mar arrasaron gran parte del litoral peruano, desde Pisco hasta Iquique, muriendo en Chala unas 30 personas, en Arica unas 100 y en Iquique 200. La agitación del Océano llegó hasta California, Hawai, Yokohama, Filipinas, Sidney y Nueva Zelandia.

1869, Noviembre 03 /19:30

Arequipa

Se produjo un fuerte terremoto en Arequipa, causando deterioro a sus edificios. En esta ciudad alcanzó una intensidad de VI MM

1877, Mayo 9 / 20:28

Moquegua, Tacna

Terremoto destructor en las poblaciones de Mollendo, Ilo, Arica. Fue seguido de un tsunami que inundó los puertos de Ilo y Arica. Más al sur fueron arrasados los puertos de Pabellón de Pica y Mejillones, donde las olas alcanzaron 20 m. de altura y murieron 33 personas. La ola marina ocasionada llegó a las costas de Nueva Zelandia y Yokohama (Japón).

1906, Mayo 4 / 19:36

Sur del país

Temblor intenso; en Tacna ocasionó derrumbes de casas y cuarteamientos de paredes; en Arica hubo otros desperfectos; sentido de manera fuerte en Mollendo y en Iquique (Chile).

1913, Agosto 6 / 17:13

Caravelí (Arequipa)

Terremoto que destruyó la ciudad, ocasionando varios muertos. Sufrieron igualmente todos los pueblos del valle de Majes, especialmente Chuqibamba. Otros daños se observaron en Cailloma, Arequipa, Ocopa y Atico. Se sintió hasta Chimbote por el Norte, Iquique (Chile) y La Paz (Bolivia) hacia el Sur y Este.

1917, Mayo 21 / 03:56

Arequipa

Violento movimiento que destruyó Cailloma. Hubo 22 muertos y muchos heridos.

1920, Octubre 7 / 15:54

Ayacucho, Arequipa

Terremoto en las zonas limítrofes de estos departamentos. Santa Lucía, capital del distrito de Lucanas quedó destruida. En los diistritos de Acarí y Jaqui, (Arequipa), hubieron numerosos daños materiales y algunas pérdidas de vida. Fue sentido intensamente en Arequipa, Mollendo, Ica y Chincha.

1922, Octubre 11 / 09:50

Arequipa

Sismo destructor en el pueblo de Caravelí, donde cayeron muchas casas. En Arequipa y en el puerto de Mollendo causó daños de consideración.

1932, Diciembre 9 / 03:36

Ica

Temblor regional sentido en un área aproximada de 180,000 km², que abarcó todo el Dpto. de Ica y parte de los de Lima, Arequipa, Ayacucho y Apurímac. Epicentro en el valle de Acarí según los datos instrumentales de Lima, Huancayo y La Paz.

1939, Octubre 11 / 09:51

Chuquibamba (Arequipa)

Un fuerte temblor se produce en Chuquibamba (Arequipa) causando graves daños.

1942, Agosto 24 / 17:51

Ica, Arequipa

Terremoto en la región limítrofe de Ica y Arequipa. Intensidad IX MM, apreciada en un área de unos 18,000 km², donde ocurrió gran destrucción. Murieron 30 personas por los desplomes de las casas y 25 heridos. Fue sentido con intensidad III - IV MM, en un área elíptica de unos 408,000 km²: al N. Huaraz, al NE Cerro de Pasco y Oxapampa, a S E. Qosco, y al S Moquegua.

1948, Mayo 11 / 03:56

Región Sur

Fuerte movimiento sísmico afectó parte de los Dptos. de Arequipa, Moquegua y Tacna. Los efectos destructores fueron máximos dentro de un área aprox de 3,500 km², donde la intensidad alcanzó el grado VII MM. Causó un muerto y 66 heridos.

1958, Enero 15 / 14:14

Arequipa

Terremoto que en Arequipa causó la muerte de 28 personas y 133 heridos. Intensidad ligeramente superior al grado VII MM.

Por efectos del sismo, tanto del volcán Misti, como de los cerros circunvecinos, se desprendieron enormes piedras. Agrietamiento del terreno cerca de la zona de Camaná con eyección de aguas negras.

Fue sentido desde Chincha hasta Tarapacá (Chile) y hacia el este, en Qosco, Puno y en otras localidades del altiplano.

1960, Enero 13 / 10:40

Arequipa

Terremoto en el Dpto de Arequipa en el que perecieron 63 personas, con centenares de heridos. La población de Chuquibamba (2921 msnm) quedó casi en escombros. Igualmente destructor fue en Caravelí, Cotahuasi, Omate, Puquina, Moquegua y en Arequipa. En el pueblo de Pullo, prov. de Parinacochas, limítrofe con el Dpto de Arequipa, precedieron al sismo ruidos subterráneos similares a explosiones.

Intensidad IX MM en el área epicentral.

1960, Marzo 9 / 18:54

Arequipa

Se produjo una violenta réplica del terremoto del 13 de Enero. En la ciudad de Arequipa cayeron cornizas ya removidas por ese gran sismo. Fue sentido en Puno y en los puertos de Matarani, Mollendo y Mejía. Tuvo una intensidad de V MM en la ciudad de Arequipa y el epicentro estuvo ubicado en las coordenadas geográficas : 16° S, 72° O

1964, Enero 26 / 04:00

Arequipa

Se produjo un sismo en el Sur del Perú, en arequipa hubo 4 heridos y deterioros de varias casas ya resentidas por sismos anteriores. Tuvo una intensidad de VI MM en Arequipa y V en Mollendo.

1979, Febrero 16 / 05:09

Arequipa

Ocurrió un fuerte terremoto en Arequipa, causando graves daños a las casas de adobe y sillar dejando un saldo de 18 muertos. Este sismo alcanzó una intensidad de VII MM en Camaná y Corire, una intensidad de VI MM en Arequipa, Huancarqui, Chuquibamba, Caravelí y Ocoña, y V MM en Chivay, Chala y La Joya. Su epicentro fue localizado en las coordenadas geográficas : 16,39° Sur y 72,65° Oeste. y su profundidad focal fue de 53 Km.

3.3.2. CATÁLOGO SÍSMICO

La información sismológica del área de estudio ha sido obtenida del catálogo SISRA (1982) actualizado por el CISMID hasta el año 1989-I con la información verificada del ISC. y la información sismológica del período 1989-II - 1991, obtenida de las publicaciones del NEIC y del IGP.

Esta información que se muestra a continuación, permite conocer la actividad sísmica reciente en las diferentes profundidades consideradas. Las características del cuadrángulo de datos es la siguiente:

Latitud de -18° a -14°
 Longitud de -76° a -70°
 Magnitud Ms > 5.5
 Profundidad entre 0.00 y 50.00 m

FECHA			TIEMPO U.			COORD. Y PROF.			MAGNITUD	
Año	Mes	Día	Hra.	Min.	Seg.	Lat.	Long.	Prof.	Mb	Ms
1913	7	28	6	40	0	-16,60	-73,30	30,00	0,00	7,00
1913	8	6	22	14	24	-15,80	-73,50	0,00	0,00	7,80
1922	10	11	14	49	50	-16,00	-72,50	50,00	0,00	7,40
1922	1	6	14	11	2	-16,50	-73,00	0,00	0,00	7,20
1931	6	15	11	19	55	-14,50	-75,50	0,00	0,00	6,00
1932	12	9	8	34	55	-15,00	-75,00	75,00	0,00	6,50
1933	7	23	4	13	11	-15,75	-75,25	80,00	0,00	6,00
1933	7	31	15	23	7	-15,50	-75,50	80,00	0,00	6,00
1935	3	26	19	54	47	-15,50	-73,00	120,00	0,00	6,00
1936	7	4	8	52	35	-18,00	-70,00	140,00	0,00	6,00
1936	9	16	17	44	13	-16,00	-72,50	130,00	5,50	5,80
1937	3	29	7	49	47	-15,50	-71,00	120,00	0,00	6,80
1939	12	13	18	45	24	-17,00	-74,00	100,00	5,40	5,50
1939	11	18	7	42	15	-15,00	-75,50	0,00	5,50	5,60
1940	8	4	16	7	5	-14,00	-74,00	120,00	5,40	5,50

1941	10	15	9	35	15	-15,50	-74,00	110,00	0,00	6,00
1942	8	24	22	50	27	-15,00	-76,00	60,00	0,00	8,10
1943	1	31	5	0	0	-14,20	-71,50	25,00	0,00	5,00
1943	7	5	21	7	54	-16,00	-74,00	0,00	5,90	6,80
1948	5	11	8	55	41	-17,50	-70,25	70,00	0,00	7,30
1948	7	20	11	2	17	-17,00	-75,00	70,00	0,00	7,10
1949	7	21	8	1	39	-15,50	-73,00	150,00	0,00	6,50
1950	12	10	2	50	42	-14,25	-75,75	80,00	0,00	7,00
1951	3	4	11	17	33	-15,50	-74,00	150,00	0,00	6,90
1955	7	21	11	45	40	-15,40	-74,00	60,00	0,00	6,80
1955	1	3	18	41	57	-15,00	-75,40	64,00	0,00	5,90
1956	10	12	2	37	44	-15,50	-75,28	0,00	5,80	6,50
1958	6	29	3	25	42	-15,50	-70,50	150,00	5,70	6,50
1958	1	15	19	14	29	-16,50	-71,50	100,00	0,00	7,00
1959	1	3	11	17	39	-14,84	-75,70	0,00	5,80	6,40
1960	3	9	23	54	25	-16,50	-72,50	150,00	0,00	6,10
1960	4	1	13	18	23	-14,50	-73,50	100,00	0,00	5,90
1960	1	17	2	57	58	-14,50	-74,50	150,00	0,00	6,30
1960	1	15	9	30	24	-15,00	-75,00	150,00	0,00	7,00
1961	7	1	13	10	40	-15,30	-74,80	68,00	5,40	5,50
1961	12	9	3	58	55	-14,90	-75,70	39,00	0,00	5,00
1965	7	30	5	45	18	-18,03	-70,79	91,00	6,00	4,80
1965	12	30	6	16	4	-16,56	-71,10	114,00	5,70	6,00
1966	2	9	15	13	28	-15,36	-75,36	41,00	5,50	5,60
1966	6	7	0	59	41	-14,82	-75,87	20,00	5,50	6,30
1969	7	19	4	54	53	-17,30	-72,48	54,00	5,90	5,70
1970	4	1	10	50	41	-15,73	-75,00	46,00	5,20	4,80
1971	9	24	4	32	55	-16,45	-73,72	36,00	5,20	5,60
1972	1	29	2	18	36	-18,01	-71,69	39,00	4,90	4,10
1972	7	18	21	5	4	-14,45	-76,23	21,00	5,10	4,40
1973	10	12	18	4	30	-16,13	-74,13	56,00	5,30	4,60
1974	4	25	8	56	42	-17,20	-70,68	28,00	5,30	4,80
1974	10	31	8	58	20	-15,44	-71,05	50,00	5,10	4,80
1974	4	27	6	1	47	-14,97	-72,20	112,00	5,80	6,50
1974	7	2	19	34	13	-16,09	-75,15	62,00	4,80	4,80
1974	2	1	13	6	12	-15,82	-75,18	9,00	5,20	4,70
1975	8	3	11	59	23	-15,67	-75,06	36,00	5,30	5,90
1976	6	13	22	2	46	-15,28	-75,40	24,00	5,60	5,60
1976	6	18	10	13	47	-15,31	-75,50	8,00	5,60	5,60
1976	6	18	14	58	52	-15,27	-75,53	21,00	5,70	5,20
1977	9	16	0	9	7	-16,36	-75,14	52,00	4,80	4,10
1977	4	30	20	31	49	-15,14	-75,82	21,00	5,20	4,80
1978	2	28	6	51	32	-17,05	-70,32	57,00	5,10	4,00
1978	4	15	13	49	30	-16,50	-73,52	36,00	5,30	5,50
1978	1	22	21	19	44	-16,19	-73,71	66,00	5,40	4,90
1978	3	21	1	0	48	-15,73	-75,04	33,00	4,90	4,00
1978	4	24	10	58	42	-14,65	-76,05	31,00	4,90	4,30
1979	6	25	20	42	4	-17,94	-71,46	65,00	5,00	4,20
1979	3	21	2	52	36	-16,76	-72,56	73,00	5,10	4,70
1979	2	16	10	8	51	-16,51	-72,60	41,00	6,20	6,90
1979	2	16	22	18	20	-16,62	-72,68	55,00	5,50	5,20
1979	2	17	15	41	15	-16,69	-72,69	80,00	5,10	4,20
1979	11	15	13	36	33	-16,23	-74,73	49,00	5,40	4,80
1980	3	7	8	25	9	-16,68	-72,76	53,00	5,40	5,90
1980	5	14	14	44	17	-17,23	-72,99	41,00	5,10	4,50

1980	1	16	15	49	15	-14,51	-73,42	92,00	5,70	6,10
1980	6	15	23	47	16	-15,57	-75,18	34,00	5,30	5,40
1980	8	11	19	41	5	-15,59	-75,22	32,00	5,10	5,10
1980	6	16	10	40	49	-15,70	-75,34	46,00	4,80	4,20
1980	3	12	4	27	35	-15,31	-75,73	48,00	4,90	4,40
1981	10	24	17	1	34	-15,61	-74,49	33,00	4,70	4,00
1981	2	13	19	58	52	-15,65	-74,53	63,00	5,60	5,20
1982	3	11	20	13	7	-17,15	-71,98	34,00	5,10	4,30
1982	4	16	18	5	10	-17,00	-73,07	39,00	5,00	4,90
1982	7	11	2	13	36	-16,72	-73,21	34,00	5,40	5,20
1982	10	16	11	12	19	-16,29	-73,65	64,00	5,00	4,60
1982	6	2	22	47	42	-14,10	-76,35	34,00	5,00	4,30
1983	11	23	8	12	13	-15,13	-75,68	36,00	5,10	4,90
1983	2	21	0	53	31	-15,17	-76,18	32,00	5,20	4,50
1984	8	3	9	5	9	-16,60	-73,55	44,00	4,90	4,20
1984	2	9	4	31	18	-14,17	-76,17	41,00	5,40	4,70
1985	7	9	21	54	29	-17,40	-72,88	47,00	5,00	4,00
1985	11	11	13	5	5	-17,81	-72,90	53,00	4,80	4,60
1985	5	21	10	1	7	-15,28	-75,23	88,00	4,80	4,30
1985	2	2	5	53	10	-15,37	-75,40	80,00	4,80	4,30
1985	8	13	5	29	19	-15,06	-75,49	29,00	5,40	4,90
1985	8	14	5	24	30	-15,12	-75,56	35,00	4,90	4,90
1985	8	19	7	53	50	-15,11	-75,57	49,00	5,30	5,30
1986	4	28	13	43	13	-15,04	-75,54	68,00	4,50	4,10
1986	8	17	11	37	14	-14,29	-75,77	56,00	5,20	4,30
1987	8	13	15	23	7	-17,90	-70,95	39,00	6,10	6,40
1988	4	12	23	19	55	-17,21	-72,25	33,00	6,10	7,60
1988	4	17	2	50	37	-17,42	-72,39	33,00	5,40	5,30
1988	4	13	0	39	30	-17,34	-72,55	16,00	5,80	6,20
1988	12	6	0	18	34	-17,91	-73,08	55,00	4,90	4,40
1988	6	20	6	9	31	-15,39	-75,57	43,00	4,70	4,30
1989	6	27	8	10	7	-15,94	-75,09	34,00	4,80	4,20
1990	1	7	9	6	43	-15,95	-74,25	48,00	5,90	5,30
1991	7	1	13	32	41	-15,79	-75,08	19,00	5,50	5,90
1991	4	26	21	47	34	-14,90	-76,10	33,00	4,50	4,10

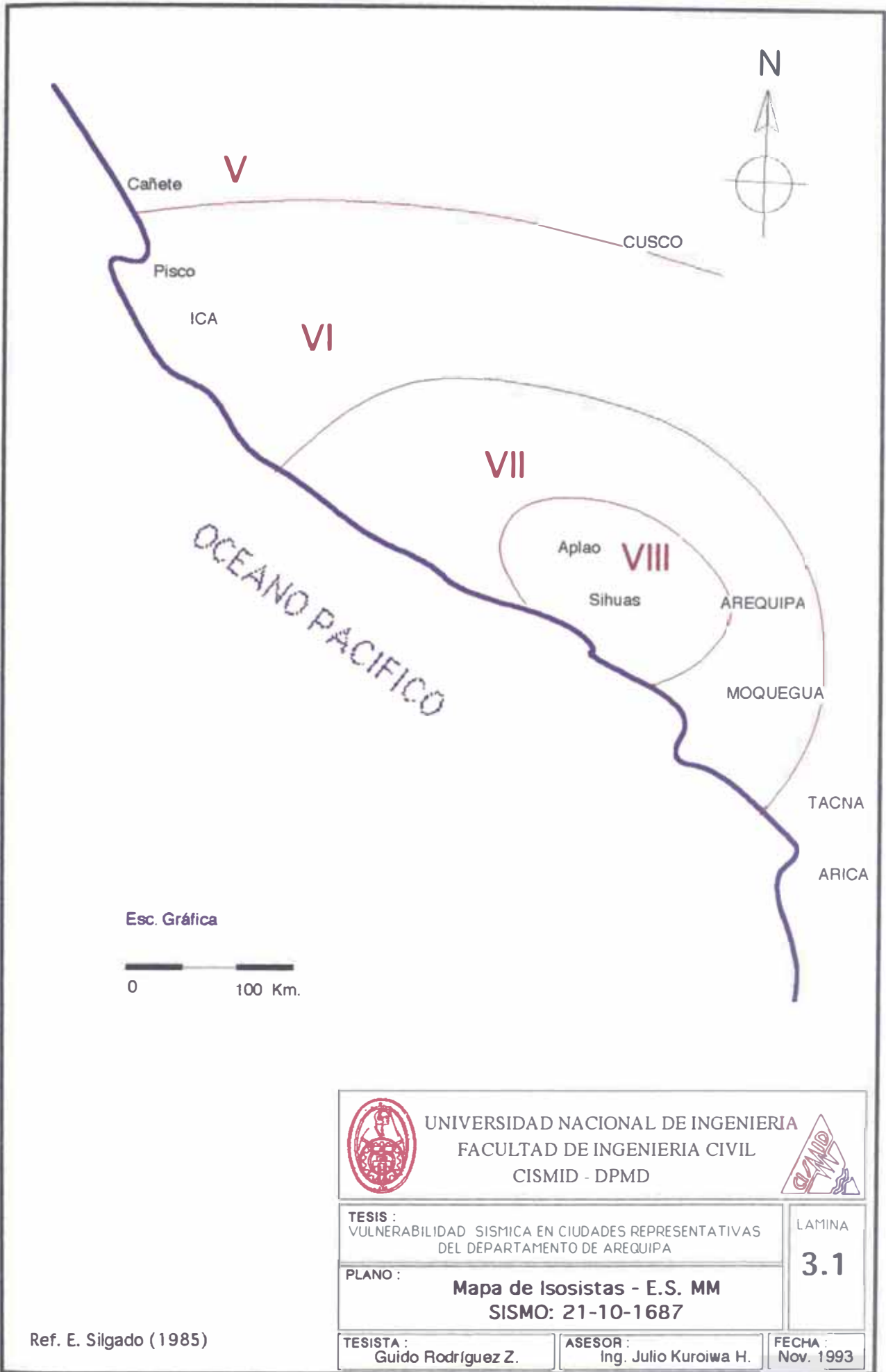
3.3.3.CURVAS ISOSISTAS

A continuación se muestran algunas Curvas Isosistas para eventos ocurridos desde 1687 hasta 1979. Estas curvas grafican la actividad sísmica en la región y la intensidad con que estos eventos se producen. En las Isosistas para el 12 y 13 de Agosto de 1868 se puede observar la intensidad de este devastador terremoto que, según varios estudiosos es del orden de magnitud del que se espera con un 95% de probabilidad para los últimos 5 años. Para el sismo del 16-02-79, el último terremoto en la región de Arequipa, se muestran las gráficas presentadas por dos autores P. Orihuela e Icochea quienes realizaron estudios en la zona después de la ocurrencia de este evento.

Se muestra también el Mapa de Máximas Intensidades Sísmicas del Perú, usando la escala de Mercalli Modificada, confeccionada por el Dr. Jorge Alba en 1984 como un objetivo del grupo de peligro sísmico dentro del proyecto SISRA (Mitigación de Daños Causados por un Terremoto en la Región Andina) patrocinado por el Centro Regional de Sismología para América del Sur. Este mapa representa los niveles de daños producidos sin distinguir si tales daños se debieron a la vibración localizada del suelo, licuación u otros fenómenos locales. Para confeccionar este mapa se efectuó una revisión y recopilación de la información disponible en la literatura sobre datos de intensidades sísmicas e históricas y mapas de distribución de isosistas existentes en el Perú.

CONCLUSIONES

- 1º La zona de estudio se caracteriza por una alta actividad sísmica, con un promedio de 4 a 5 sismos de regular intensidad por año.
- 2º Desde épocas muy remotas la región se ha visto afectada por terremotos que han ocasionado pérdidas humanas y materiales, pueblos y ciudades han tenido que reconstruirse varias veces.
- 3º Se han producido sismos con intensidades que llegan hasta VII VIII y IX MM, y en algunos casos hasta X MM, debido a amplificación dinámica producida por condiciones locales de suelo, aunque en menor extensión.
- 4º De las versiones orales y datos compilados se puede deducir que un gran sismo ocurre en la Costa Sur del Perú aproximadamente cada 100 años. El último gran terremoto ocurrió el 12 y 13 de Agosto de 1868 y ha existido un Silencio Sísmico hasta la fecha por lo que se espera un terremoto con intensidades que van desde VI hasta IX MM (Que coincide con la MMLA-92), y en condiciones locales desfavorables se puede esperar intensidades de hasta X MM. Estudios realizados por expertos en otros países coinciden en que hay un 95% de probabilidad de que este terremoto ocurra en estos 5 últimos años.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 CISMID - DPMD



TESIS :
 VULNERABILIDAD SISMICA EN CIUDADES REPRESENTATIVAS
 DEL DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

LAMINA

PLANO :

Mapa de Isosistas - E.S. MM
SISMO: 21-10-1687

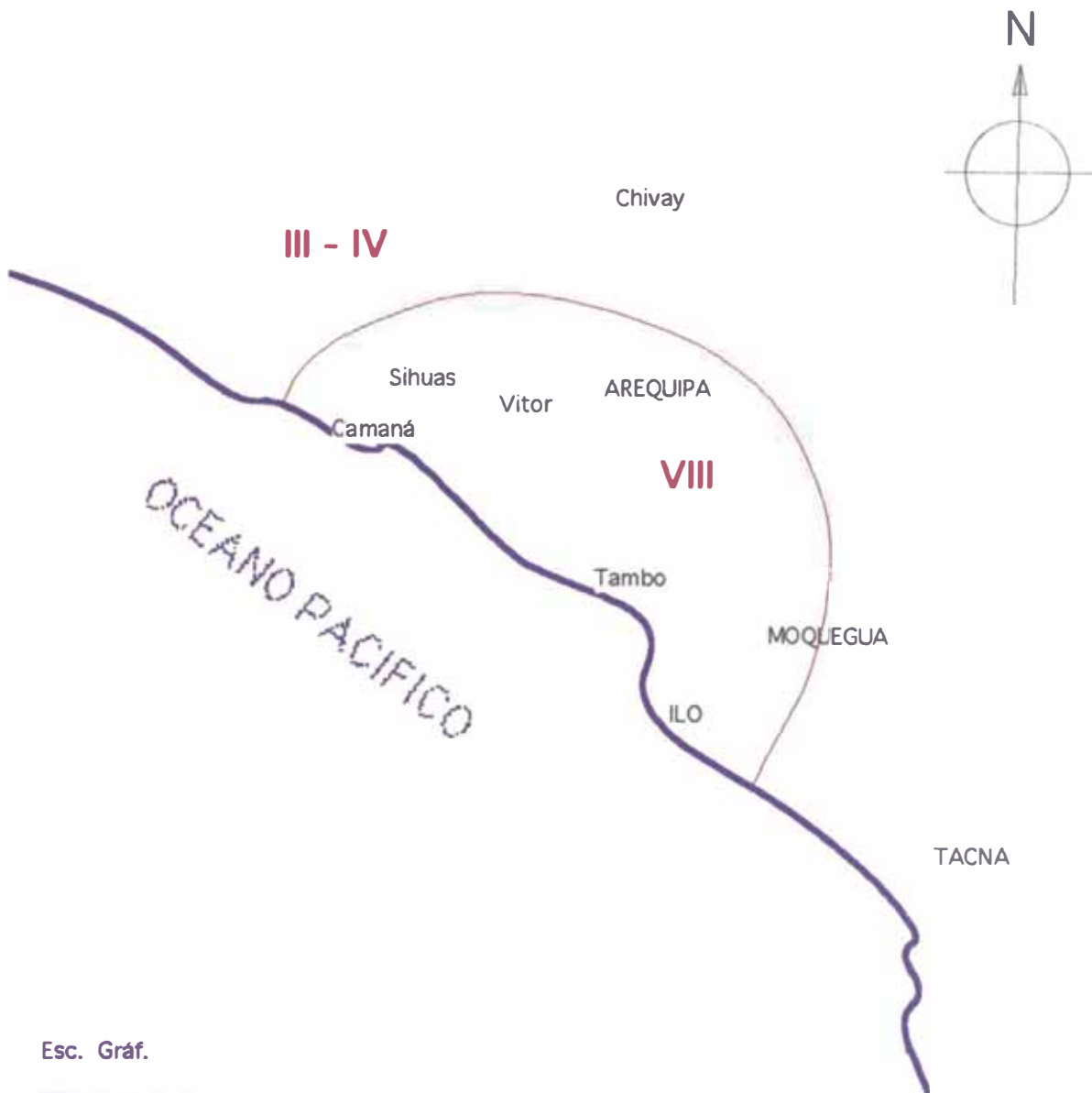
3.1

Ref. E. Silgado (1985)

TESISTA :
 Guido Rodríguez Z.

ASESOR :
 Ing. Julio Kuroiwa H.

FECHA :
 Nov. 1993



Esc. Gráf.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - DPMD



TESIS :
VULNERABILIDAD SISMICA EN CIUDADES REPRESENTATIVAS
DEL DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

LAMINA

3.2

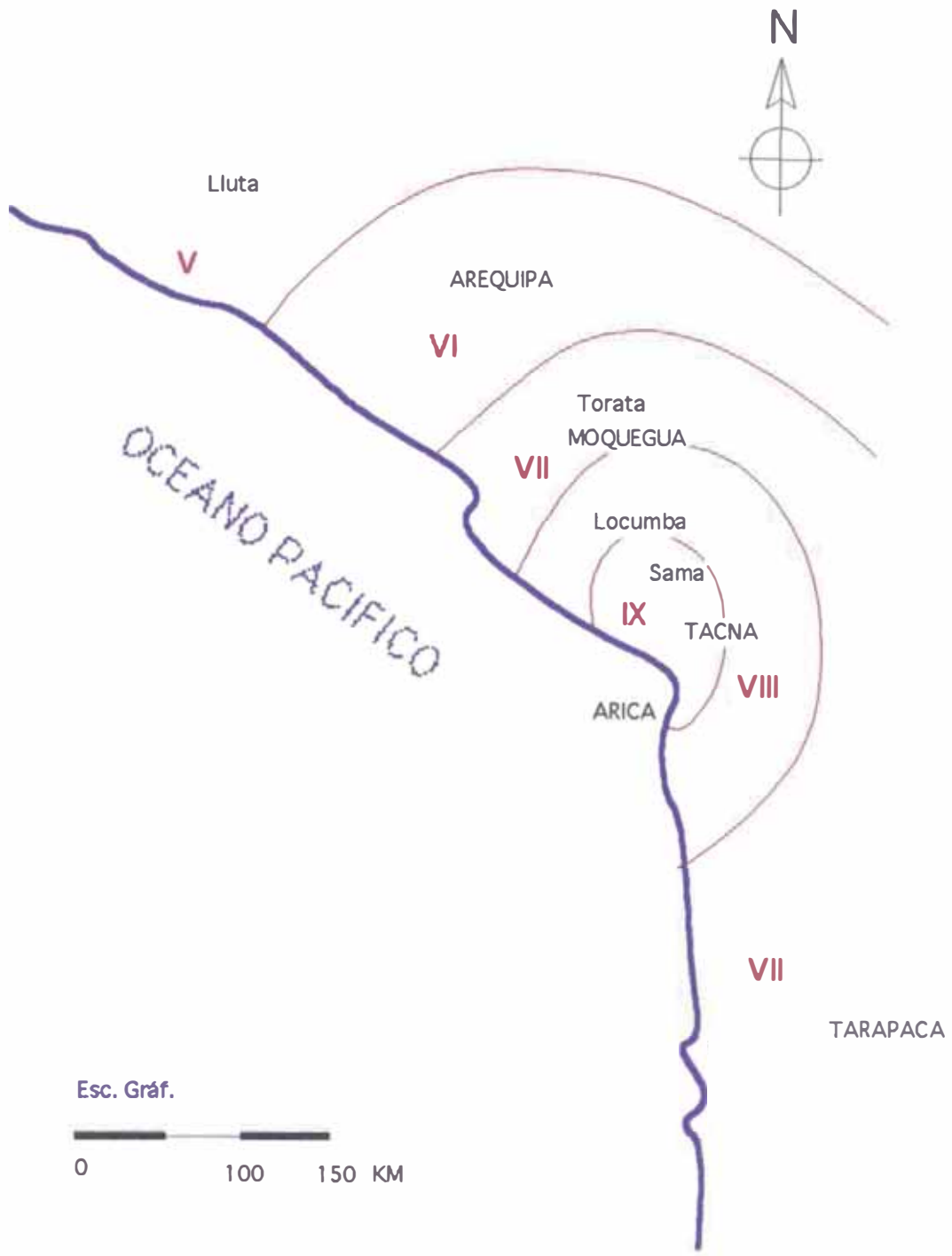
PLANO :
Curvas Isosistas - E.S. MM
Sismo: 13-05-1784

Ref. E. Silgado (1985)

TESISTA :
Guido Rodríguez Z.

ASESOR :
Ing. Julio Kuroiwa H.

FECHA :
Nov. 1993



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 CISMID - DPMD



TESIS :
 VULNERABILIDAD SISMICA EN CIUDADES REPRESENTATIVAS
 DEL DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

LAMINA:
3.3

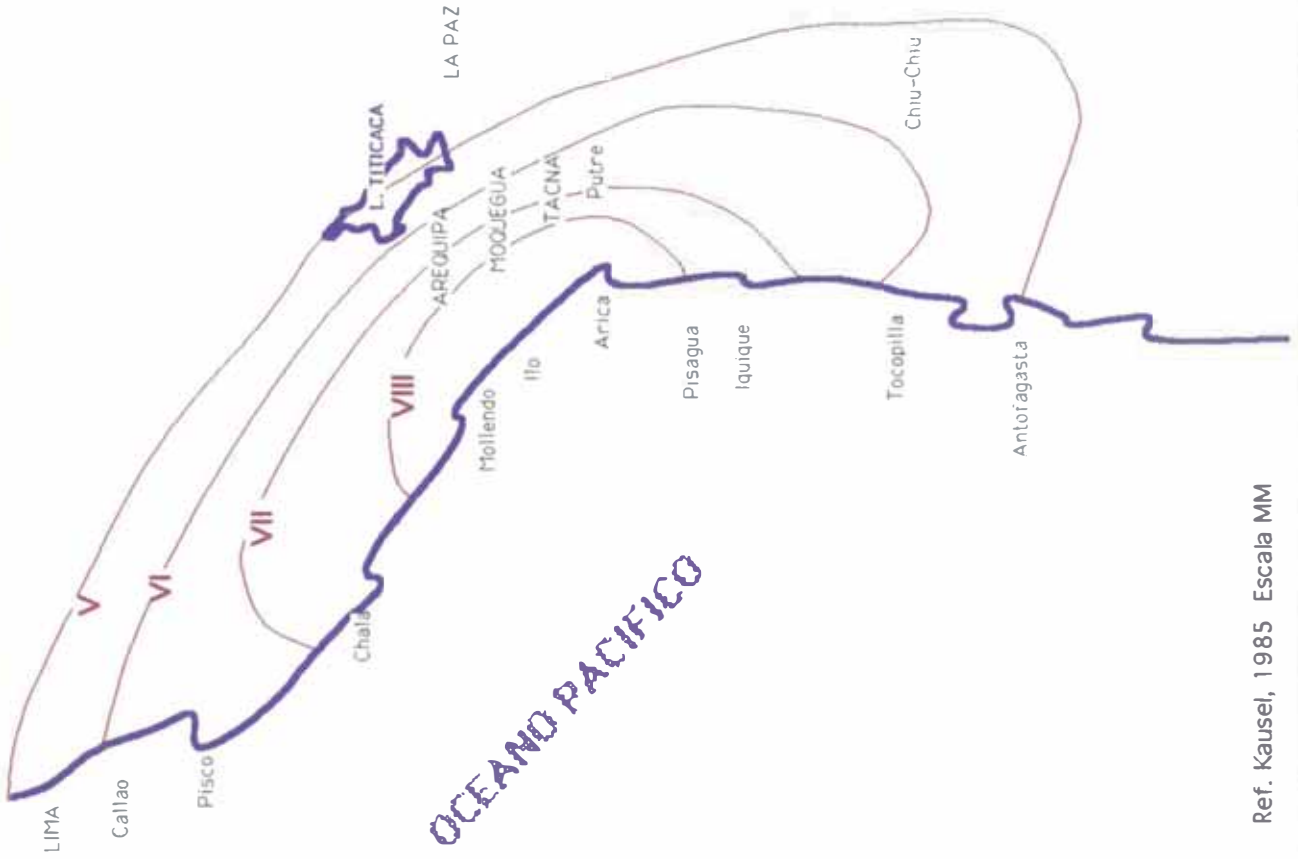
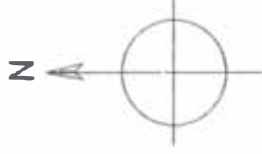
PLANO :
 Curvas Isosistas - E.S. MM
 SISMO: 18-09-1833

Ref. E. Silgado (1985)



TESISTA :
 Guido Rodríguez Z.

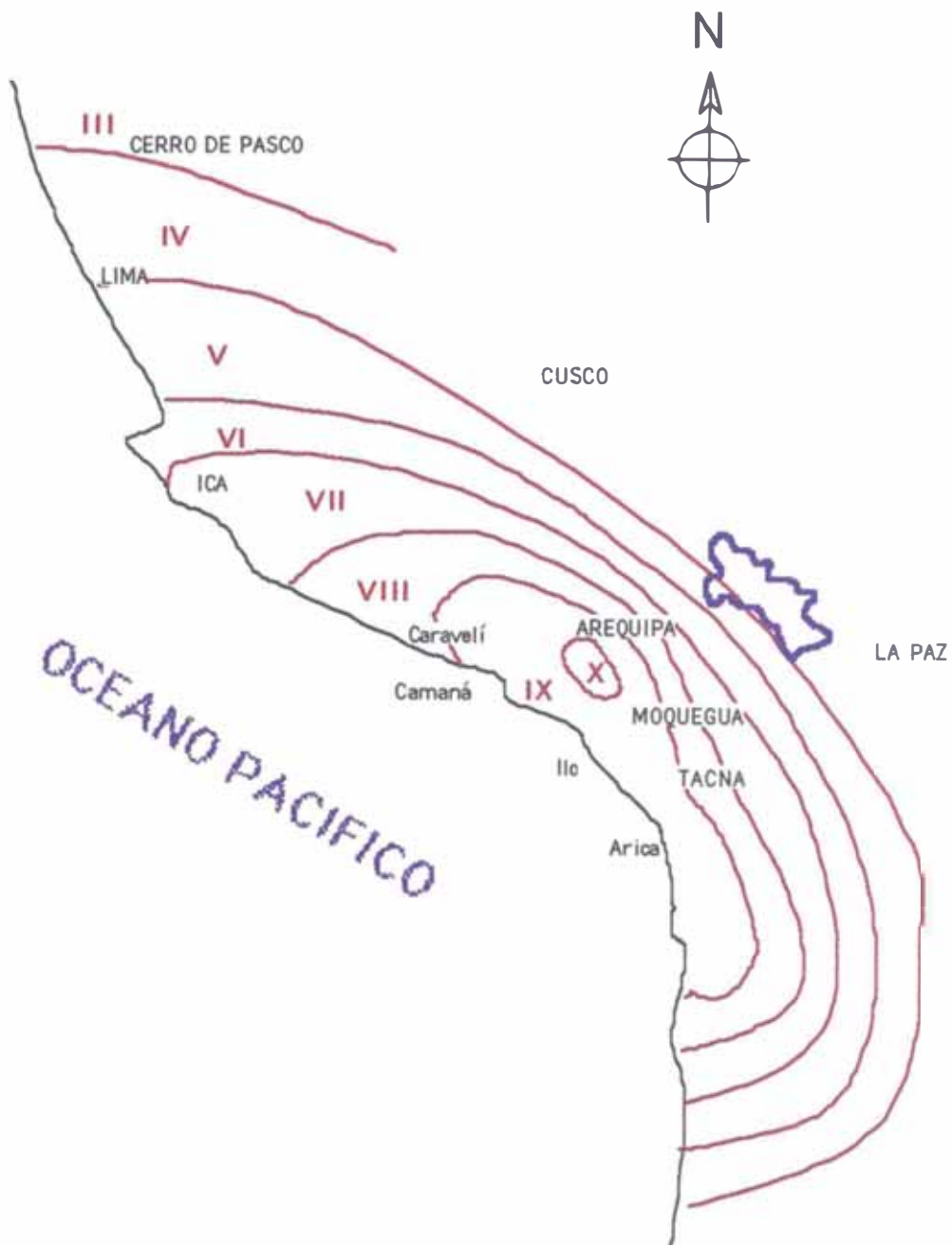
ASESOR :
 Ing. Julio Kuroiwa H.

FECHA :
 Nov. 1993



Ref. Kausel, 1985 Escala MM

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CISMID - DPMD</p>		LAMINA	3.4	FECHA: Nov. 1993
	<p>TESIS : VULNERABILIDAD SISMICA EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DEL DEPARTAMENTO DE AREQUIPA</p>	<p>PLANO : Mapa de Isosistas - E.S. MM SISMO : 12-08-1868</p>	<p>ASESOR : Ing. Julio Kuroiwa H.</p>	<p>TESISTA : Guido Rodriguez Z.</p>



Esc. Gráf.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 CISMID - DPMD



TESIS:
 VULNERABILIDAD SISMICA EN CIUDADES REPRESENTATIVAS
 DEL DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

LAMINA:

3.5

PLANO:
 Curvas Isosistas - Esc. MM
 SISMO : 13-08-1868

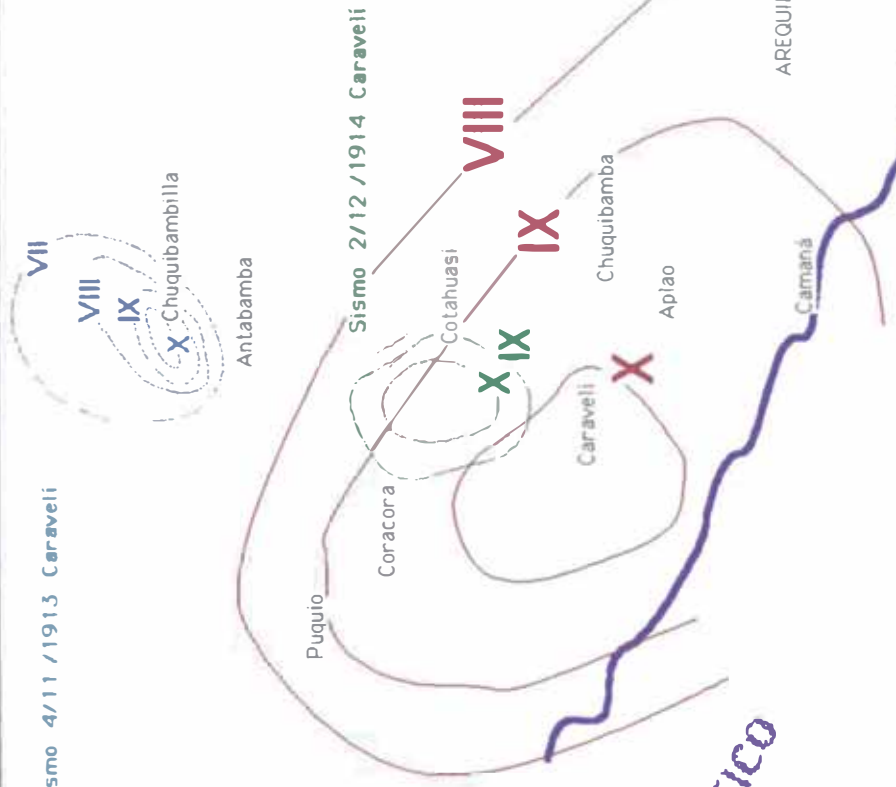
TESISTA:
 Guido Rodríguez Z.

ASESOR:
 Ing. Julio Kuroiwa H.

FECHA:
 Nov. 1993

Ref. E. Silgado 1985.

Sismo 4/11 /1913 Caraveli

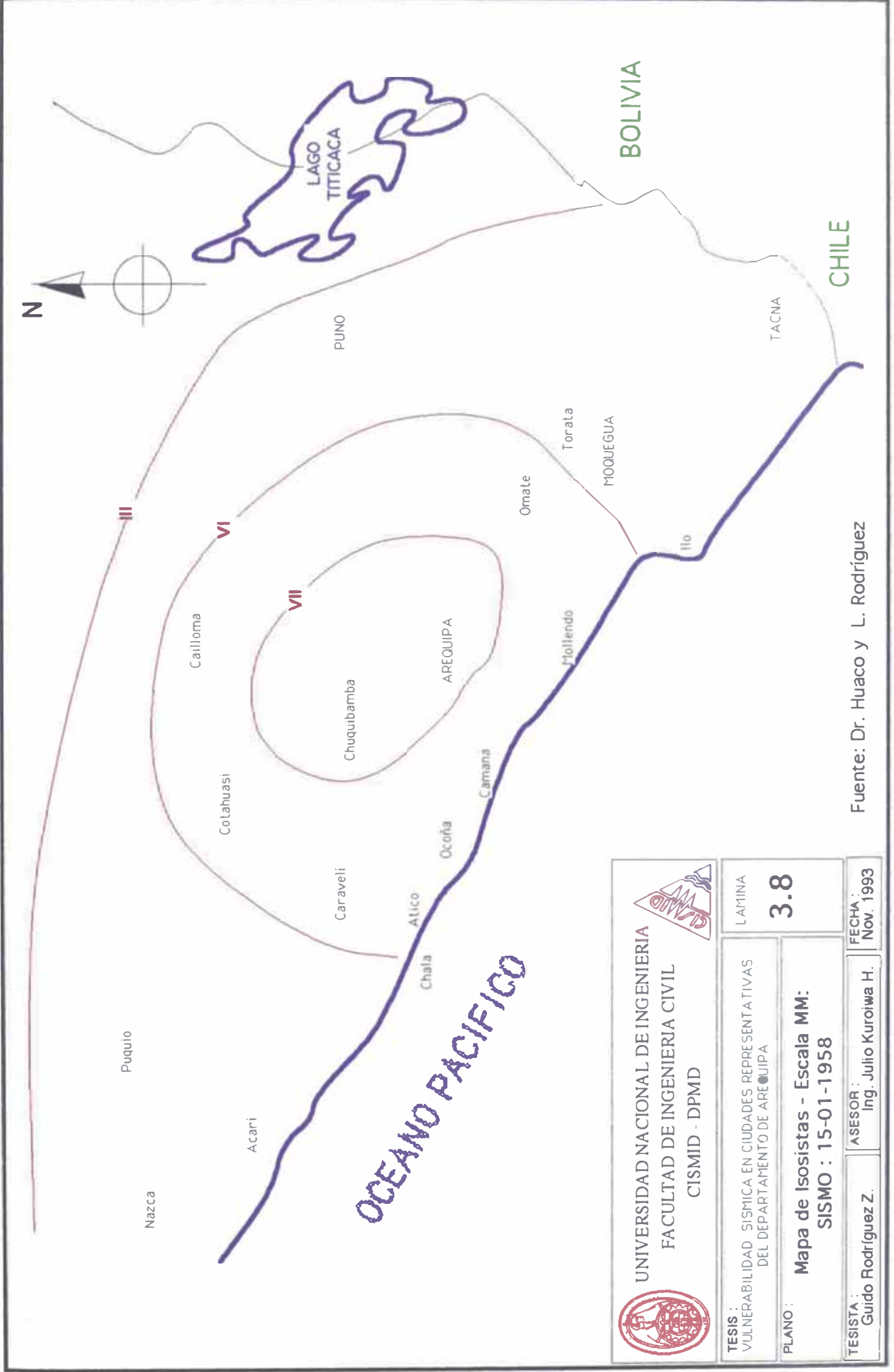




Sismo 6/08 /1913 Caraveli

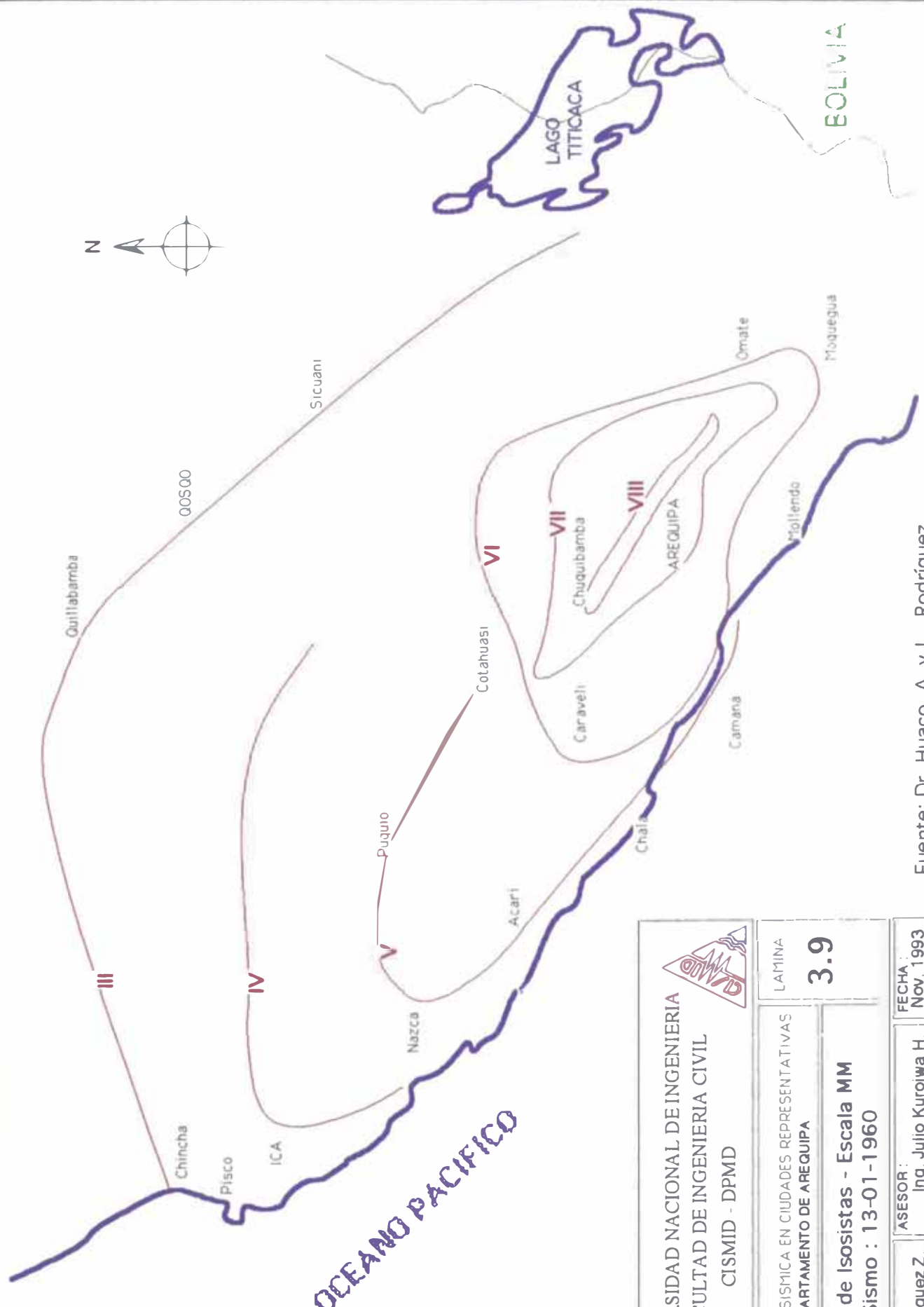
Sismo 2/12 /1914 Caraveli

OCEANO PACIFICO

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CISMID - DPMD</p>	<p>TESIS : VULNERABILIDAD SISMICA EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DEL DEPARTAMENTO DE AREQUIPA</p>	<p>LAMINA : 3.6</p>
	<p>PLANO : Mapa de Isosistas - Escala MM SISMOS : 1913,1914</p>	<p>ASESOR : Ing. Julio Kuroiwa H.</p>
<p>TESISTA : Guido Rodriguez Z.</p>	<p>FECHA : Nov. 1993</p>	<p>Ref. A. Umaluff (1915)</p>



 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CISMID - DPMD</p>	
	<p>LAMINA 3.8</p>
<p>TESIS : VULNERABILIDAD SISMICA EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DEL DEPARTAMENTO DE AREQUIPA</p>	<p>FECHA : Nov. 1993</p>
<p>PLANO : Mapa de Isosistas - Escala MM: SISMO : 15-01-1958</p>	<p>ASESOR : Ing. Julio Kuroiwa H.</p>
<p>TESISTA : Guido Rodríguez Z.</p>	<p>Fuente: Dr. Huaco y L. Rodríguez</p>





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 CISMID - DPMD

TESIS :
 VULNERABILIDAD SISMICA EN CIUDADES REPRESENTATIVAS
 DEL DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

PLANO :
Mapa de Isosistas - Escala MM
Sismo : 13-01-1960

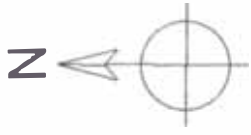
TESISTA :
 Guido Rodríguez Z.

ASESOR :
 Ing. Julio Kuroiwa H.

FECHA :
 Nov. 1993

LAMINA
3.9

Fuente: Dr. Huaco, A. y L. Rodríguez



Cotahuasi

V+

VI

Pampacolca

Chuqibamba

VII

Camaná

AREQUIPA

Mollendo

Chala

OCEANO PACIFICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - DPMD



Esc. Gráf.



TESIS : VULNERABILIDAD SISMICA EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DEL DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

PLANO : Curvas Isosistas - E.S. MM
SISMO : 16-02-79

LAMINA

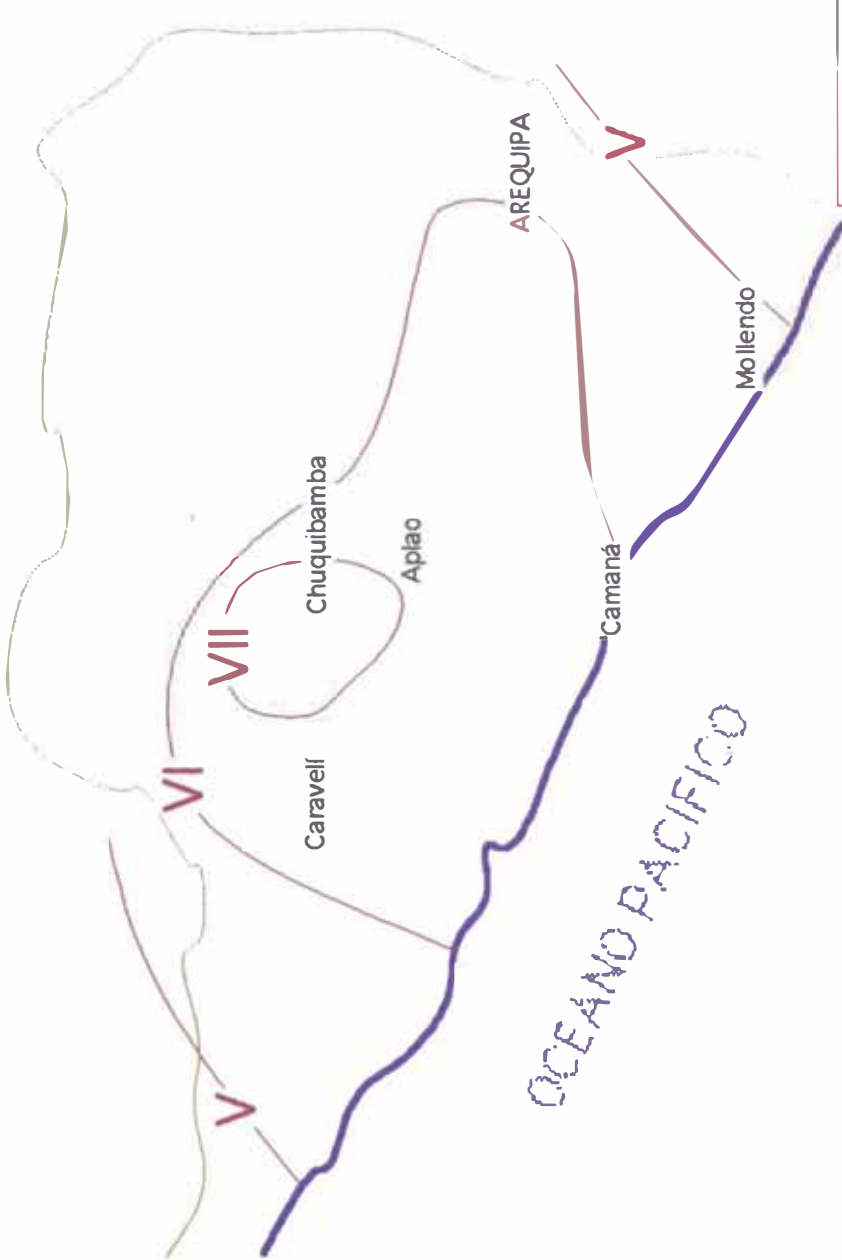
3.10

TESISTA : Guido Rodríguez Z.

ASESOR : Ing. Julio Kuroiwa H.

FECHA : Nov. 1993

Ref. P. Horiuela, 1981



Esc. Gráf.



Fuente: Ríos e Icochea, 1979



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 CISMID - DPMD



TESIS : VULNERABILIDAD SISMICA EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DEL DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

LAMINA

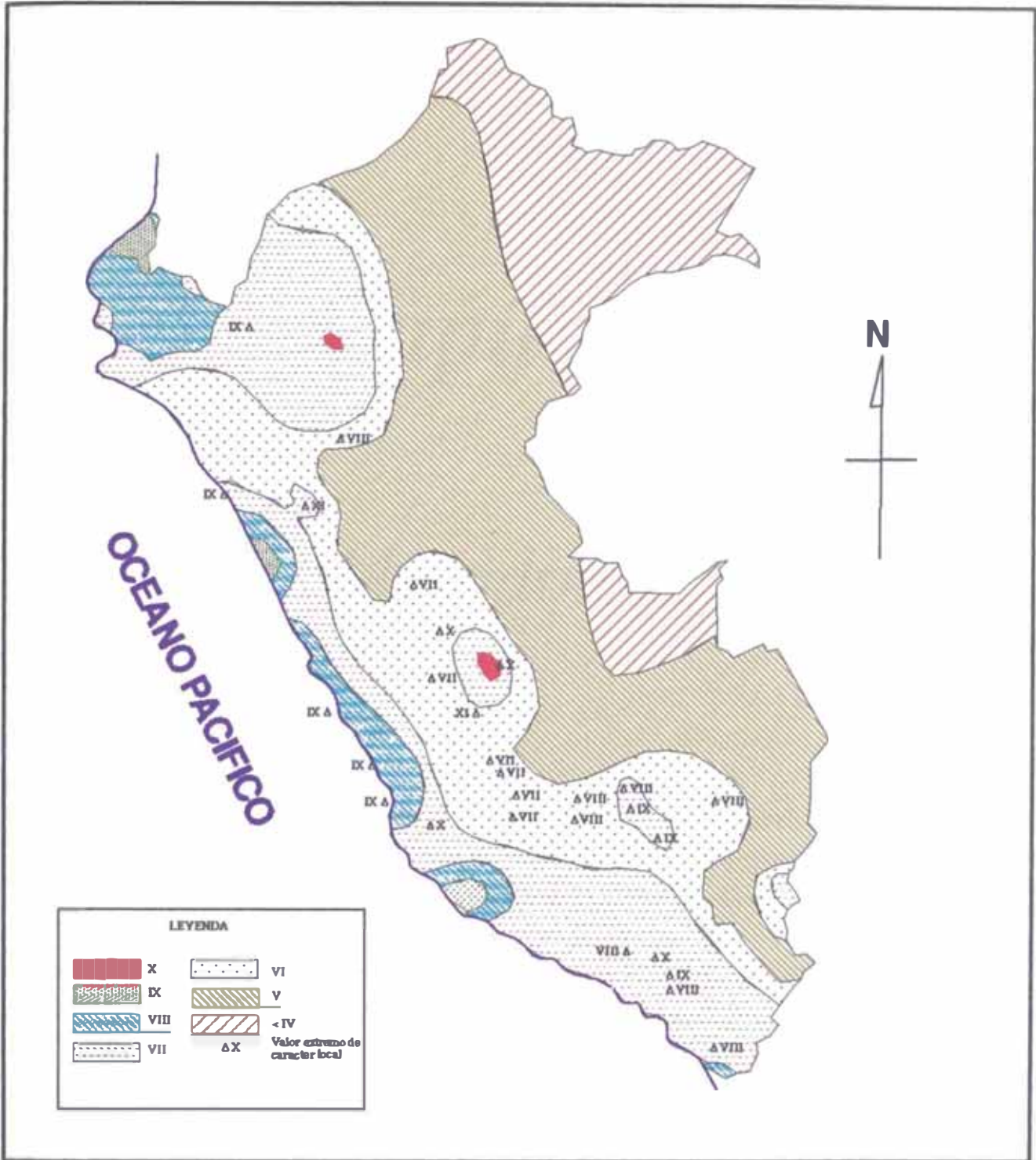
PLANO : Curvas Isosistas - E.S. MM
 SISMO : 16-02-79

3.11

TESISTA : Guido Rodríguez Z.

ASESOR : Ing. Julio Kuroiwa H.

FECHA : Nov. 1993



FUENTE: Mapa preparado por Dr. Jorge Alva (et al) para el proyecto SISRA, CERESIS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CISMID - OPMD		
TÍTULO : VULNERABILIDAD SISMICA EN EL DEPARTAMENTO DE AREQUIPA	LADO NºA 3.12	
PLANO : MAXIMAS INTENSIDADES HISTORICAS EN EL PERU		
TERCERA : GUIDO RODRIGUEZ ZAMALLOA	SEGUNDA : ING. JULIO KURONWA HORIUCHI	FECHA : NOV - 1993

Capítulo 4

Metodología

4.1 INTRODUCCIÓN:

Como el área de estudio es sumamente grande y los recursos humanos y materiales son escasos, debemos intentar métodos prácticos, sencillos y lo suficientemente precisos ante la urgente necesidad de una planificación global de prevención de desastres.

Para conseguir este objetivo se han seleccionado ciudades representativas y se ha evaluado en ellas el grado de vulnerabilidad sísmica tratando de descubrir sus problemas y deficiencias constructivas más comunes.

- Arequipa:

Es la capital del Departamento de Arequipa, tiene gran trascendencia en la economía y la industria en el Sur del país, Debido a su desarrollo últimamente ha recibido grandes masas migratorias que la han hecho crecer desmesuradamente y en muchos casos sin planificación.

- Mollendo

Es una de las ciudades costeras de mayor importancia en el litoral sur, centraliza la actividad administrativa del puerto de Matarani y toda la provincia de Ilay. Es además el balneario más concurrido en la región, especialmente por habitantes de Arequipa y otras ciudades de la sierra Sur.

- Matarani :

El puerto más importante en la Costa Sur, la puerta de ingreso de combustible y alimentos hacia el altiplano y Bolivia. Es una típica ciudad portuaria, con gran volumen de comercialización a través de ella y una población que se sume en la pobreza.

- Mejía :

Balneario exclusivo de la aristocracia, hermosa ciudad de la costa Sur con dos lagunas de agua dulce y un cinturón verde junto al mar. Tiene una vulnerabilidad sísmica baja pero amenazada por Tsunamis.

- Chala :

Ciudad portuaria bien alejada de la capital Arequipa, fue muy importante hace unos treinta años cuando su actividad económica y turística estaban bien desarrolladas. Hoy es una típica ciudad costera afectada por el abandono y el centralismo.

- Chuqulbamba y Pampacolca :

Dos ciudades que fueron muy dañadas en el terremoto del 16-02-79. Se ubican entre los 3,000 a 4,000 m.s.n.m. Sufren al igual que muchas ciudades serranas de un centralismo y abandono por parte del estado.

Estos datos nos permitirán por lo menos de forma aproximada sondear el estado de vulnerabilidad al peligro sísmico en la región ante la proximidad de un movimiento tectónico violento.

La metodología es la siguiente:

- 1° Acopio de datos iniciales de la ciudad como planos, estudios (topográficos de suelos, microzonificación, etc), población, condiciones socioeconómicas, etc. antes de viajar a la zona.

Reconocimiento y sectorización de la zona de estudio de acuerdo a condiciones de homogeneidad en la calidad de construcción de las edificaciones, materiales empleados, antigüedad, etc.

- 3° Diseño de muestras en cada sector, considerando que dentro de las limitaciones de recursos humanos y materiales y dada la magnitud del área de estudio, se debe identificar los tipos de viviendas y tomar un determinado número de muestras sólo de las viviendas más representativas para cada tipo de edificación.
- 4° Reconocimiento in-citu de los tipos de suelo, topografía, hidrografía, para luego distribuir las intensidades sísmicas.
- 5° Encuestas físicas de las viviendas previamente escogidas en el diseño de muestras y encuestas socioeconómicas de la población, recorriendo cada calle, avenida, etc. sector por sector.
- 6° Tratamiento de datos, confección de tablas y gráficas.

Ploteo de resultados, ubicación espacial de los puntos y zonas indicando su grado de vulnerabilidad en forma de daños esperados.

INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DE MUROS EN LOS DAÑOS

Pablo Orihuela después del sismo del 16-02-79 tuvo la oportunidad de verificar la influencia de la densidad de muros en el grado de daños producidos en las edificaciones, para ello se escogieron viviendas con condiciones locales similares como aquellas con antigüedad entre 20 y 45 años, altura de muros entre dos y tres metros, techos de losa delgada o aligerada y con condiciones de suelo similares y homogéneas en lo posible.

La influencia de la densidad de muros se puede observar claramente en la tendencia del gráfico presentado por él y reproducida en éste trabajo con ayuda del programa Cricket Graph (ver gráf. 4.2) que indica que a mayor densidad de muros la respuesta sísmica de la edificación es más eficiente y los daños son más leves.

Se reproduce también la frecuencia de daños encontrados en las edificaciones después del terremoto por tipo de vivienda (Gráf. 4.3), cabe notar en la escala empleada por Orihuela para la clasificación de las viviendas y de magnitud de daños fue la escala MSK,

mientras que el presente trabajo emplea la MMLA-92. A continuación se presentan tablas comparativas:

4.2 ESCALAS DE CLASIFICACION

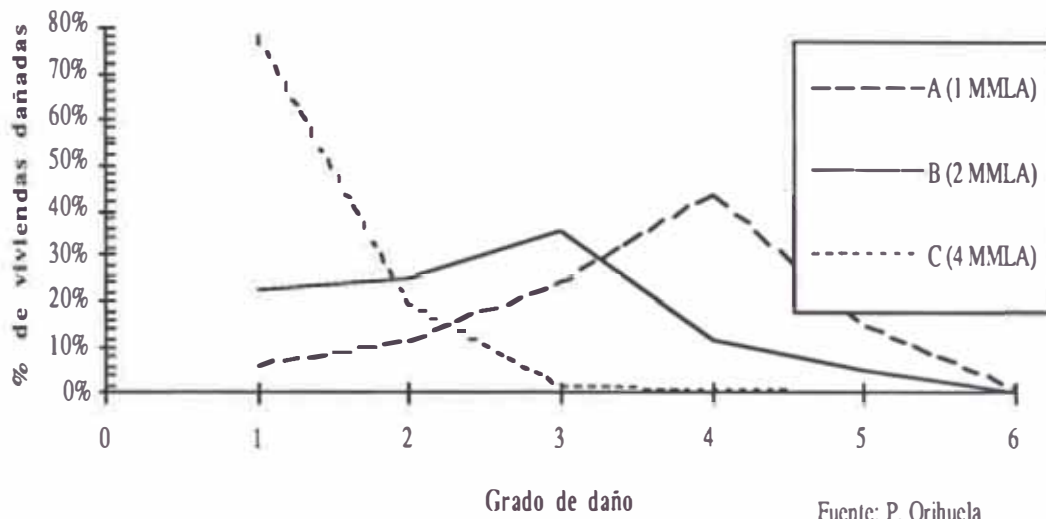
Los estudios realizados después del sismo del 16-02-79 permitieron identificar las formas de falla más comunes así como el comportamiento sísmico de ciertos tipos de edificación para lo que se tuvo que catalogar las edificaciones de acuerdo a una escala de edificaciones según su resistencia sísmica en función de los materiales empleados en su construcción, la antigüedad de la edificación, existencia de elementos sismoresistentes, etc. de tal manera que las formas de falla se pudieran relacionar entre viviendas homogéneas y sacar conclusiones.

La escala de daños usada en estos estudios para cuantificar los daños causados por el sismo del 16 de Febrero de 1979 fue la escala oficial MSK, la misma que se utilizó por primera vez en Moscú en 1968. En las investigaciones realizadas en diferentes partes de la región de Arequipa se hicieron adaptaciones de dicha escala para aproximarla a la realidad encontrada, en las que se coincidió en varios puntos, poniendo en evidencia que es necesaria una adecuación de estas tablas y escalas a la realidad latinoamericana ya que debido no sólo a la gran diferencia socio-económica y geográfica de nuestro continente con el del viejo mundo sino también a la diferencia cronológica, muchas construcciones difieren enormemente tanto en materiales como en técnicas constructivas y diseños a las de Europa o Asia de ese entonces, por ejemplo en el Perú no se acostumbra construir viviendas con grandes chimeneas de ladrillo como en Europa, sin embargo nuestras ciudades están asentadas muchas veces sobre pendientes que llegan hasta 10 % o más, pendientes mucho mayores que aquellas que existen en Europa sobre la que se edifican ciudades.

CLASIFICACION DE DAÑOS

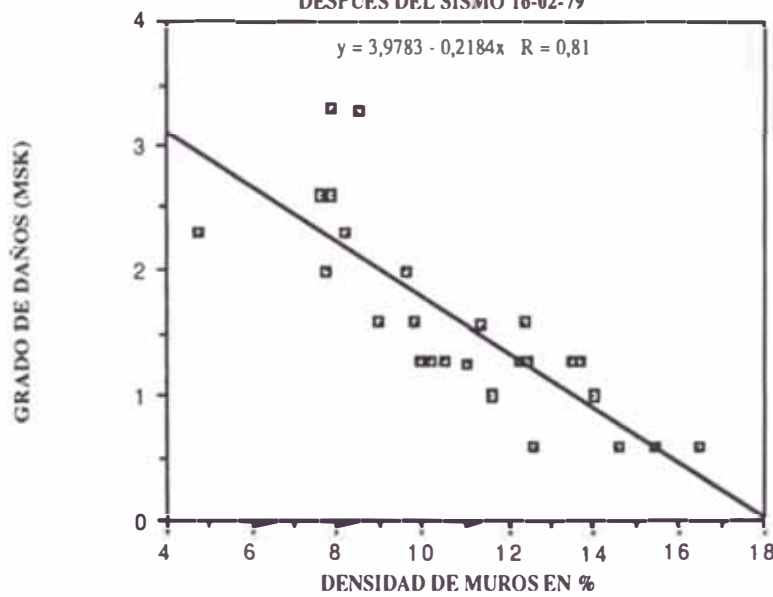
GRADO	0	1	2	3	4	5
TIPO	SIN DAÑO	LEVE	MODER.	SEVERO	DERR.P.	COLAPSO
A (1 MMLA)	6%	11%	24%	43%	15%	1%
B (2 MMLA)	23%	25%	35%	12%	5%	0%
C (4 MMLA)	78%	19%	2%	1%	0%	0%

Gráf. 4.1 FRECUENCIA DE DAÑOS POR TIPO DE VIVIENDA EN AREQUIPA DESPUES DEL SISMO 16-02-79



Fuente: P. Orihuela

Gráf. 4.2 DENSIDAD DE MUROS VS. DAÑOS PRODUCIDOS DESPUES DEL SISMO 16-02-79



(Fuente: P. Orihuela)

4.2.1 CLASIFICACION DE DAÑOS

A continuación se presenta la clasificación oficial de viviendas de la escala MSK y luego la clasificación propuesta para la escala MMLA-92.

a) Clasificación de daños según MSK

Clase 1 Daños leves:

Fisuras en los revestimientos, caídas de pequeños trozos de revoque.

Clase 2 Daños moderados:

Grietas pequeñas en los muros, caídas de grandes trozos de revoque, caída de parapetos, caída de tejas caída de pretilos, grietas en las chimeneas e incluso derrumbamiento parcial de las mismas.

Clase 3 Daños graves o severos:

Grietas grandes y profundas en los muros, caída de chimeneas de fábrica o de otros elementos exteriores.

Clase 4 Destrucción parcial:

- Brechas y grietas en los muros resistentes, derrumbamiento parcial de los edificios, pérdida del enlace entre distintas partes de la construcción, destrucción de tabiques y muros de cerramiento.

Clase 5 Colapso:

Destrucción total de la edificación o de sus partes vitales.

Después del sismo del 79, en los estudios realizados en la región de Arequipa, se evaluaron por lo menos 177 viviendas en Camaná por J. Saito s. (1981), 118 viviendas en Chuquibamba y 238 en Pampacolca por Cesar Rodríguez en 1982, 50 edificios de concreto armado en la ciudad de Arequipa por S. Beltrán T. (1981), 628 viviendas en la ciudad de Arequipa por Pablo Orihuela entre otros, todos ellos asesorados por el Ing. Julio Kuroiwa, detectando "fallas típicas" que se repiten con mucha frecuencia en varias ciudades alejadas unas de otras que han respondido con diferentes intensidades al movimiento sísmico, coincidiendo un determinado porcentaje de daños con el tipo de vivienda en que fueron encontradas.

Estos investigadores en vista de que la clasificación de daños MSK, no permitía una cuantificación clara y definida de los daños, emplearon una tabla cuantificada¹ con rangos de aperturas y longitudes de fallas, para uniformizar la percepción visual de los daños. Esta tabla que a continuación se reproduce es válida para los tipos de vivienda y materiales de la zona en estudio (Arequipa), ya que para otros tipos de viviendas con otros materiales y técnicas de construcción diferentes los patrones de agrietamiento pueden no ser los mismos.

Cuadro 4.1.
Tabla Comparativa de Clasificación de edificaciones según su resistencia sísmica

Esc. MSK	Esc. MMLA-92
tipo A	tipo 1
tipo B	tipo 2
---	tipo 3
tipo C	tipo 4
---	tipo 5
---	tipo 6

Cuadro 4.2.
Tabla Comparativa de Magnitud de Daños

Esc. MSK	Esc. MMLA-92
Clase 1	Grado 1
Clase 2	Grado 2
Clase 3	Grado 3
Clase 4	Grado 4
Clase 5	Grado 5

¹SISMO AREQUIPA - 1992, INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES LOCALES. Pablo F. Orihuela A. (pag 18), T.P.O.G.I.C. UNI.

CUADRO 4.3
TABLA CUANTIFICADA DE LA LASIFICACIÓN DE DAÑOS M.S.K.
PARA LAS VIVIENDAS AREQUIPEÑAS

DAÑO CLASE	ESPESOR	LONG.	AFINAMIENTO.		
			-	=	+
1	< 2 mm	< 0,5 m	< 0,5 mm	0,5 - 1 mm	1 - 2 mm
2	2 - 5 mm	> 1,5 m	2 - 3 mm	3 - 4 mm	4 - 5 mm
3	5 - 20 mm	> 1,5 m	0,5 - 10 m	10 - 15 mm	15 - 20 mm
4	> 20 mm	> 1,5 m			
Derrumbe parcial					

Usando esta valiosa información obtenida después del desastre y en vista de la necesidad de una herramienta práctica para la evaluación de la vulnerabilidad en base a una cuantificación de daños esperados, se plantea la siguiente adecuación de la escala de daños MSK para la región de Arequipa en función a la escala MMLA-92.

b) Escala de Daños MMLA-92

Daños leves:

GRADO 1, MENOS DEL 5 % DE DAÑOS.

- Fisuras en los revestimientos con un espesor menor a los 2 mm y una longitud máxima de 50 cm.
- Caidas de pequeños trozos de revoque y algunos daños en acabados, fácilmente reparables.
- Estructuras y partes vitales del edificio intactas.
- La vivienda puede seguir habitada, esta operativa

Daños moderados:

GRADO 2, ENTRE 5 Y 10 % DE DAÑOS.

- Grietas pequeñas no sólo en los revoques sino también en los muros con una abertura de 2 a 5 mm y una longitud de 1.5 m o más.
- Caidas de grandes trozos de revoque, y mayores daños en los acabados.
- Ruptura de Vidrios y cristales en las ventanas y mámparas.
- Caída de parapetos
- Daños leves en las estructuras, fácilmente reparables.
- Por lo general la vivienda puede seguir siendo ocupada por lo menos en parte, pero es aconsejable una revisión técnica previa para determinar su operatividad.

Daños severos:

GRADO 3, ENTRE 10 Y 30 % DE DAÑOS.

Grietas grandes y profundas entre 5 y 20 mm de espesor y de por lo menos un metro y medio de longitud.

Caida total o parcial de muros sin arriostre.

Daños moderados en las estructuras del edificio especialmente en el encuentro de vigas y columnas.

El edificio no puede ser ocupado antes de una evaluación rigurosa del edificio a cargo de un profesional experto.

Destrucción parcial:

GRADO 4, ENTRE 30 Y 60 % DE DAÑOS.

Brechas y grietas en los muros que pasan los 20 mm con longitudes mayores al metro y medio.

Daños severos en las estructuras del edificio.

- Los puntos críticos de las estructuras fallan por concentración de esfuerzos, torsión estructural, impacto con edificaciones vecinas y otros defectos de diseño y/o construcción.

Derrumbamiento parcial de las edificaciones, colapso de las paredes interiores y muros y serio debilitamiento de techos y losas que sostienen o incluso su caída.

La vivienda no puede ser ocupada y es necesaria una inspección rigurosa para determinar si puede aún ser reparada o debe ser demolida.

Colapso:

GRADO 5, MÁS DEL 60% DE DAÑOS.

Destrucción total o parcial de las estructuras o partes vitales del edificio.

Desplome de los muros y de las losas y techos que sostienen.

La vivienda por supuesto no puede ser ocupada, por lo general debe ser demolida pero es aconsejable una revisión técnica previa.

4.2.2 CLASIFICACIÓN DE VIVIENDAS

Cuando ocurre un sismo violento la naturaleza actúa como un severo examinador de las obras proyectadas por el hombre poniendo en evidencia las deficiencias en el diseño, material, y ubicación de las construcciones ingenieriles, empiezan a fallar por sus puntos críticos donde se concentran los esfuerzos o por su debilidad no están preparadas para la magnitud de

aceleración que en un movimiento sísmico se originan, las fallas progresan y eventualmente colapsa la estructura.

Estudiando de manera sistemática y en detalle cómo fallan los diferentes tipos de edificaciones, determinando el tipo de falla más frecuente e interrelacionando esta información con el tipo de suelo, topografía y otras condiciones locales se puede obtener información muy valiosa para estimar el riesgo sísmico local que puede darse en forma de Intensidad Sísmica y a partir de estos datos la vulnerabilidad de la zona de estudio.

Existe una gran variedad de edificaciones en la región de Arequipa que dependen de las características socio-económicas, costumbres y modos de vida de la comunidad y de su interrelación con el medio ambiente. En cada región se emplean diferentes técnicas constructivas, materiales y diseños que obedecen a las necesidades de sus pobladores.

Sin embargo, éstas pueden agruparse y clasificarse de acuerdo a una escala en la que el aspecto principal sean sus características sismorresistentes. Esta clasificación debe ser estandarizada es decir que permita su comparación con estudios realizados en otras regiones y así poder ubicarla en una escala de vulnerabilidad.

CUADRO 4.4
CLASIFICACIÓN DE CONSTRUCCIONES MERCALLI
MODIFICADA (1956) ¹

Costrucciones A :
Estructuras de acero y hormigón armado, bien diseñadas, calculadas para resistir fuerzas laterales. Buena construcción, materiales de primera calidad.

Costrucciones B :
Estructuras de hormigón armado, no diseñadas en detalle para resistir fuerzas laterales. Buena construcción y materiales.

Costrucciones C :
Estructuras no tan débiles como para fallar la unión de las esquinas, pero no reforzadas ni diseñadas para resistir fuerzas horizontales. Construcción y materiales corrientes.

Costrucciones D : Construcciones de materiales pobres, tales como el adobe; baja calidad de construcción. No resiste a fuerzas horizontales.

En 1968 S.V. Medvedev (Moscú), W. Sponheuer (Jenia) y V. Karnik (Praga) en la zonificación sísmica de la entonces U.R.S.S. elaboraron una clasificación usada en la llamada Escala MSK.

Dicha escala respondía perfectamente a las condiciones locales en Europa para esos años, sin embargo, en base al principio de que todo aquello que no se adecúe a los cambios

¹TERREMOTOS; Bruce A. Bult.-pag226. Serie reverté, ciencia y sociedad, España 1981

que la evolución trae consigo o al hacerlo pierda su propia identidad sucumbe, era necesario elaborar un escala propia para las condiciones en nuestro continente y nuestro tiempo.

a) Clasificación de viviendas según la escala MMLA-92

En 1992 el Ing. Julio Kuroiwa elaboró una guía de clasificación de viviendas según su resistencia sísmica juntamente con la Escala de Mercalli Modificada para América Latina (MMLA-92) en base a estudios realizados desde 1963 en diversas zonas del continente.¹

En base a la clasificación MSK, la adaptación de la escala MSK a las edificaciones arequipeñas realizada por P. Orihuela en 1980² y el tipo de viviendas encontradas por el autor en las ciudades de Arequipa Mollendo Matarani, Mejía, Chala, Chuquibamba y

CUADRO 4.5	
TIPO DE COSTRUCCIONES - MSK	
Tipo A:	Con muros de mampostería en seco o con barro, de adobes, de tapial.
Tipo B:	Con muros de fábrica de ladrillo, de bloques de mortero, de mampostería con mortero, de sillarejo, de sillería, entramados de madera.
Tipo C:	Con estructura metálica o de hormigón armado.

Pampacolca en el departamento de Arequipa se ha hecho una adaptación de la escala de clasificación de viviendas del Ing. Kuroiwa (MMLA-92) a la región de Arequipa.

Los grupos de edificaciones a considerar son:

GUÍA DE CLASIFICACIÓN DE VIVIENDAS MMLA-92

¹Estudio de los daños causados por los sismos de Ancahs, Perú (1963); Caracas, Venezuela (1967); Moyobamba, Perú (1968); Ancash, Perú (1970), Managua, Nicaragua (1972); Lima, Perú (1974); Arequipa, Perú (1979); parte central de Chile (1985), Estudio de Michoacan y ciudad de México (1985); San Salvador, El Salvador (1986); Loma Prieta y Californi (1989). Estudio de daños causados por dichos sismos y trabajos de consultoría para agencias de NN.UU. como UNDRO y HABITAD y la OEA para Guatemala, Honduras, El Salvador, Colombia, Ecuador y Argentina.

²SISMO 16/02/79 - INLFUENCIA DE LAS CONDICIONES LOCALES EN AREQUIPA; Pablo, Orihuela F. - Tesis para optar el título de Ing. Civil UNI.

Edificaciones Tipo 0

CONSTRUCCIONES PRECARIAS (NO APTAS PARA VIVIENDA):

En general pertenecen a este tipo de viviendas aquellas cuya resistencia sísmica es casi nula, a pesar de su debilidad habitan un buen número de personas en ellas.

Edificaciones precarias construidas materiales de desecho como trozos de triplay, madera, acero y hasta cartón, sin elementos estructurales o que cumplan ese fin. Tienen techos livianos con vigas de madera o caña y cobertura de planchas de fibrocemento y de material de desecho (cartón, plásticos, latón, etc.). Su peso liviano disminuye los efectos de la vibración sísmica, pero dada la debilidad de sus elementos constitutivos los esfuerzos de corte y flexión terminan separándolos causando daños en la edificación que termina con el desplome.

Este tipo de edificaciones carecen de todo servicio, están en constante vulnerabilidad no sólo a sismos, sino también a vientos fuertes, la lluvia, y otras inclemencias del clima.

Pertenecen también a éste grado de resistencia sísmica aquellas construcciones que por su deterioro extremo se han debilitado a tal punto que podrían colapsar en cualquier momento, con la más leve vibración (un viento fuerte, el paso de un camión pesado, etc.)

Edificaciones tipo 1

CONSTRUCCIONES SÍSMICAMENTE MUY DÉBILES:

Son edificaciones de alta vulnerabilidad, se encuentran por lo general en la sierra. El sismo del 16-02-79 y muchos otros han causado grandes daños en estos pueblos cuyas viviendas eran precisamente de este tipo.

Construcciones de tierra

Adobe

Piezas cuyas dimensiones más comunes son de 40 x 25 x 18 cm. lo que da muros de 40 y 25 cm. de espesor dependiendo del aparejo empleado. Las construcciones más antiguas utilizan adobe de mayores dimensiones por lo que los muros resultantes son de mayor espesor.

Adobón :

Tierra húmeda apisonada en moldes o formas de madera resultando bloques de tierra de 50 a 80 cm. de espesor, de 50 a 100 cm. de altura y 80 a 150 cm. de longitud dispuestos uno a continuación del otro de tal forma que se arman muros de gran espesor . Las edificaciones así construidas tienen una fuerte densidad de muros lo que le da mayor resistencia a los muros a pesar de la mala calidad del material.

Estas edificaciones por lo general tienen techos ligeros con vigas de madera, caña gruesa o troncos y cobertura de planchas acanaladas de zinc o asbesto-cemento, también con caña delgada y tejas de arcilla cocida, paja, hojas de palmera, etc.

Construcciones de piedra - sillar:

Pircado de bloques de sillar o piedra sin mortero o con mortero pobre de cal y arena o arena cemento, cimentación muy superficial de piedra y barro, sin ningún tipo de refuerzo estructural. Dinteles de un trabado especial de sillar en arco o rectos. Techos con vigas de madera y troncos sobrepuestos directamente en el muro y cobertura de planchas acanaladas de zinc o asbesto cemento.

Este tipo de edificaciones no tiene supervisión ni asesoramiento técnico lo que produce una serie de defectos constructivos como el mal aplomo de los muros, falta de aparejo entre las unidades de albañilería, vigas de techo sin refuerzo en los apoyos, etc.

Edificaciones Tipo 2**CONSTRUCCIONES SÍSMICAMENTE DÉBILES:****Construcciones de albañilería:**

Edificaciones de ladrillo (tierra cocida) o bloques de concreto o con bloques de piedra unidas con mortero de arena cemento. Todos ellos sin refuerzo de columnas ni vigas collar. Con densidad de muros (α)¹ inferior a los 12cm/m².

Construcciones livianas debilitadas:

También puede incluirse dentro de éste grupo las construcciones livianas que inicialmente pertenecían al tipo 3, pero cuyos miembros estructurales están debilitados por el ataque de insectos, roedores o la constante humedad.

Construcciones de sillar:

Con buen mortero de cal-arena o cemento-arena, muros con espesores que varían entre 40, 80 y hasta 100 cm., bien trabados y piezas de sillar homogéneas. Cimentación profunda que varía entre los 0.80 y 2.00 m. Carece de elementos sismorresistentes (columnas y/o vigas de concreto reforzado), los dinteles y los techos del mismo sillar con una travazón especial en forma de bóvedas, techos de rieles de acero o losas macizas de concreto armado.

Las construcciones de sillar han pasado por 4 períodos o modas constructivas; las más antiguas (superan los 100 años) tienen *techos en bóvedas* con cimentaciones profundas mayores a los 2.00 m, muros muy pesados de sillar con espesores de hasta 100 cm y alturas entre 3 y 4.50 m. Las que le siguen en antigüedad (50 a 100 años) son las edificaciones que usan de *techos de rieles*, se caracterizan por tener muros más delgados, entre 40 y 60 cm. Su techo que es súmamente pesado con una diferencia de rigideces entre los bloques de sillar y las rieles que terminan agrietando los techos en dirección paralela al armado.

Las siguientes se caracterizan por tener techos de losa maciza de concreto armado, no llevan anclaje entre los techos y muros lo que produce fisuramiento a lo largo del encuentro entre el muro y el techo, fueron construidas entre 20 y 50 años atrás.

Por último las viviendas más jóvenes, con una antigüedad no mayor a los 30 años tienen losa aligerada con ladrillo de techo, generalmente presentan poca

¹La densidad de muros (α) no es sino la longitud total de muros en cm. en la dirección considerada dividida entre el área construida por encima del nivel considerado en m.

densidad de muros y debilidad de la construcción en alguna dirección (desproporción en el diseño que origina fuerzas de torsión en la planta).

Edificaciones Tipo 3

CONSTRUCCIONES MEDIANAMENTE RESISTENTES

Construcciones Livianas:

Son construcciones con poco peso propio y por lo tanto en caso de sismo generan fuerzas de inercia poco intensas. La estructura resistente la constituyen piezas de madera en estado rústico (troncos), caña gruesa tipo caña de Guayaquil o Bambú y el relleno de los muros pueden ser tablas, cañas delgadas, ramas de árboles, etc, recubiertas con barro. Dentro de este grupo se encuentran el Bahareque de Centroamérica, la Quincha de Perú, las construcciones de madera de Chile y de características similares que se construyen en la región.

Este tipo de construcciones se debilitan de manera extrema cuando sus elementos resistentes reducen su sección por acción de los insectos, roedores o la presencia constante de humedad.

Construcciones reforzadas de sillar:

Dentro de éste grupo se encuentran también las edificaciones de sillar reconstruidas y reforzadas, con columnas y vigas de amarre que le dan mayor resistencia a los esfuerzos de corte. Muros bien trabados y con piezas de sillar homogéneas y en buenas condiciones, mortero de cal-arena o cemento-arena en buen estado.

Construcciones de albañilería:

Son construcciones con muros de albañilería de ladrillo (tierra cocida), bloques de concreto o piedra tallada, unidas con mortero arena-cemento, techo rígido y pesado generalmente de concreto reforzado y losa aligerada. Pueden tener o no columnas y vigas collar de concreto reforzado como elemento sismo-resistente. Con densidad de muros (α) entre 10 y 12 cm/m².

Construcciones débiles de concreto reforzado:

Edificios de concreto armado (ver edificaciones tipo 5) con estructuración inadecuada por la existencia de defectos estructurales como columnas cortas,

excentricidad por la presencia de elementos rígidos y pesados como caja de ascensores placas, etc. en forma asimétrica, debilidad en una de las direcciones principales por una desproporción en la simetría de la edificación, insuficiente separación con el bloque adyacente o edificios vecinos, etc. No diseñada para resistir sismos, concreto de baja calidad (inferior a los 210 Kg/cm²) y ausencia de muros de corte para tomar cargas laterales.

Edificaciones Tipo 4

CONSTRUCCIONES SÍSMICAMENTE RESISTENTES

Construcciones de albañilería confinada:

Construcciones con muros de ladrillo o bloques de concreto, unidades homogéneas, bien trabadas y correctamente aplomadas. Con columnas y vigas de amarre de concreto reforzado y hasta placas o muros armados de corte, techo rígido y pesado de losa maciza o aligerada con ladrillo hueco de techo y con densidad de muros superior a los 12 cm/m²

Construcciones normales de concreto reforzado:

Con estructuración analizada y diseñada para resistir sismos, con algunos muros de concreto reforzado para tomar fuerzas horizontales pero sin tener una concepción ideal para resistir terremotos, con alguno de los defectos estructurales señalados en el inciso "d" pero no en grado extremo. Con concreto de resistencia normal ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$) y supervisión técnica adecuada.

En el cercado de la ciudad Arequipa existen varias edificaciones de albañilería confinada o concreto armado con enchapes de sillar, que dan la apariencia de ser edificaciones de sillar antiguo, sin embargo como es de suponer pertenecen estas edificaciones al tipo 4.

Edificaciones Tipo 5

CONSTRUCCIONES SÍSMICAMENTE MUY RESISTENTES

De concreto reforzado:

Edificaciones cuyo sistema resistente está constituido por columnas y vigas de concreto reforzado conformando pórticos espaciales, con techos de losa maciza de concreto armado o aligerados con elementos de albañilería huecos. En general los muros de relleno por lo general son de ladrillo cocido o bloques de concreto.

Con estructuras concebidas, diseñadas y construidas para resistir sismos utilizando modernas técnicas sismorresistentes con muros de corte de concreto reforzado simétricamente distribuidos en planta y elevación capaces de controlar la deformación lateral dentro de límites que eviten las fallas de elementos frágiles como cristales o muros delgados aún en caso de sismos intensos.

Concreto de buena calidad de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ o más, con buena mano de obra y adecuada supervisión técnica.

Edificaciones Tipo 6

CONSTRUCCIONES ALTAMENTE RESISTENTES

Construcciones de acero

Se usa perfiles de acero como núcleo de estructuras apertadas espaciales en edificios altos, se usa generalmente para cubrir grandes luces como fábricas, depósitos, hangares, etc. Pueden ser de alma llena o en base a platinas soldadas para darle resistencia lateral en caso de sismo violento o de alta velocidad, se utilizan también tensores que se cruzan en diagonal para que actúen en ambas direcciones y sean especialmente estables en su conjunto.

Por su ductilidad y poco peso en relación con el gran área que cubren en general tienen alta resistencia sísmica si se las trata debidamente. Puede clasificarse en dos subtipos:

Normales

Si se han tomado en cuenta ordenadas para resistir sismos violentos y vientos de alta velocidad, En caso de sismos muy violentos pueden fallar por inestabilidad de los elementos que lo componen o por fallas de tensión en soldaduras defectuosas en puntos de unión o en zonas debilitadas por perforaciones u otras razones.

Altamente resistentes:

Si han sido diseñadas y construidas especialmente para tomar cargas laterales de acuerdo a modernas normas sismorresistentes de acero y a una rigurosa inspección.

4.2.3 ESCALA DE INTENSIDADES

La intensidad sísmica se define de la manera como la perciben las personas y por lo tanto es importante definir el estado y el ambiente en que se encuentran al ocurrir el sismo; los daños que causan en las estructuras y los cambios en la geografía y paisaje dependen muchas veces no solo de la intensidad o violencia del movimiento sísmico, sino también de la resistencia de las edificaciones y de las condiciones locales como el suelo, pendiente, profundidad de la Napa Freática y otros factores. El hombre ha hecho varios intentos por expresar y medir el grado de destrucción y la intensidad de los movimientos telúricos, estos han ido desarrollandose y evolucionando al pasar el tiempo. En diferentes partes del mundo se elaboraron escalas en función de la percepción del movimiento y sus efectos sobre la naturaleza. La última y más usada es la escala Mercalli Modificada, desarrollada en Europa y publicada por primera vez en 1931¹

En 1992 el Ing. Julio Kuroiwa elaboró la Escala de Mercalli Modificada para América Latina (MMLA-92), adecuando la escala Mercalli Modificada a las condiciones de nuestro continente en base a su experiencia en estudios realizados desde 1963 en diversas zonas del continente.² Por ejemplo la escala MM-56 recién considera grandes deslizamientos para el

¹Versión original en 1931 en Wood H. O. y Newman F., 1931, Escala de Intensidad Mercalli Modificada de 1931 : "Seismological Society of America Bulletin". vol. 53, num. 5, 979-987.

Versión de 1956 preparada por Chrls F. Richter en "Elementary Seismology", 1958, pp. 137-138. W.H. Freeman and Company.

²Estudio de los daños causados por los sismos de Ancahs, Perú (1963); Caracas, Venezuela (1967); Moyobamba, Perú (1968); Ancash, Perú (1970), Managua, Nicaragua (1972); Lima, Perú (1974); Arequipa, Perú (1979); parte central de Chile (1985), Estudio de Michoacan y ciudad de México (1985); San Salvador, El Salvador (1986); Loma Prieta y Californi (1989). Estudio de daños causados por dichos sismos y trabajos de consultoría para agencias de NN.UU. como UNDRO y HABITAD y la OEA para Guatemala, Honduras, El Salvador, Colombia, Ecuador y Argentina.

grado X, seguramente debido a que la topografía es suave en Europa, en cambio, en el lado occidental de Sudamérica, donde los Andes generan una geografía agreste, los deslizamientos importantes ocurren a partir del grado VI o VII MMLA-92.

Por otra parte los tipos de edificaciones que existían en Europa y en California (EEUU), en los años 40 son diferentes a los que existen en la actualidad en América Latina. En esa época tampoco era conocida como tal la licuación de suelos, fenómeno que agrava los daños producidos por los terremotos, que recién comenzó a recibir atención de los investigadores después del terremoto de Nigata, Japón de 1964, donde este fenómeno ocurrió de manera extensiva. Estas consideraciones han llevado al Ing. Kuroiwa a proponer la escala MMLA-92.

A continuación se muestran la escala Mercalli modificada del año 1956 y la escala MMLA-92 que es la que se va a usar en este trabajo de investigación.

a) Escala Modificada de Mercalli Sieberg.

Nota:

- La aceleración máxima y los valores de velocidad de la onda sísmica son para suelo firme y varían grandemente dependiendo del tipo de fuente sísmica.

- Notación:

v = Velocidad máxima media en cm/s

a = Aceleración máxima media en g donde $g = 980 \text{ cm/s}^2$

**ESCALA DE INTENSIDAD
MERCALLI MODIFICADA ABREVIADA.**

Gr.	Descripción	acelerac. y veloc. promedio
	No sentido excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.	
II	Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios. Objetos suspendidos delicadamente pueden oscilar.	

III	Sentido muy sensiblemente en interiores, especialmente en los pisos altos de los edificios pero mucha gente no lo reconoce como temblor. Automóviles detenidos pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como al paso de un camión, duración apreciable.	
IV	Durante el día sentido en interiores por muchos, al aire libre por algunos, Por la noche algunas personas se despiertan. Se agitan y suenan platos, puertas y ventanas; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.	$v = 1-2\text{cm/s}$ $a = 0.015 - 0.02\text{g}$
V	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas y similares rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables se vuelcan. Algunas veces se observa balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.	$v = 2-5 \text{ cm/s}$ $a = 0.03- 0.04 \text{ g}$
VI	Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior, algún mueble pesado se mueve; algunos casos de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.	$v = 5-8 \text{ cm/s}$ $a = 0.06- 0.07 \text{ g}$
VII	Todo el mundo corre al exterior. Daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras corrientes bien construidas; considerable en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por personas que conducen automóviles en movimiento.	$v = 8 -12 \text{ cm/s}$ $a = 0.10- 0.15 \text{ g}$
VIII	Daño leve en estructuras diseñadas especialmente; considerable en edificios corrientes sólidos con colapso parcial; grande en estructuras de construcción pobre. Paredes separadas de la estructura. Caída de chimeneas, rimeros (rumas) de fábricas, columnas monumentos y paredes. Muebles pesados volcados. Eyección de arena y barro en pequeñas cantidades. Cambios en pozos de agua. Conductores de automóviles entorpecidos.	$v = 20 -30 \text{ cm/s}$ $a = 0.25 - 0.30 \text{ g}$
IX	Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras con armaduras bien diseñadas pierden la vertical, daños grandes en edificios sólidos con colapso parcial. Los edificios se desplazan de los cimientos. Grietas visibles en el suelo. Las tuberías subterráneas se rompen.	$v = 45 - 55\text{cm/s}$ $a = 0.50 - 0.55 \text{ g}$
X	Algunos edificios bien construidos en madera destruidos; La mayoría de las obras de estructuras de ladrillo destruidas desde los cimientos; suelo muy agrietado. Carriles torcidos. Corrimientos considerables en las orillas de los ríos y en laderas escarpadas. Movimientos de arena y barro. Agua salpicada y derramada sobre las orillas.	$v > 60 \text{ cm/s}$ $a > 0.60 \text{ g}$
XI	Pocas o ninguna obra de albañilería queda en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Carriles muy retorcidos.	
XII	Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie del suelo. Líneas de mira (visuales) y de nivel deformadas. Objetos lanzados al aire.	

b) Escala MMLA-92

Los grados que se expresan en números romanos y los efectos sísmicos serán presentados en orden ascendente en magnitud. Debido a que estos son solamente números enteros se acostumbra agregar los símbolos (+) y (-) a los grados para expresar valores intermedios, así por ejemplo VIII+ MMLA, significa que la intensidad fue mayor que VIII sin llegar a 8.5 y IX- MMLA, significa que la intensidad fue algo menor que IX.

Se podrá notar que los grados bajos de la escala, hasta V, donde no se producen daños, se refiere a la manera cómo la percibe el hombre y qué ocurre a su alrededor, como oscilación de puertas y ventanas abiertas, objetos colgantes, etc. En cambio los grados intermedios de VI a IX son mejor definidos por los daños que causan en las edificaciones, por lo que sus características deben corresponder a la escala de edificaciones según su resistencia sísmica MMLA y, los grados altos X a XII, donde los daños son tan severos o la mayoría de las edificaciones han colapsado, están mejor definidos por los efectos que causan en la Naturaleza.

**ESCALA DE INTENSIDAD SISMICA
MERCALLI MODIFICADA PARA LATINOAMERICA DEL AÑO 1992**

Gr.	Descripción	a. prom.en gals.
	<p>Imperceptible. La intensidad de la vibración está por debajo del límite de la percepción humana.</p>	1,0
II	<p>Apenas Perceptible. Sólo sentido por personas en los pisos superiores de edificios altos o en estado de reposo en ambientes tranquilos.</p>	3,0
III	<p>Débil observado parcialmente. Sentido en el interior de las casas. Puede ser confundido con las vibraciones producidas por el paso de un camión ligero. Personas atentas podrían notar pequeñas oscilaciones de objetos pequeños colgantes.</p>	5,0
IV	<p>Observado a escala moderada. Sentido por muchas personas en el interior de los edificios y pocas fuera de ellos. Oscilan objetos colgantes. Vibraciones similares a las producidas por el paso de camiones pesados. Las puertas, ventanas y vajillas vibran. Percibido dentro de vehículos detenidos.</p>	15,0

V	<p>Las personas se despiertan. Sentido en el exterior. Los edificios vibran notoriamente. Las personas se despiertan, aunque pocas corren al exterior. Los objetos inestables pueden volcarse o girar. Las puertas o ventanas abiertas oscilan. Los objetos colgantes oscilan notoriamente y los relójes de péndulo pueden detenerse o alterar su marcha.</p>	35,0
	<p>Las personas se asustan. Sentido por todos. Muchos se asustan y corren fuera de las edificaciones. Dificultad en caminar. Vajillas, adornos y libros se desplazan en sus apoyos, pueden caer y romperse. Las edificaciones tipo 1 (adobe y similares) se fisuran en las esquinas y parte central superior, algunas pueden rajarse en los mismos sitios. Se desprende polvo estuco (revoque) en las edificaciones flexibles (bahareque, quincha). Árboles y arbustos se sacuden. Pueden producirse pequeños deslizamientos en zonas de gran pendiente y pequeñas grietas en suelos blandos y húmedos.</p>	
VII	<p>Daños en edificios. La mayoría de las personas se asustan, es difícil de mantenerse en pie, percibido por personas manejando autos. Los objetos colgantes tiemblan. Las edificaciones tipo 1 se rajan en las esquinas y la parte central superior, pudiendo desprenderse pequeños bloques de muros. Se desprende parte del estuco de construcciones flexibles (madera y/o caña) cubiertas con barro. Fisuras en columnas cortas y en muros de edificaciones en base a muros portantes con baja densidad de muros (tipo 2) y elementos de relleno (muros de partición y vidrio) en edificaciones flexibles de concreto y acero. Deslizamientos importantes en zonas de topografía abrupta y suelo suelto. Ondas en pantanos. Se enturbia el agua con barro al fondo del depósito o lago.</p>	130,0
	<p>Destrucción de edificios. Susto y pánico, incluyendo a los conductores de autos. Se mueven muebles, incluso los pesados, cuadros y otros objetos colgantes vibran violentamente y pueden dañarse parcialmente. Destrucción de la mayoría de edificaciones tipo 1, incluyendo la caída de techos, las edificaciones de concreto reforzado con defectos estructurales tipo 3 de poca altura (hasta 2 ó 3 pisos) sufren graves daños en puntos de concentración de esfuerzos, los de mayor altura pueden colapsar total o parcialmente, graves daños en tabiquería con caída de muros sueltos y rotura de gran cantidad de vidrios en edificios flexibles. Graves daños en edificios de madero y/o caña con elementos estructurales debilitados por picadura de insectos o descomposición.</p>	
VIII	<p>Se rompen ramas de los árboles. Grandes grietas de suelos húmedos. Licuación en arenas finas y limos saturados de agua. Se enturbia el agua de los lagos. Se pueden producir grandes avalanchas de nieve y lodo desprendidas de altas montañas nevadas.</p>	
	IX	<p>Destrucción general de edificios Pánico general. Destrucción de las edificaciones tipo 2, daños severos a veces irreversibles en edificios tipo 3, daños importantes pero reparables en edificios tipo 1, graves daños en estructuras enterradas (tuberías, ductos, etc.). Hundimiento de edificaciones y flotación de cajas de desagüe en zonas donde han ocurrido licuación de suelos. Grandes grietas en el terreno y eyección de agua, lodo y arena. Grandes deslizamientos de tierra y piedras. Grandes olas sobre el agua. Vertientes de agua cambian su cauce.</p>

Destrucción general

La mayoría de las edificaciones destruidas. Edificaciones tipo 4 (sismorresistentes) sufren daños importantes gran número de ellos irreparables pero sin colapsar. Diques y presas sufren daños críticos y severos en puentes y estructuras enterradas. Las líneas férreas se tuercen levemente y las carreteras se ondulan.

1450,0

X

Los ríos se salen de sus cauces. Grandes grietas de varios decímetros y desplazamientos de grandes volúmenes de suelo. Numerosos deslizamientos en terrenos en pendiente. Severa licuación de suelos saturados y cambio en el nivel de pozos.

Catástrofe

Daños muy severos en edificaciones tipo 4, la mayoría irreparables o de reparación muy costosa. Puentes, líneas férreas, carreteras y tuberías subterráneas quedan inservibles.

2500,0

XI

Grandes grietas en el terreno con desplazamiento horizontal y vertical. Numerosos derrumbes y desprendimientos de rocas en grandes proporciones.

Cambios en el paisaje

Destrucción casi total de todas las estructuras sobre o bajo el nivel del suelo. Cambio radical en la superficie terrestre con abundantes grietas y extensos desplazamientos horizontales y verticales. Cambios importantes en el régimen de cursos y pozos de agua.

> 3500,0

XII

c) Comparación de Escalas

TABLA COMPARATIVA DE ESCALAS SISMOMETRICAS Y ACELERACIONES MAXIMAS, SEGÚN J. M. MUNUERA

La siguiente es una tabla preparada por J. M. Munuera que compara los grados de intensidad de varias escalas sísmicas y proporciona además la aceleración promedio en gals. La escala MMLA-92 ha sido incluida en esta tabla por el autor. Se puede apreciar que coincide con la escala (Mercalli-Sieberg).

Esta tabla puede ser muy útil para efectos de comparación de escalas y de aceleración.

Canca- ni	Merca- III	Merca- III Sie- berg	Rossi y New- man ¹	Wood- New- man ²	Mercalli Modif. L. A. ³	C.M.O. ⁴	Aceler. Máx. Prom. en gals	% de la Grav.
							1,0	0,10

¹En América.

²Internacionalmente.

³Propuesta por el Ing. Juroiwa en 1992 para América Latina.

⁴Propuesta en Japón.

						I	1,5	0,12
				I			2,0	0,20
							2,5	0,25
I	I	II	I		I		3,0	0,30
							3,5	0,35
							4,0	0,40
III	III	III	III	III	III		5,0	0,50
			IV			I	10,0	1,00
IV	IV	IV		IV	IV		15,0	1,50
			V				20,0	2,00
				V			30,0	3,00
V	V	V	VI		V	III	35,0	3,50
				VI			60,0	6,10
VI	VI	VI	VII		VI		80,0	8,20
							90,0	9,20
							100,0	10,20
VII	VII	VII	VIII	VII	VII	IV	130,0	13,20
							200,0	20,40
				VIII			300,0	30,60
							400,0	40,80
VIII		VIII	IX		VIII	V	510,0	52,00
	VIII			IX			625,0	63,70
IX		IX			IX		750,0	76,50
							900,0	91,70
	IX		X	X			1100,0	112,10
X		X			X		1450,0	147,80
						VI	1800,0	183,50
	X						2150,0	219,20
XI	XI	XI		XI	XI		2500,0	254,80
							3000,0	305,80
							3500	356,70
XII		XII		XII	XII	VII	>	>

4.3 SECTORIZACION

La Sectorización nos permite estudiar por separado cada sector o zona de la ciudad con características similares, vale decir, dividir el problema en partes para resolver estas una por una y finalmente unir los resultados en una respuesta global, es decir hacer un análisis del problema, resolver las inquietudes y sintetizar los resultados.

Este paso se realiza después de un reconocimiento completo del lugar, identificando similitudes y homogeneidad en cuanto al tipo de edificaciones, antigüedad, condición socioeconómica de la población, topografía local, materiales de construcción predominante, tipo de suelo, etc.

La sectorización es un paso muy importante en estudios de esta naturaleza ya que puede facilitarnos la resolución del problema o también hacerla más compleja, no hay regla específica para obtener un determinado número de sectores en función del tamaño de la población o número de distritos, etc. depende de las condiciones propias de cada ciudad, un excesivo número de sectores extiende innecesariamente el análisis haciendo el trabajo más tedioso. Un menor número de sectores que el óptimo, arroja datos no representativos y confunden al investigador.

4.4 DISEÑO DE MUESTRAS

El criterio seguido para determinar el mínimo número de viviendas a tomar en las encuestas fue el mismo que se usó en estudios pasados, el recomendado por la Oficina Nacional de Estadística y Censos (ONEC) en 1973¹, el método consiste en lo siguiente: Se toma el 5% de las manzanas y el 10 % de las viviendas por manzana como mínimo, por ejemplo, si en un determinado sector de una ciudad cualquiera hay 1430 viviendas en 94 manzanas, el número de viviendas por manzana es:

$$1430 \text{ viv. } /94 \text{ Mz.} = 15.21 \text{ viv/Mz}$$

- el 10 % de las viv/Mz es 1.52 por aproximación: 2
- y el 5% de las manzanas es 4.7, luego el mínimo número de viviendas a tomar es:

$$2 \times 5 = 10$$

En el presente trabajo los cálculos se hacen mediante cuadros por criterio de orden y operatividad, el cuadro para este cálculo sería el siguiente:

Cuadro 4.6

# de Viviendas	1430
# de Manzanas	94

¹Estudios Sísmicos de las Viviendas en el Rimac para la Hipótesis de un Sismo Destructor en Lima Metropolitana ; Rafael Paredes Vargas (T.G.) UNI-FIC.

# de Viv/Mz	1430/94 = 15,21
5% Mz	4,7
10% Viv/Mz	1,5 = 2
# Viv. min.	2x5 = 10
# Viv. tomadas	13

Los cálculos nos sugieren un mínimo número de viviendas a tomar, pero finalmente éste está sujeto a que se encuentren muestras efectivamente representativas para cada tipo de vivienda y un mayor número al mínimo es de carácter conservador.

4.5 INTENSIDAD ESPERADA

Como se ha explicado en el capítulo anterior, sería necesario determinar la amplificación dinámica en cada zona para llegar a la intensidad sísmica esperada en la superficie del terreno, pero debido a la escasez de recursos y el objetivo que persigue el presente estudio, la determinación del peligro sísmico en la superficie se hace distribuyendo el rango de intensidades esperadas en la ciudad de acuerdo a condiciones locales de suelo.

El criterio empleado es como sigue:

- IX Suelo Blando, arena saturada, arcilla suelta, etc.
- VIII Suelos intermedios
- VII Suelo firme, grava densa, roca, etc.

La intensidad puede incrementarse de acuerdo a condiciones de topografía, pendiente, nivel freático existencia de arenas sueltas con alto potencial de licuación de suelos, etc.

4.6 RECONOCIMIENTO EN CAMPO

Con objeto de determinar las características físicas de las edificaciones como el material de construcción, estado de conservación de las edificaciones, presencia de elementos sismorresistentes, antigüedad, etc., se confeccionaron tres fichas de recolección de datos una

para viviendas de tierra, otro para viviendas de albañilería y finalmente otra para edificaciones de concreto armado, todas en una sola hoja y un espacio en blanco para realizar un levantamiento en planta si fuese necesario.

El tipo de vivienda y sus características físicas así como la seguridad misma dentro de ella está asociado a condiciones socioeconómicas, costumbres, grado de educación, etc. de sus ocupantes. Para sondear estos aspectos se repartieron además, encuestas socioeconómicas en las que se incluyen preguntas sobre la densidad de habitantes dentro de la vivienda, nivel económico, capacidad de ponerse a salvo, de reponerse al desastre, etc. En estas no se preguntaron dirección ni nombre de las personas encuestadas para obtener datos menos falceados.

Por lo general en cada sector hay zonas con un mismo tipo de vivienda, ya que como se ha visto estos corresponden a antigüedad, nivel económico, topografía etc. entonces luego de sectorizar el área urbano con mucho criterio, se identifican los tipos de vivienda, se estima la cantidad de viviendas lo más preciso posible y se toman muestras representativas para cada tipo de vivienda.

Estos datos se muestran en tablas y gráficas haciendo uso de hojas de cálculo (en nuestro caso el Excel) y su distribución en el plano de vulnerabilidad física de las edificaciones.

4.7 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN:

Una vez que se ha sectorizado debidamente la ciudad y haberse clasificado las edificaciones de acuerdo a su resistencia sísmica, determinado las intensidades sísmicas probables y su distribución de acuerdo al tipo de suelo, se procede a determinar el Riesgo sísmico.

Como sabemos:

$$\text{Riesgo} = \text{Vulnerabilidad} + \text{Peligro}$$

En este caso la Vulnerabilidad la hemos determinado con el estudio y clasificación de las viviendas en "Tipos" de acuerdo a su resistencia sísmica, existiendo una relación directa entre la vulnerabilidad y la cantidad de edificaciones débiles (tipo 1 ó 2).

El Peligro está dado por la Intensidad Sísmica esperada. Para efectos de interposición y suma de efectos consideramos que la distribución de las viviendas así como el tipo de suelo dentro de cada sector es homogénea y espacialmente isotrópica, esto no es del todo cierto, pero si la sectorización está bien hecha esta hipótesis nos permitirá obtener una buena aproximación.

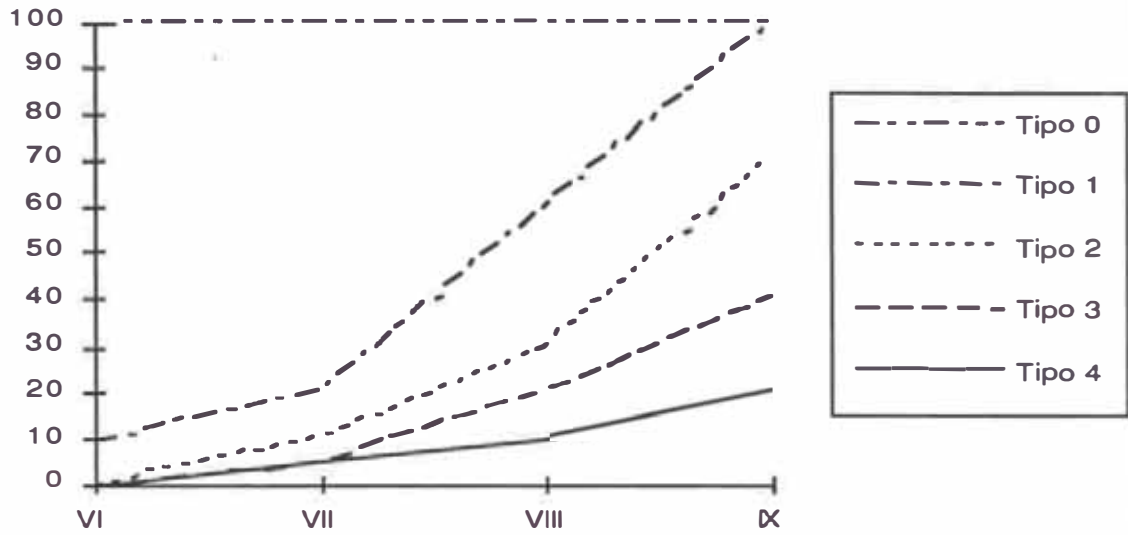
Usando la tabla 4.7 que nos da el porcentaje de daño de la edificación en función de la intensidad sísmica y la resistencia de la vivienda en escala MMLA-92, obtenemos el riesgo sísmico de acuerdo al número y frecuencia de cada tipo de vivienda y de la distribución de las intensidades en forma de incidencia se obtienen la cantidad de edificaciones dañadas con porcentaje de daños, estas se clasifican de acuerdo a la escala de daños de acuerdo a su magnitud.

Por cada ciudad se presentan por lo general 5 láminas: el plano catastral, la sectorización, distribución de intensidades, tipos de edificaciones (vulnerabilidad) y finalmente el de riesgo sísmico que resulta de la interposición de los dos últimos.

CUADRO 4.7
DAÑOS ESPERADOS EN FUNCIÓN DE LA INTENSIDAD SÍSMICA (MMLA)
Y EL TIPO DE EDIFICACIÓN

TIPO DE EDIFIC.	VI	VII	VIII	IX
1	10%	20%	> 60%	100%
2		10%	30%	> 70%
3		5%	20%	< 40%
4		5%	10%	20%

Daños Esperados en Función de la Intensidad Sísmica y el tipo de edificación



Capítulo 5

Estudio Local en Mejía

5.1 RECONOCIMIENTO

Mejía es una pequeña ciudad ubicada al Suroeste del departamento de Arequipa, es uno de los balnearios más pintorescos de todo el litoral Sur, su fundación se remonta al año de 1872, sin embargo fue reconocida con categoría de pueblo por Ley 12301 el 3 de Mayo de 1955. La ciudad está enclavada en un circuito que incluye el Valle de Tambo, La Curva y la Punta de Bombón, sobre la carretera Mollendo - Valle de Tambo, a 13 Km. de Mollendo y a 105 Km. de la ciudad de Arequipa.

Uno de sus principales atractivos son dos lagunas de agua dulce a 200 m de la línea costera, que al ser una "parada" de aves migratorias que provienen de Norteamérica en su viaje hacia el Sur es una de las llamadas *zonas protegidas*, por que de ser destruido este ámbito natural, muchas de ellas al no encontrar este refugio, perecerían inevitablemente poniendo en peligro la perpetuación de sus especies. Las aves que más abundan son las zambullidoras, patos, chocas, gallaretas y garzas y que incluso muchas de ellas anidan en las zonas pantanosas aledañas a los espejos de agua y constituyen un atractivo para ecólogos y naturalistas no sólo en el verano.

Las lagunas que en la actualidad se conocen como "Laguna Norte" y "Laguna Sur", están conectadas por medio de un canal con flujo permanente de agua y sistemas de drenaje hacia el mar cubriendo una superficie total de doscientas hectáreas, con una profundidad

promedio de 1.50 m. y una máxima de 3.00 m. La principal fuente de estos espejos de agua proviene de la irrigación "La Ensenada", que es la razón por la cual estas lagunas aumentan su volumen en invierno.

La ciudad está rodeada por terrenos agrícolas y por el Sur limita con el Océano Pacífico, se llega por la carretera Mollendo Valle de Tambo, por la cual hay servicio de microbuses y camionetas cerradas tipo combi que tardan unos 15 a 20 minutos desde Mollendo. La vía es usada también por algunas líneas de transporte público que hacen servicio directo de Tacna a Lima sin pasar por Arequipa aprovechando un desvío en la autopista Panamericana en un lugar llamado Fiscal.

Mucho tiempo antes de fundarse la ciudad, las playas de Mejía eran visitadas por bañistas por lo general familias de buena posición económica que en época de verano armaban ambientes provisionales con esteras y palos de Pajarrobo y permanecían allí por espacio de 20 a 30 días, al término del cual los desarmaban y regresaban. Fue recién en 1872 que su fundador, el Doctor Coronel Trinidad Pacheco Andía, en ese entonces subprefecto de la provincia de Islay, en compañía de amigos influyentes decidieron construir edificaciones permanentes y fundar allí una ciudad balneario.

Geográficamente se ubica en el meridiano 71°54'21" longitud Oeste y el paralelo 17°05'54" latitud Sur. y a unos 23 m.s.n.m. Su clima es típico del Litoral Sur, con marcadas estaciones y temperaturas que fluctúan entre 27 °C en verano y de 10 a 12 °C en invierno.

El pueblo tiene una extensión aproximada de 15.20 Ha y todo el distrito de Mejía unos 100.78 Km². Su población según datos del INEI obtenidos en el último Censo tiene la siguiente configuración:

POBLACION MEJIA	TOTAL 1248	URBANA 616	RURAL 632
--------------------	---------------	---------------	--------------

En la década pasada la población disminuyó notablemente debido a la migración por las condiciones socio-económicas del país y la presencia de grupos terroristas, pero en los últimos años Mejía está volviendo a crecer. Según datos del INEI, en el censo del 81, habían 161 viviendas en la ciudad, en la investigación realizada se pudo contar por lo menos unas 474 viviendas en el área urbana lo que indica que la ciudad ha crecido, sin embargo el abastecimiento de servicios básicos aún no ha mejorado sustancialmente.

La topografía de la ciudad tiene las siguientes características: Una zona central con pendiente moderada y continua al rededor del 5% en promedio, con una pequeña caída de 2.00 a 3.00 m. en la parte inferior. Se desarrolla desde los 2.00 m. hasta los 30 aprox. en una longitud de 300 m. sobre la que ésta superficie está ubicada la zona antigua de la ciudad.

Dos zonas planas altas a ambos lados conocidas como La Chirisuya y las Casuarinas rodeada por terrenos de cultivo y limitada por el Sur por un acantilado de unos 15 a 20 m., a cuyo pie se encuentran las lagunas de agua dulce mencionadas anteriormente. Y por último una zona plana y baja, cubierta de vegetación a cuyo extremo se encuentran las playas Esta zona presenta dos afloramientos rocosos en forma de protuberancias de unos 10 a 15 m. que se elevan sobre las playas conocidas como Tiro Alto y La Isla.

El suelo donde está edificada la ciudad es básicamente un estrato rocoso cubierto por una capa de arcilla consolidada de pequeño espesor. La roca aflora en muchos sectores como en La Isla y Tiro Alto, así como en la parte Este y Sur-Este del casco urbano, sin embargo en la zona alta el espesor de la arcilla es variable, en algunas partes es superficial y en otras no.

En el plano 5.2 se ha hecho una distribución de intensidades máximas esperadas de acuerdo a los rangos estimados para esta zona y el tipo de suelo encontrado, en el suelo rígido donde existen afloraciones de roca o el espesor de la capa arcillosa es superficial se espera una intensidad de VII, mientras que en los suelos que tienen dicha capa de arcilla consolidada con espesor variable o con cierta profundidad una intensidad de VII+.

La principal actividad económica de la población perenne es la pesca, la agricultura y el comercio, actividades que se incrementan notablemente en los meses de Diciembre a Marzo con la presencia de bañistas mientras mientras existe una gran población flotante que aparece en época de verano y que son también propietarios de un buen número de viviendas desarrollan sus actividades económicas fuera del ámbito de la ciudad y cuando están en ella se dedican a la recreación y diversión como es de costumbre en un balneario.

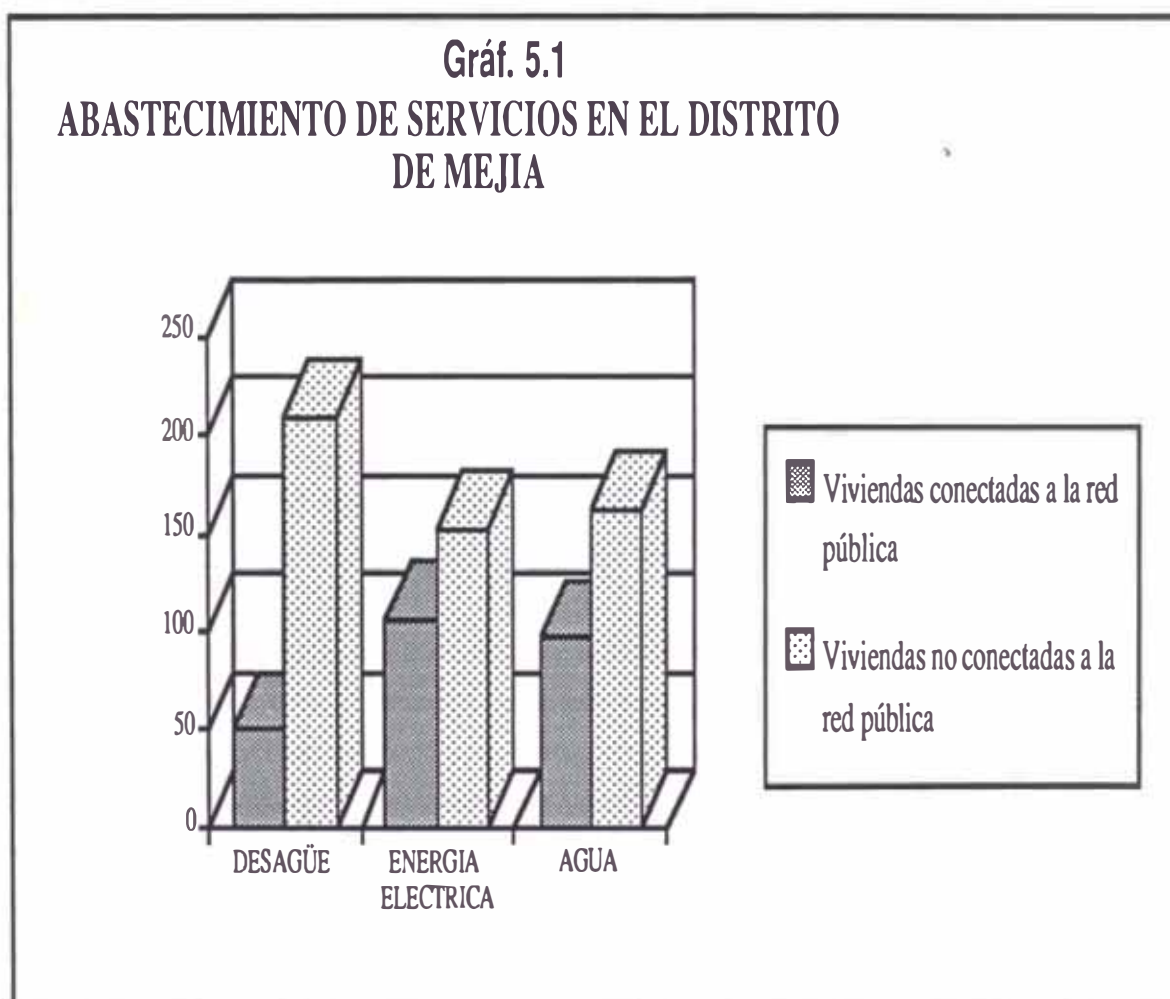
La población está consolidada en buena parte, las zonas de Tiro Alto, La Isla, y el mismo centro están ya completamente edificadas. Las Casuarinas y La Chirisuya a ambos extremos de la ciudad presentan todavía terrenos sin construir estando ya lotizados.

En cuanto a las condiciones socio-económicas, no presenta grandes contrastes: La zona baja (La Isla y Tiro Alto) así como el Sureste del casco urbano es aparentemente la de

mejor posición económica, sus edificaciones son grandes y lujosas con todos los servicios y comodidades.

En el centro de la ciudad en cambio, donde habita la mayoría de la población residente, especialmente en la parte alta, las viviendas son más modestas y hay hasta incluso construcciones de adobe y madera muy antiguas y mal conservadas.

Los servicios como agua, desagüe y Energía Eléctrica, no están completamente abastecidos como podemos observar en la gráfica 5.1, el desagüe es el más desabastecido, cerca del 20 % de la población carece de este servicio y un 60% usa poza séptica, sólo un 17 % está conectado a la red, este problema es agravado por lo caro que resulta la escavación de zanjas debido a la dureza del terreno. Además sólo el 37% tiene fuente de agua potable conectada a la red pública y un buen porcentaje toma el agua directamente del canal o alguna fuente natural. (INEI - 1981)



5.2 SECTORIZACION

Para facilitar el estudio y el análisis se ha dividido la ciudad en tres sectores, de acuerdo a su topografía y pendiente, y al tipo de suelo los que se describirá a continuación.

5.2.1 SECTOR I

Este sector comprende los barrios de Las Casuarinas y La Chirisuya al Noreste y Noroeste de la ciudad.

Las Casuarinas está ubicada en la parte más alta de la zona urbana a unos 20 a 25 m.s.n.m. y a unos 400 m. de la línea costera. Limita con terrenos agrícolas por el Norte y con un acantilado por el sur a cuyo pie se encuentran las lagunas de agua dulce. Se accede al barrio por medio de una desviación a la salida de la ciudad rumbo al Valle de Tambo, su traza urbana está ordenada a ambos lados de una avenida principal que la recorre de canto a canto y tres calles que permiten la salida a los terrenos de cultivo.

La Chirisuya que es el otro subsector, ubicado a la entrada de la ciudad viniendo de Mollendo, se extiende a ambos lados de la carretera a lo largo de unos doscientos metros también en un terreno relativamente elevado con respecto al mar (25 m.s.n.m.) y a unos 150 m. de la línea costera; limita con terrenos agrarios por la parte Norte y con terrenos eriazos por la parte Sur y Este, (ésta última está ya empezando a poblarse). Se encuentra a unos ciento cincuenta metros del casco urbano, y se extiende . Su traza urbana es un poco desordenada por lo que sus calles son confusas pero las edificaciones están suficientemente espaciadas; permitiendo el acceso a todos los puntos de esta concentración urbana.

Las Casuarinas tiene una superficie de 2.76 Ha. y La Chirisuya 3.60 Ha. aprox. que hacen un total de 6.36 Ha. para el sector. Hay 143 viviendas en 21 manzanas.

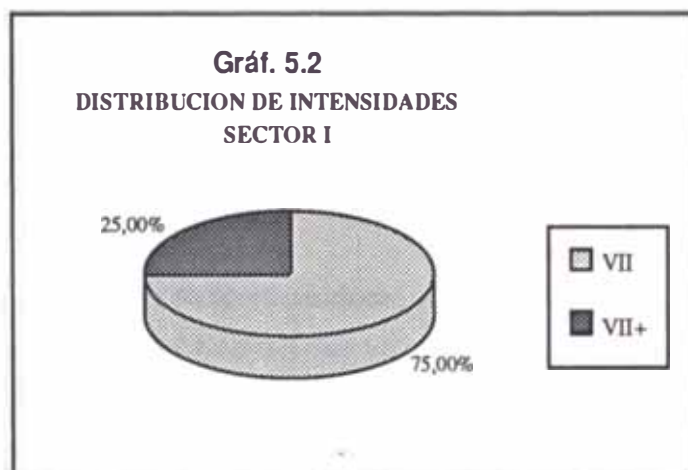
En éste sector el suelo tiene ligera pendiente no significando por ello peligro de cantos rodados, sin embargo Las Casuarinas es adyacente a un acantilado de unos 20 m. de altura aproximadamente, en el cual podría producirse desprendimientos en caso de sismo que si bien no caerían a las viviendas podría arrastrar consigo alguna construcción, especialmente si el estrato arcilloso está saturado tomando en cuenta que el terreno adyacente al centro poblado es utilizado para la agricultura por lo que está sometido a constante riego. Es necesario estudio de suelos para determinar la estratificación y potencia de la capa arcillosa sobre el que se encuentran un regular número de viviendas en éste sector y la se proyecta construir aún más.

De acuerdo a lo descrito se puede decir que el tipo de suelo en este sector va de medianamente rígido a rígido, la zona urbana está asentada sobre suelo cohesivo duro con estratos rocosos. Sin embargo hace falta estudios de microzonificación para poder identificar la naturaleza de los estratos presentes y sus potencias.

Estos estudios son necesarios y urgentes tomando en cuenta que esta es una zona de expansión que está empezando a poblarse y el riego constante junto con el empleo de fertilizantes en los terrenos contiguos podrían estar desestabilizando el suelo. Los análisis podrían significar un buen ahorro en la construcción como en la reducción de daños y pérdidas materiales por acción de sismos, saturación de suelos u otro fenómeno peligroso.

El 75% del área de éste sector es de suelo rígido y el 25% restante de suelo medianamente rígido y en vista de que no se tiene estudios de aplicación dinámica de los estratos suprayacentes a la roca base se plantea una intensidad sísmica de VII y VII+ (MMLA-92), con la finalidad de sondear la magnitud de daños que podría producirse en éste sector, estas intensidades se distribuyen de la siguiente forma: VII para el suelo rígido y VII+ para el medianamente rígido. (ver el plano 8.3 - distribución de intensidades)

Seguridad



Las calles son suficientemente anchas (7.00 m. de calzada y 9.00 m. en total y las avenidas tienen 12.00 y 15.00 m. respectivamente) contra la altura de las edificaciones que no sobrepasan los dos pisos. Las concentraciones urbanas en este sector se encuentran ubicadas en zonas altas y relativamente alejadas

de la línea costera (150 y 400 m. respectivamente) . Tienen también buena accesibilidad a zonas de mayor altura y libre de edificaciones. En las Casuarinas el terreno por encima de la población es de baja pendiente y libre de piedras u otros objetos que puedan significar peligro, rodeado por terrenos de cultivo podría acoger a regular población en caso de desastre.

Tiene dos parques espaciosos, en uno de los cuales existe un mirador al borde del acantilado, en el que podría producirse un deslizamiento si el movimiento sísmico es violento,

pero a suficiente distancia del borde no hay problema ya que estos parques están rodeados por edificios de pequeña altura que no significan peligro de caída de cornisas, u otros elementos no estructurales. En La Chirisuya, al otro extremo de la población el panorama es muy parecido, aunque a menor altura sobre el nivel del mar, está lo suficientemente alejado para que la ola -en caso de tsunami- lo alcance, está rodeado también por extensas zonas de cultivo y terrenos eriazos que podrían acoger a una buena cantidad de personas.

En conclusión, por lo expuesto, en éste sector se podrían establecer zonas de refugio para la población de la ciudad, por lo que las autoridades deben prever tal posibilidad y tomar las precauciones del caso especialmente en lo referente a asegurar el abastecimiento de servicios esenciales.

5.2.2 SECTOR II

El segundo sector comprende la zona antigua, el casco urbano de la ciudad, la plaza principal, el colegio, el mercado, etc. El sector está dividido por la autopista Mollendo - Valle de Tambo en la zona Norte y la zona Sur; sus calles siguen la típica traza urbana española (el damero) que partiendo de la plaza principal se extienden a los cantos adecuándose a la topografía con calles perpendiculares y paralelas a la pendiente.

Tiene una extensión aproximada de 7.8 Ha. Limita al Sur por la línea férrea, al Norte por terrenos agrícolas futura zona de expansión urbana, al Este por terrenos agrícolas y al Oeste por la carretera a la playa y terrenos eriazos futura zona de expansión, tiene 294 viviendas en 36 manzanas.

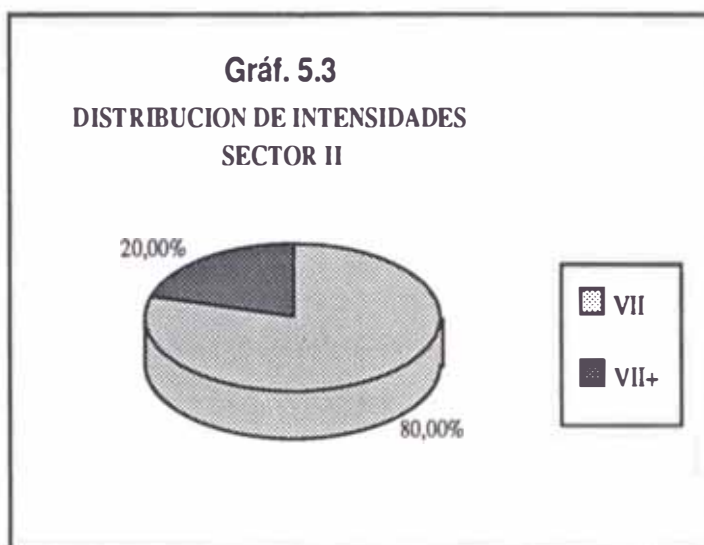
Está en ligera pendiente con dirección al mar, su altura varía desde los 2 a 3 m. hasta los 30 m. sobre el nivel del mar. La parte más cercana está a unos 100 a 150 m. de la orilla y la más alejada a 400 m. aproximadamente por lo que una parte de este área podría ser alcanzada por lo ola en caso de Tsunami. En éste sector la capa de arcilla consolidada es de menor espesor, en la zona Sur y Sur-Este hay afloramiento rocoso, sólo en un 20% del sector el estrato arcilloso parece ser algo más ancho, por lo que se ha distribuido la intensidad en VII para ese 80% y VII+ para el 20% restante

Seguridad:

La pendiente es más notoria en éste sector pero no es tan grande ni hay elementos que pudieran rodar que signifique mayor peligro en este aspecto, pero en cuanto a espacios

abiertos que sean utilizados como refugio hay sólo algunos cuantos como la plaza principal donde se ubica la iglesia así como la plazita del colegio.

En caso de Tsunami, la parte baja de este sector puede ser afectada, para lo que se debe prever rutas de escape libres de obstáculos tomando en cuenta que no servirán sólo para las personas de éste sector, sino fundamentalmente para las de la zona baja tanto de los barrios de Tiro Alto y La Isla como de aquellas que se encuentren en la playa en esos momentos, zonas que son sumamente vulnerables a éste peligro y no tienen otra ruta de escape.



De acuerdo a las características topográficas y dada la importancia que tendrían éstas para salvar vidas humanas se ha ubicado 4 rutas de escape directas, estas son: Las calles Dos de Mayo, Arequipa y Bolívar, a las que se accede desde la parte baja mediante unas gradas en las que hay que subir una diferencia de 2 m., tienen un ancho promedio de 9

m. y permite la circulación de vehículos, pero no se puede acceder con éstos desde la parte baja y la Carretera a la playa ubicada al este del sector, con un ancho de 12 m. a diferencia de las otras, esta ruta permite el acceso de vehículos en doble vía.

5.2.3 SECTOR III

Este sector comprende la parte baja de la ciudad, se ubica al Sur de la misma, tiene como límites el Océano Pacífico por el Sur y la línea férrea por el Norte, está además rodeado por las playas tanto al Este como al Oeste.

El sector comprende los barrios de Tiro Alto y La Isla, tiene una superficie promedio de 9,600 m² (0.96 Ha.) en la que se han contado 37 viviendas en 5 manzanas. Tanto La Isla como Tiro Alto están sobre una elevación rocosa de 10 a 12 m. de altura a orillas del mar en la que adecuándose a la topografía se han construido las viviendas. El suelo, como se dijo anteriormente es roca dura, la intensidad máxima esperada es VII MMLA-92 en todo el sector.

Seguridad:

Esta zona está construida sobre roca sólida, pero debido a su ubicación es muy vulnerable a la acción de Tsunamis no existiendo dentro del sector algún lugar seguro que sirva de refugio en caso de maremoto, la población deberá abandonar el lugar para acceder a las zonas altas, para esto hay que bajar la elevación rocosa, atravesar la línea férrea salvar un desnivel de 2 a 3 m. por medio de unas gradas y avanzar hacia las zona alta de la ciudad.

Cuadro 5.1

Sector I	
# de Viviendas	143
# de Manzanas	21
# de Viv/Mz	6.81
5% Mz	1
10% Viv.	1
# Viv. min.	1x1 = 1
# Viv. tomadas	3
Sector II	
# de Viviendas	294
# de Manzanas	36
# de Viv/Mz	8.17
5% Mz	2
10% Viv.	1
# Viv. min.	2x1 = 2
# Viv. tomadas	3
Sector III	
# de Viviendas	37
# de Manzanas	5
# de Viv/Mz	7.4
5% Mz	1
10% Viv.	1
# Viv. min.	1x1 = 2
# Viv. tomadas	3

A pesar de la buena calidad de construcción de las edificaciones y su cimentación, la zona no es segura después de la ocurrencia de un sismo, las autoridades deberán tomar las precauciones necesarias para mantener las rutas de escape operativas en todo momento, especialmente en época de verano en que además de la población propia del sector habría un gran cantidad de bañistas que tendrán que usar las mismas rutas produciéndose congestionamiento.

5.3 DISEÑO DE TOMA DE MUESTRAS

De acuerdo a las características homogéneas encontradas en la ciudad se ha dividido esta en tres sectores para los que se han diseñado una toma de muestras de acuerdo al numero de viviendas y manzanas encontradas en cada sector. Cada muestra además debe de representar a la grada en la escala de resistencia sísmica en el que está catalogada tratando en lo posible que sus características sean

el común de un tipo de vivienda en su sector. La elección de dicha vivienda es al hazar dentro de una determinada manzana pero cuidando que ésta sea realmente representativa.

5.4 RESULTADOS DE CAMPO

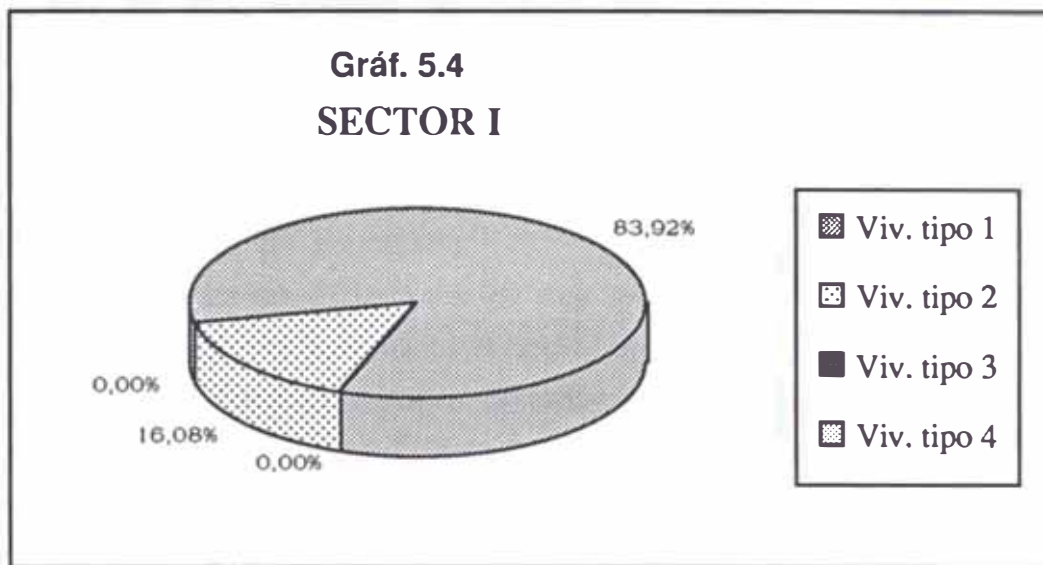
5.4.1 SECTOR I

De acuerdo a la clasificación de las viviendas según su resistencia sísmica para la escala MMLA-92 se han encontrado edificaciones correspondientes al tipo 2 (Sísmicamente débiles) y al tipo 4 (sísmicamente resistentes), que a continuación se va a describir.

a. Edificaciones Tipo 2

Las edificaciones de este tipo que se han encontrado son en un buen porcentaje de albañilería que por su mala construcción son sísmicamente débiles.

Las otras construcciones encontradas que pertenecen a este tipo y, en una menor cantidad son edificaciones de tierra (adobe).



Edificaciones de Tierra:

Cimentación corrida de piedra más barro, muros de adobe de 30 cm. de ancho; normalmente de un sólo piso con de 2.50 a 3.00 m. de altura y una longitud máxima de muros de unos 4 a 5 metros. No acostumbran usar refuerzos de caña u otro material, el techado es generalmente de madera con cobertura de planchas de fibrocemento o de acanaladas de Zinc (Calamina). Su antigüedad promedia los 30 años, existiendo edificaciones de hasta 50 años.

Su estado de conservación es regular, no encontrándose fisuras, aunque su detección es difícil, pues muchas veces se las resana superficialmente aplicándole pintura luego.

Edificaciones de albañilería:

Usan cimentación corrida sin refuerzos con muros de ladrillo artesanal, geoméricamente imperfectos unidos con mortero cemento-arena, pero al parecer el agregado tiene un buen contenido de sales. Se usa por lo general columnas de amarre, pero no siempre vigas, especialmente en los muros de separación. Techo ligero y flexible con coberturas de planchas de asbesto-cemento y calamina (planchas acanaladas de Zinc). El ancho de muros es de 25 cm. y de 15 cm. usándose con cierto criterio dentro de la edificación.

Las edificaciones de albañilería que están incluidas en este tipo, presentan un mal estado de conservación, las paredes que en un buen porcentaje no han sido revestidas quedan expuestas al ambiente agresivo de la brisa marina. Las unidades de albañilería dada su mala calidad y la razón expuesta, se han desgastado hasta el punto de haberse producido forados en las paredes, que como es de esperar debilitan grandemente su resistencia sísmica. En cuanto a su antigüedad, las viviendas fueron construidas hace unos 30 a 40 años.

b. Edificaciones Tipo 4

Edificaciones de albañilería

En este sector las edificaciones de este tipo son de albañilería confinada, con cimentación corrida sin refuerzos y muros de ladrillo bien cocidos y de mejor geometría (ladrillos tipo IV y V - ITINTEC) unidas con mortero cemento-arena. Como elementos sismorresistentes se usa columnas y vigas de amare. El techo que por lo general es de losa aligerada, es rígido y pesado, por lo tanto actúa como diafragma repartiendo esfuerzos. Las edificaciones tienen una antigüedad de 10 a 15 años aproximadamente, pero hay varias edificaciones que están a medio construir y otras que fueron terminadas hace apenas uno o dos años. Su estado de conservación es generalmente bueno.

5.4.2 SECTOR II

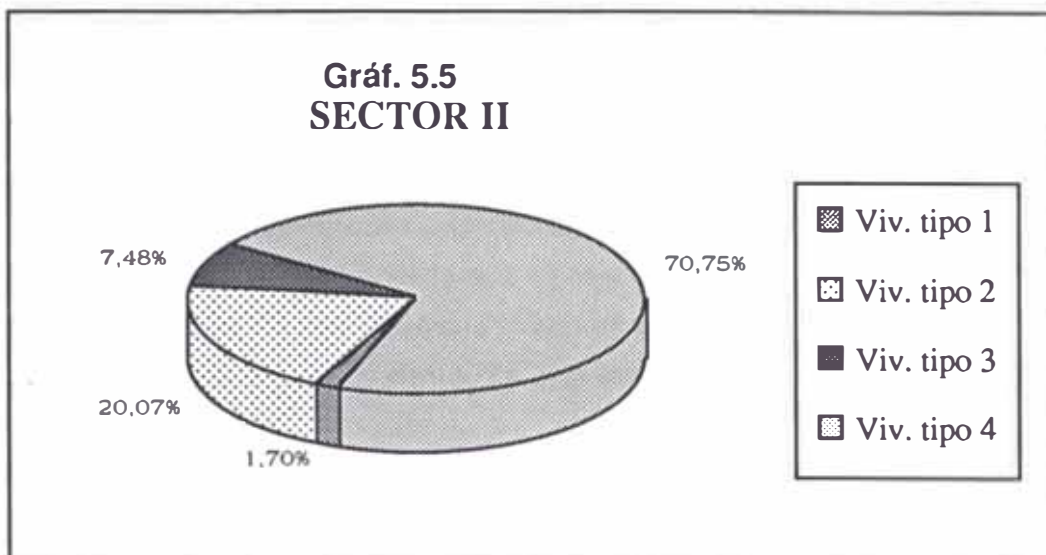
a. Edificaciones Tipo 1

En este sector se han encontrado edificaciones del tipo 1, 2 3 y 4 según su resistencia sísmica, las que están conformadas por viviendas de albañilería, concreto armado, madera y hasta adobe que por su estado de conservación, presencia de elementos sismo-resistentes techo rígido que actúa como diafragma, etc. han sido catalogados en uno de los cuatro grupos, los que se describirá a continuación.

Se han encontrado 5 viviendas de éste tipo (1.7%), conformadas por:

Edificaciones de tierra y de madera:

En muy mal estado, con características muy similares a las del sector anterior



b. Edificaciones Tipo 2

Hay 59 viviendas de este tipo que hacen el 20.07% al que pertenecen:

Construcciones de madera:

En regular estado de conservación, con paredes atacadas por insectos así como elementos no estructurales, pero con columnas y vigas en buen estado. También pertenecen a este tipo las edificaciones de madera de más de tres pisos, que por su misma altura y la deficiente dirección técnica empleada en su construcción implican ya un elevado riesgo.

Edificaciones de Albañilería:

Hay un buen número de estas viviendas que no fueron protegidas a su debido tiempo, o no fueron construidas bajo dirección técnica, tienen las siguientes características.

Cimentación : Corrida, sin refuerzos

Muros : De ladrillo artesanal tipo II o III ITINTEC

Mortero : Cemento Arena

Elementos sismorresistentes : Sin columnas ni vigas de amarre y si las tienen no están debidamente colocadas.

Techo:Ligero y flexible, por lo general con armazones de madera y cobertura de asbesto-cemento y calamina

Espesor y densidad de muros : De 15 y 25 cm.

Estado de Conservación : Malo, muchas viviendas que no fueron debidamente enlucidas y presentan aberturas en las paredes producto del desgaste del ladrillo por acción del intemperies.

Antigüedad aprox. de la construcción : Muy variable, pero por lo general tienen entre 30 y 40 años de edad.

c. Edificaciones Tipo 3

En éste tipo de edificaciones están las de madera en buen estado, y no más de tres pisos. y las edificaciones de albañilería que a pesar de tener elementos sísmo-resistentes, tienen paredes débiles, no revestidas que si bien no afectan a la estructura de la vivienda, podría significar un porcentaje de daños. En éste sector hay 22 viviendas de éste tipo que representan el 7.48%.

Edificaciones de Madera:

Como las descritas líneas arriba, en buen estado de conservación, con elementos estructurales intactos, techos flexibles con cobertura de calamina y asbesto cemento. Por su flexibilidad y poco peso pueden resistir las vibraciones sin mayores daños.

Las Edificaciones de madera son las de mayor porcentaje en este tipo.

Edificaciones de albañilería confinada:

Tienen las siguientes características:

Cimentación : Corrida sin refuerzos.

Muros : De ladrillo tipo IV o V (Norma ITINTEC), es decir de geometría regular, cocidos a alta temperatura. Ciertas paredes están construidas con otro tipo de ladrillo, (artesanal) especialmente las posteriores, muros en los jardines etc.

Mortero : Cemento- arena

Elementos sismorresistentes : Tienen columnas y vigas de amarre de concreto reforzado.

Techado : Rígido y pesado (losa aligerada)

Espesor de muros : De 15 y 25 cm.

Estado de Conservación : Regular.

Antigüedad aprox. de la construcción : 20 y 30 años.

d. Edificaciones Tipo 4

Las edificaciones de este tipo encontradas en este sector corresponden a las construcciones de albañilería confinada y concreto armado correctamente diseñadas y construidas.

Edificaciones de Albañilería confinada:

Tienen las siguientes características:

Cimentación : Corrida sin refuerzos.

Muros : De ladrillo tipo IV o V (Norma ITINTEC), es decir de geometría regular, cocidos a alta temperatura.

Mortero : Cemento- arena

Elementos sismorresistentes : Tienen columnas y vigas de amarre de concreto reforzado correctamente distribuidos, y en algunos casos placas armadas.

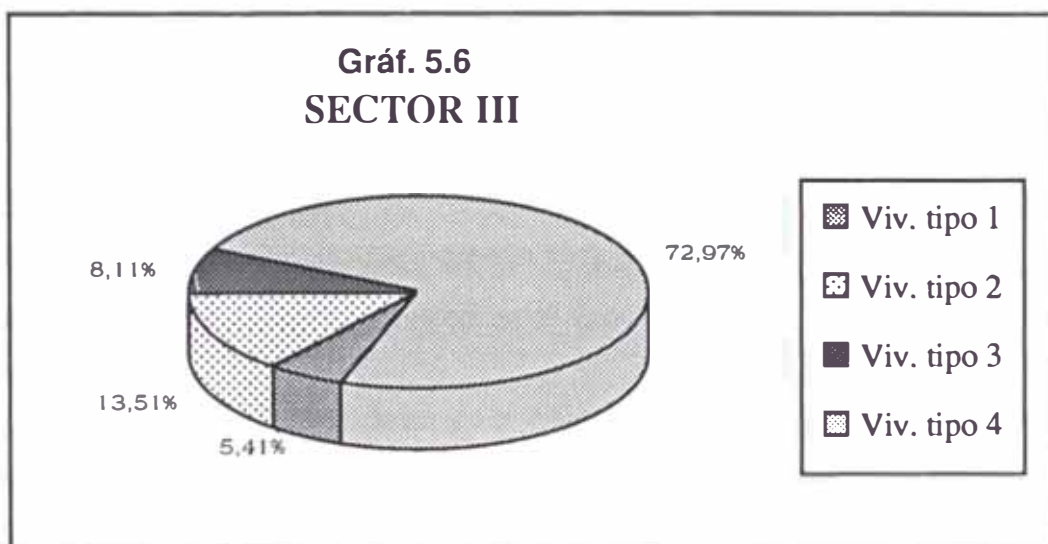
Techado : Rígido y pesado por lo general de losa aligerada. Pueden actuar como diafragmas distribuyendo esfuerzos

Espesor de muros : De 15 y 25 cm.

Estado de Conservación : Presentan buen estado de conservación.

Antigüedad aprox. de la construcción : 20 y 30 años.

Observaciones : Son viviendas lujosas de buen acabado, generalmente grandes.



Edificaciones de Concreto Armado:

Tiene las siguientes características:

Tipo de Suelo : Roca sólida o fraccionada con estratos superficiales de arcilla sobreconsolidada. Se estima un suelo rígido.

Período predominante de suelo (estimado) : 0.3 seg.

Altura de la edificación : Hay edificaciones de este tipo que tienen de 3 hasta 5 pisos

Excentricidad : Los diseños no son por lo general muy simétricos, por lo que existe cierta excentricidad, especialmente en los edificios al Sureste.

Columna Corta : Existe este defecto en algunas edificaciones pero en forma aislada

Juntas sísmicas : conformes s sísmicas en los edificios.

5.4.3 SECTOR III

En éste sector se han encontrado 37 viviendas de las cuales 27 es decir el 72.97% son edificaciones tipo 4 (sísmicamente resistentes), y solamente hay 2 edificaciones del tipo 1

Hay 5 Viviendas del tipo 2 (sísmicamente débiles) y 3 del tipo 3 (medianamente resistentes) cuyas características son muy similares a las del sector anterior.

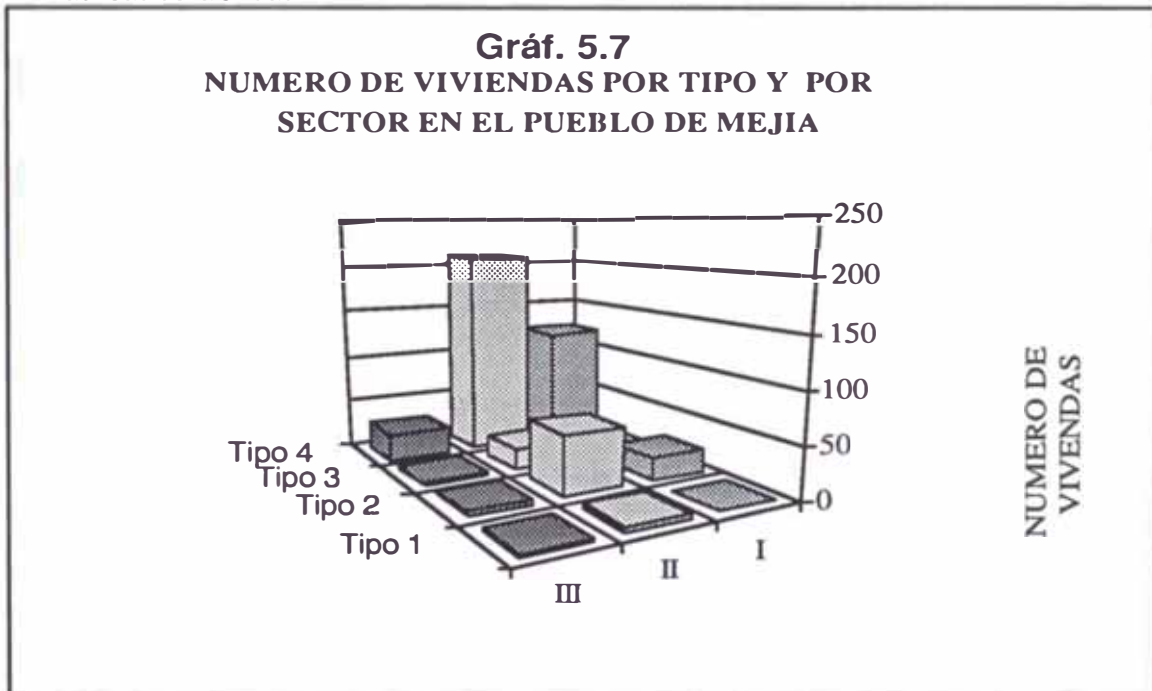
5.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.5.1.- CONCLUSIONES

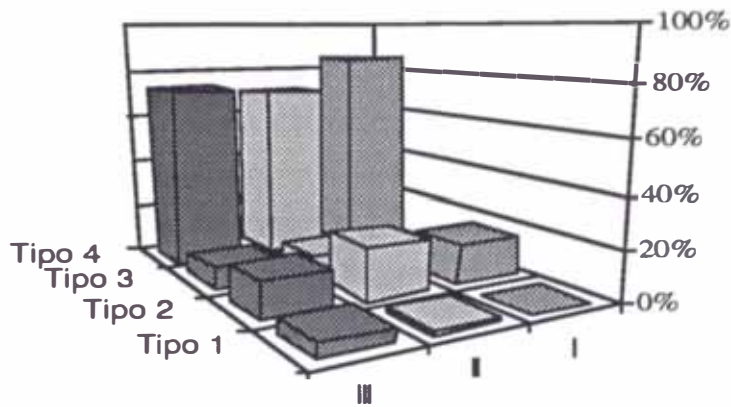
Número de viviendas de cada tipo por sector:

Este análisis nos sirve para conocer el tipo de edificaciones existentes, el material predominante y el estado de las construcciones dentro de cada sector. Después de un conteo y clasificación de las viviendas en cada calle plaza o avenida se ha llegado a cuadros que nos permiten conocer el tipo de edificación predominante en cada sector, sus características, materiales de construcción, antigüedad, etc. se han obtenido de encuestas e inspecciones realizadas en viviendas representativas escogidas de acuerdo al diseño de muestras.

Los resultados del trabajo de campo se resumen en una configuración de básica de edificaciones según su resistencia sísmica que proporcionan información sobre la vulnerabilidad de la ciudad.



Gráf. 5.8
FRECUENCIA DEL TIPO DE VIVIENDAS POR
SECTOR EN LA CIUDAD DE MEJIA



Cuadro 5.2
SECTOR I

Edif.	Nº de viv.	%
Viv. tipo 1	0	0,00%
Viv. tipo 2	23	16,08%
Viv. tipo 3	0	0,00%
Viv. tipo 4	120	83,92%
Σ	143	100,00%

SECTOR II

Edif.	Nº de viv.	%
Viv. tipo 1	5	1,70%
Viv. tipo 2	59	20,07%
Viv. tipo 3	22	7,48%
Viv. tipo 4	208	70,75%
Σ	294	100,00%

SECTOR III

Edif.	Nº de viv.	%
Viv. tipo 1	2	5,41%
Viv. tipo 2	5	13,51%
Viv. tipo 3	3	8,11%
Viv. tipo 4	27	72,97%
Σ	37	100,00%

Cuadro 5.3

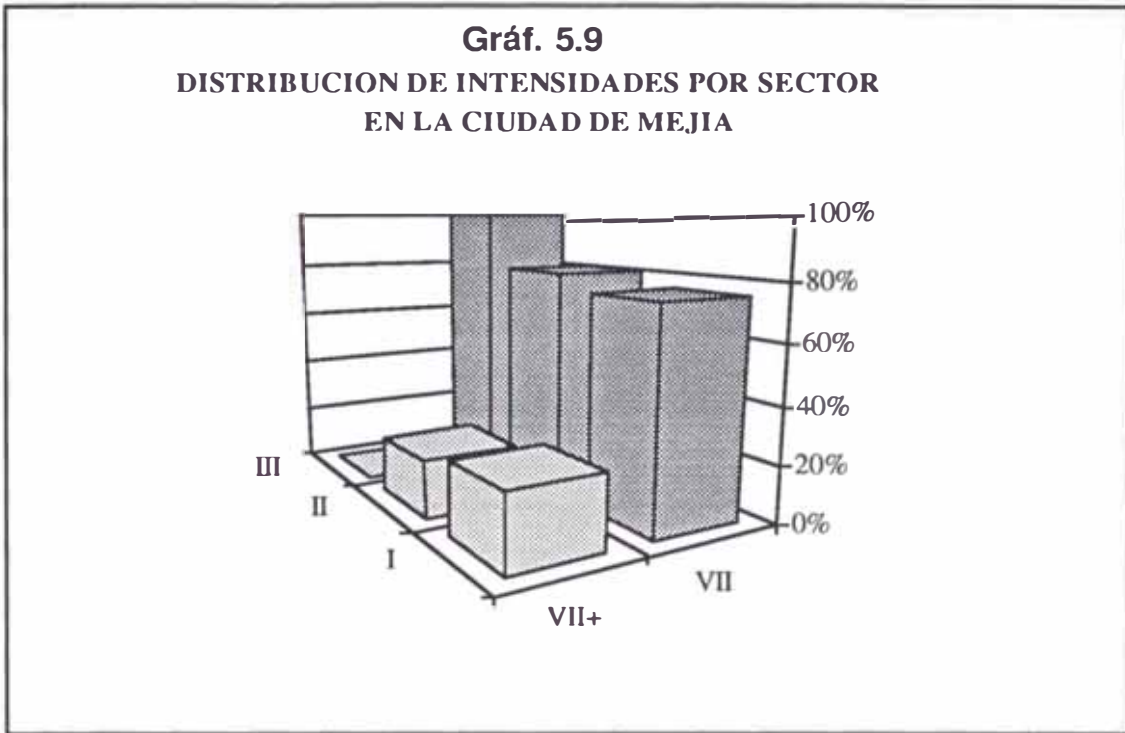
	VII	VII+
Sector I	75%	25%
Sector II	80%	20%
Sector III	100%	0%

Intensidad esperada por sector :

En la ciudad se ha encontrado dos tipos de suelo fundamentalmente, en ambos hay un estrato inferior de roca dura (base), pero la diferencia está en un estrato superficial de arcilla limosa consolidada de espesor

aparentemente pequeño, con cierta variación que en un tipo de terreno se presenta con mayor

frecuencia y en el otro es superficial o no existe. De acuerdo a esto esperan intensidades respectivamente de VII+ y VII en la escala MMLA-92. La distribución de éstas dentro de cada sector se muestra a continuación:



Porcentaje de daños por tipo de vivienda y por sector:

El proceso final de los cálculos anteriores es el de estimar una cuantificación de daños a producirse, para conseguir éste objetivo se ha calculado los daños en cada tipo de vivienda para una intensidad sísmica esperada, en cada sector se ha estimado de acuerdo al tipo de suelo una determinada intensidad sísmica. Cada edificación responderá de manera diferente a ésta fuerza de acuerdo a su resistencia sísmica produciéndose una diferente magnitud de daños. La mayor cantidad de viviendas dañadas se encontró en el sector II, por que además de tener el mayor número de construcciones, tiene también el mayor número de edificaciones débiles, lo que le dá a dicho sector mayor probabilidad de ser dañado por el sismo. En la gráf.5.10 se observa la cantidad de viviendas que serían dañadas en cada sector de acuerdo a parámetros de vulnerabilidad y peligro expuestos anteriormente. En la gráf. 5.11 se muestra distribución porcentual de estos daños en cada sector, representa el riesgo sísmico potencial dentro de cada uno. Como se puede observar el sector III es el menos vulnerable, tienen el menor número de viviendas y en éstas se producirían apenas daños de leves.

El sector II en cambio es el que se encuentra en mayor riesgo por que tendría el mayor número de viviendas afectadas con daño severo, sin embargo su estado general es bueno.

Cuadro 5.4

Número de viviendas por sector en el Pueblo de Mejía

SECTOR I		VII	75%	VII+	25%
Edific.	# Viv Encontr.	# Viv. Afectadas	% de daños	viv. afect.	% de daños
Tipo 0	0	0	> 60	0	> 60
Tipo 1	0	0	20	0	30
Tipo 2	23	17	10	6	15
Tipo 3	0	0	5	0	10
Tipo 4	120	90	0	30	7
		143			

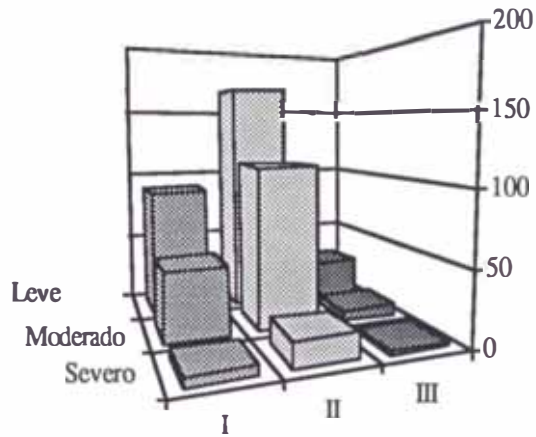
SECTOR II		Para VII	80%	Para VII+	20%
Edific.	# Viv Encontr.	# Viv. Afectadas	% de daños	viv. afect.	% de daños
Tipo 0	0	0	> 60	0	> 60
Tipo 1	5	4	20	1	30
Tipo 2	59	47	10	12	15
Tipo 3	22	18	5	4	10
Tipo 4	208	166	0	42	7
		294			

SECTOR III		Para VII	100%
Edific.	# Viv Encontr.	# Viv. Afectadas	% de daños
Tipo 0	0	0	> 60
Tipo 1	2	2	20
Tipo 2	5	5	10
Tipo 3	3	3	5
Tipo 4	27	27	0
		37	

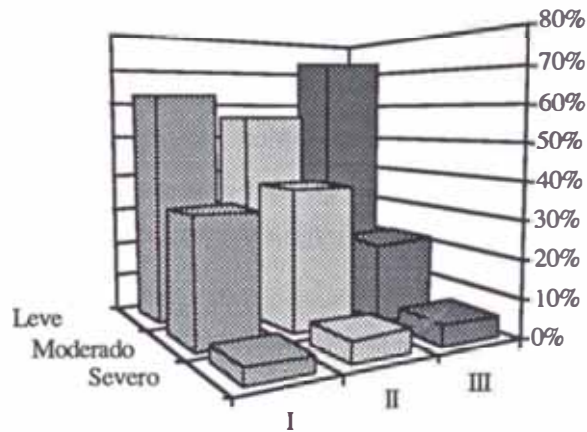
Porcentaje de daños en la ciudad de Mejía

De los resultados anteriores se infiere el cuadro de daños totales para la ciudad de Mejía ordenado en grupos de acuerdo a su magnitud. Ver el cuadro 5.5 y los gráficos 5.10 y 5.11. Los daños esperados por la acción de un sismo violento en la ciudad que se muestran a continuación, son resultados que no incluyen los efectos de Tsunami o Maremoto que podría producirse y, que en buena parte significa el mayor riesgo para el balneario de Mejía

Gráf. 5.10
NUMERO DE VIVIENDAS AFECTADAS POR SECTOR EN LA CIUDAD DE MEJIA



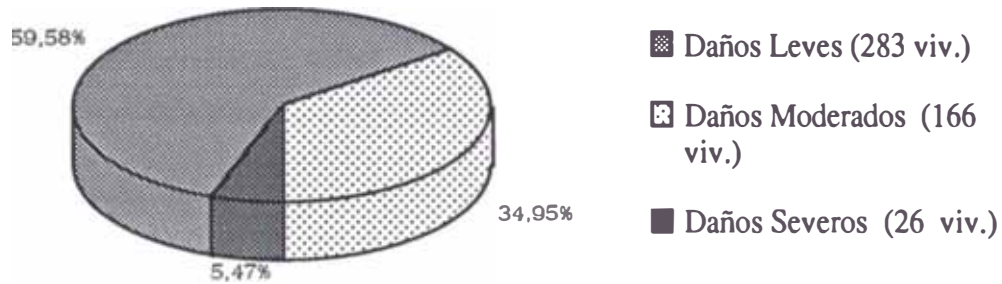
Gráf. 5.11
INCIDENCIA DE DAÑOS POR SECTOR EN LA CIUDAD DE MEJIA



Cuadro 5,5
Magnitud de Daños por Sector

	Leves 0-4%	Moderad. 5-10%	Severos 11-20%	Des. Par 21-30%	Total # de vlv.
Sector I	90	47	6	0	143
Sector II	166	11	16	1	294
Sector III	27	8	2	0	37
# de Viv.	283	166	24	1	474

Gráf. 5.12
VULNERABILIDAD SISMICA EN LA CIUDAD
DE MEJIA



Conclusiones Finales

1° La ciudad de Mejía presenta una baja vulnerabilidad sísmica, debido al tipo de suelo (rocoso) sobre el que está edificada y a la calidad de sus construcciones que en un 75% son de tipo 1 (sísmicamente resistentes).

2° La vulnerabilidad sísmica puede aumentar debido a un problema muy frecuente especialmente en edificaciones ladrillo con más de 20 años, las paredes no revestidas están siendo atacadas por la humedad y el ambiente marino.

3° En la zona baja hay peligro de inundación por la acción de Tsunamis, los pobladores de las zonas de Tiro Alto y La Isla están amenazados por este peligro así como los bañistas que se encuentren en las playas en el momento de producirse el fenómeno natural.

4° Se ha reconocido cuatro vías masivas de escape por las que se puede acceder a una zona alta rápidamente: La carretera a la playa, la calle Dos de Mayo, Arequipa y Bolívar. También las escaleras y subida por la zona de La Chirisuya, especialmente para las personas que se encuentren en el Club o en las inmediaciones del Complejo Deportivo.

5° La calidad de construcción de las edificaciones y la relativa seguridad de la ciudad a los efectos de la vibración sísmica puede dar la sensación de seguridad a sus habitantes

desconociendo el peligro real que representa un maremoto. Las autoridades deberán tomar en cuenta la existencia real de éste peligro y el riesgo que corre la ciudad de lo contrario podría registrarse un buen número de pérdidas humanas.

6° La Urb. Centenario está contaminando la laguna de agua dulce, refugio de diferentes especies de aves migratorias, de continuar esta situación la ecología de la zona podría ser dañada irreparablemente perdiéndose además recursos que bien pueden ser aprovechados para el "Ecoturismo"

5.5.2.- RECOMENDACIONES

1° La mayoría de las viviendas son construidas con material noble y es resistente a los sismos, sin embargo la ciudad está creciendo desordenadamente, tomando zonas con peligro de inundación por tsunamis para urbanizaciones, debido a la improvisación se están invadiendo zonas protegidas, poniendo en peligro incluso la subsistencia de especies de aves; por lo tanto se recomienda realizar estudios de Microzonificación Sísmica incluyendo el de conservación ecológica.

2° En vista de número de viviendas que están deteriorándose por la falta de conservación y con el objetivo de reducir la vulnerabilidad sísmica para el futura, se recomienda a las autoridades realizar campañas para la reparación de viviendas especialmente aquellas con deficiencias en el revestimiento, este problema está degradando a las edificaciones en cuanto a su resistencia sísmica.

3° También se recomienda a las autoridades en vista de la probabilidad de ocurrencia del terremoto y/o maremoto realizar campañas para que sin causar alarma se de a conocer a la población la existencia magnitud de este peligro, además trazar un plan de evacuación y protección de la población señalando las zonas de refugio y vías de acceso.

4° Dar dispositivos legales que mantengan libres las vías de escape por lo menos en la zona baja evitando el estacionamiento de vehículos, vendedores ambulantes, etc.

5° Promover el uso de la quincha como material de construcción en viviendas económicas, ya que las condiciones ecológicas así lo permiten. La existencia de terrenos

eriazos y de agua permanente permitiría el cultivo de caña o bambú bajando el costo de la construcción al mismo tiempo de hacerla más segura.

6° Promover el planteamiento de proyectos de inversión que aseguren el ingreso económico durante todo el año y no sólo en época de verano utilizando las condiciones naturales del balneario de Mejía para fomentar el **turismo ecológico** que está tomando cada vez más interés en el mundo. La diversidad de especies de aves migratorias que se concentran en las lagunas de agua dulce en su viaje hacia el Sur, la existencia de agua y terrenos amplios y fértiles permitiría el cultivo de especies nativas aclimatándolas en "parques ecológicos" que podrían construirse en las zonas bajas.

APÉNDICE DEL CAPÍTULO

SALUD

Mejía cuenta con una sola posta médica para la atención de salud que administrada por el Ministerio de Salud, tiene las siguientes características:

Posta Médica de Mejía.

ADMINISTRACION: Ministerio de Salud.

PERSONAL MEDICO: Un médico, un técnico y una enfermera

EQUIPAMIENTO: La posta médica no tiene capacidad para internamiento, en caso de gravedad se atienden sólo la emergencia y se deriva el caso a Mollendo.

ENFERMEDADES FRECUENTES: Las enfermedades que el personal médico señala como más frecuentes son los problemas bronquiales debido a la contaminación del aire debido a gases provenientes de la fundición de Ilo, como Asma, Bronquitis, etc. No han tenido muchos problemas con el Cólera ni enfermedades gastrointestinales, aunque se presentan algunos casos dispersos.

INFRAESTRUCTURA: La posta médica es una construcción de dos pisos, tiene 8 ambientes cubriendo un área de 142.50 m² en el primer piso y de 117m² en el segundo. La construcción data de 1968, tiene un buen estado de conservación pero presenta afloraciones en el techo y las paredes a causa de la actividad química de los agregados empleados. El sistema constructivo está basado en la albañilería confinada, tiene columnas y vigas de amarre de concreto armado, techo rígido y pesado con cobertura de ladrillo pastelero.

OBSERVACIONES: Las principales necesidades citadas por estos profesionales son la falta de camas de internamiento y cunas para los niños recién nacidos, equipos de nebulización, oxígeno, etc. para el tratamiento del asma.

EDUCACION

Mejía cuenta con un colegio mixto de educación primaria, secundaria e inicial

Colegio Nacional 40494 "José A. Qulñones"

NUMERO DE ALUMNOS POR SECCION: Inicial 38 alumnos, primaria 225 alumnos y secundaria 148 alumnos y un aula para educación inicial, 6 para educación primaria y 5 para secundaria, lo que nos da una densidad de 38 para inicial, 37.5 para primaria y 29.6 alumnos por sección.

EQUIPAMIENTO: El colegio cuenta con dos computadoras 80282 inoperativas destinadas para el trabajo administrativo, no tiene laboratorios por falta de implementación. Cuentan con un taller para formación laboral donde elaboran pequeños objetos de arte que los alumnos modelan.

INFRAESTRUCTURA: El colegio es una estructura de un solo piso que data del año 1965, sus muros son de ladrillo sin columnas ni vigas de refuerzo, y se ha podido comprobar que las unidades están atacadas por la humedad y ambiente agresivo. El techo rígido y pesado puede actuar como diafragma sobre las paredes tomando esfuerzos de deformación siempre y cuando esté bien anclada a los muros. El piso sobre el que está asentado es roca dura a poca profundidad y los cimientos corridos de concreto le dan cierta seguridad al edificio.

OBSERVACIONES: El director del colegio manifiesta el interés de implementar en el centro un instituto técnico de modelería y fundición para lo que necesitan la autorización. Se ha detectado rajaduras por asentamiento diferencial en el taller de educación laboral, es necesaria pues una inspección y reforzamiento de estas zonas ya que en caso de movimientos telúricos serían las más perjudicadas. Los servicios higiénicos para los alumnos tanto en primaria como en secundaria están en malas condiciones y podrían ser un foco infeccioso.

Capítulo 6

Estudio Local en Chala

6.1 RECONOCIMIENTO

Chala es un antiguo puerto de pescadores, fue reconocida con categoría de pueblo por Ley 12301 el 3 de Mayo de 1955. La palabra Chala proviene del quechua "*Challua*", que significa pescado fresco y que a través del tiempo se ha ido transformando en la palabra CHALA. La constancia de los pescadores que venían de otros lugares y la buena producción pesquera motivó una vida sedentaria a dicho grupo, formándose así una Caleta de pescadores a la que se le fue llamando "Chala". Esta caleta fue creciendo y haciéndose reconocer como parte de la jurisdicción de la provincia de Camaná y posteriormente de la provincia de Caravelí. Fue legitimada por ley, en el año de 1857 como distrito de la provincia de Caravelí en la administración del General Simón Bolívar. Posteriormente Ramón Castilla Presidente Provisional de la República, por cuenta de la Convención Nacional dio la siguiente ley: Chala distrito de la provincia de Caravelí creado por la administración de Simón Bolívar en 1825 y reconocido por ley el 2 de Enero de 1857.

En el año de 1866 Chala era considerada como Puerto Menor de pescadores de la parte Norte del Departamento de Arequipa, esto se debe a la hegemonía como lugar ideal de Puerto, por ser un lugar muy apropiado para el desarrollo de la actividad comercial, que estimularon los pueblos de Ayacucho (Parinacochas), de los pueblos de Apurímac y de los pueblos del Qosqo o Cusco. En esos tiempos no existía la Carretera Panamericana, la comunicación en tierra era a base de caballos, todos los pueblos mencionados anteriormente fueron los que estimularon la creación del puerto mayor de Chala y si analizamos y observamos el mapa en longitud y latitud estos pueblos convergen en este punto geográfico . En

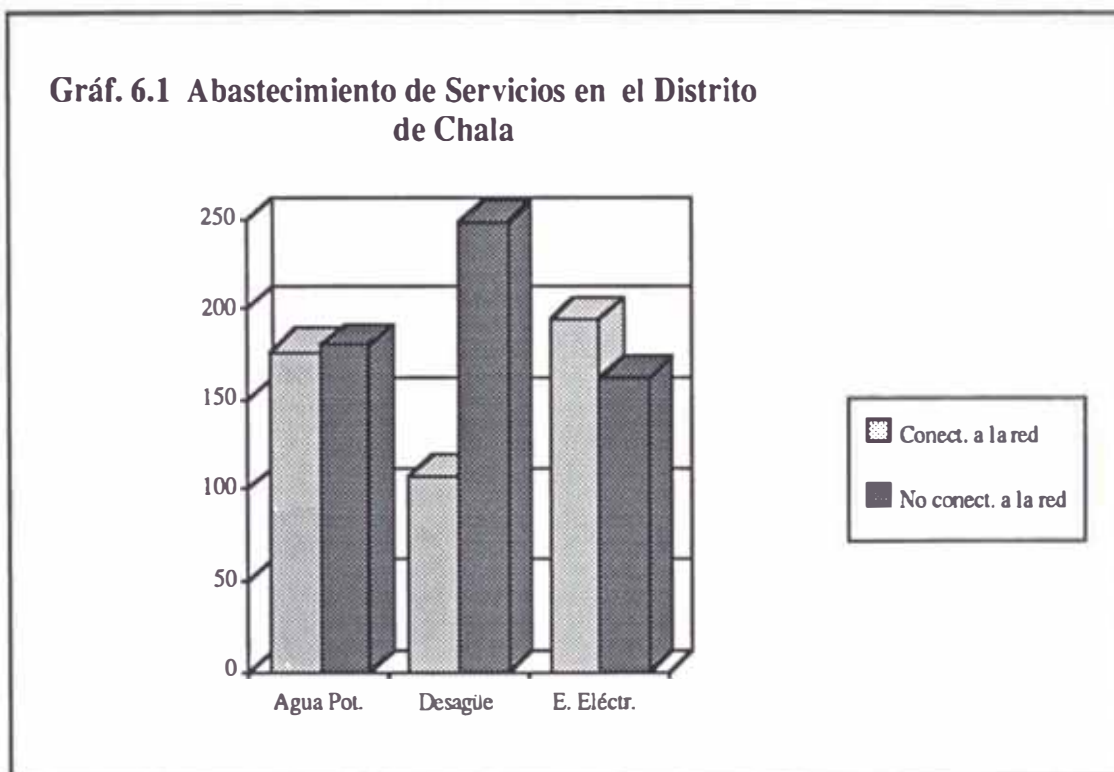
primer lugar se creó un muelle, este primer muelle era rústico, la carga y la descarga era por la fuerza de varios hombres.

Posteriormente en los años de 1945 Chala continuo con su hegemonía, reforzando su apogeo con la construcción de la carretera panamericana, el Hotel de Turistas y la construcción de la fabrica de harina de pescado, pero entre los años de 1947 y 1948 se produjo un violento maremoto que arrasó el muelle, que junto con otros aspectos económicos de la época, como la disminución de la producción ganadera en la zona, que causaron el final de este importante puerto de Chala.

Actualmente las autoridades han designado zonas de expansión en la parte alta de la ciudad (Zona Este), sin embargo la posición de las viviendas y "negocios" se rigen más por las fuerzas económicas que por una traza geométrica, éstas se siguen instalando a lo largo de la carretera, tomando una forma alargada e impráctica, (las distancias que se deben recorrer para ir de un lugar a otro son inutilmente extensas). La ciudad está "trasladandose" de un lugar a otro sin planificación y en forma desordenada.

Chala pertenece al distrito del mismo nombre, Provincia de Caravelí cuya capital es Caravelí, ubicada al Norte del Departamento de Arequipa. El Puerto se ubica geográficamente en el paralelo 15°51'43" Latitud Sur, y el meridiano 74°14'37" longitud Oeste y a unos 18 m.s.n.m. El clima es el que corresponde a los caracteres climáticos de la costa Sur de la República, es decir cálido y desértico en los meses de Diciembre a Abril con temperaturas que llegan hasta los 28° y frío húmedo y nuboso en el resto del año con ligeras variaciones por los cambios de estación. Tiene una extensión de 2400 m². Tiene una población aproximada de 2,000 habitantes de población fija, esta población se incrementa aproximadamente a unos 3000 a 4000 habitantes por el gran volumen de veraneantes y comerciantes que se agudiza en épocas de verano. Chala se ubica longitudinalmente paralela a la línea costera, sobre una afloración rocosa formando un acantilado a todo lo largo. La ciudad es dividida por una quebrada por la que baja regular volúmen de agua desde las provincias altas del Departamento en época de lluvia. La ciudad está en una zona plana con ligera pendiente hacia el mar y hacia el Norte, Incrementandose esta por la zona central Este. Como se dijo anteriormente el suelo es rocoso por lo general, cubierto por un estrato de arena que en algunos lugares es muy pequeño mientras que en otros como en la parte central hacia el Este, por donde se encuentra la Iglesia y la plaza Leguía es de mayor espesor, de ahí tierra adentro éste estrato va adquiriendo más potencia. Chala es considerada hoy en día como una Caleta de pescadores, donde su actividad económica es principalmente el comercio, la pesca artesanal y la minería (Oro y Plata) proveniente las minas de Chala Vieja.

En cuanto al abastecimiento de servicios públicos, podemos ver en la gráfica 6.1 que el servicio de desagüe es el más desabastecido, siendo el de alumbrado eléctrico el que más viviendas tiene conectadas a la red, sin embargo Chala está a oscuras y a estado así por lo menos hace un año por que el motogenerador se ha malogrado (lo que según los pobladores ocurre muy a menudo). No existen grandes diferencias sociales en la ciudad, el ingreso económico promedio es bajo a muy bajo, la población joven por lo general ha migrado hacia Arequipa, Lima, Camaná u otras ciudades con mayores posibilidades económicas. Tiene dos colégios, uno de los cuales brinda educación secundaria, tiene además un centro telefónico comunitario vía satélite, dos parroquias y actualmente instalada una base militar en la que antes fuera la fábrica de harina de pescado. Es un pueblo pequeño que carece de recursos, en abandono por parte de las autoridades del Departamento y producto del centralismo tiene una fuerte dependencia de Arequipa que sumada a la distancia a la que se encuentra de la ciudad capital hace muy difícil el desarrollo de esta región.



6.2. SECTORIZACIÓN

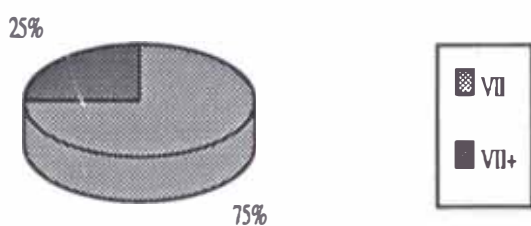
Se ha reconocido dos sectores. La zona central que es la más antigua y la zona Norte, con edificaciones más recientes a la vera de la Carretera. (Ver plano 6.1)

6.2.1. SECTOR I

Es la zona más antigua de la ciudad, está ubicada al extremo sur de la misma. Tiene una extensión de unos 100,000m² (10 Ha.) que representa el 37.74% de la superficie total de la zona urbana. La conforman 189 viviendas en 27 manzanas o bloques. Topográficamente presenta tres zonas bien marcadas: La más baja y cercana al mar está comprendida entre el mar y el Jr. Comercio, constituye un paso en el acantilado. Hay viviendas y construcciones en él. Se encuentra a 7m. del nivel del mar en promedio y a unos 2m. por debajo de dicho Jirón. La segunda zona se caracteriza por ser relativamente plana aunque con cierta pendiente. Se extiende desde el Jr. Comercio hasta la calle San Sebastián en la Plaza Leguía. Y la tercera es la zona de franca pendiente hacia el mar paralela a la línea costera, se extiende desde la Calle San Sebastián hasta los confines de la zona urbana.

Casi todo el sector (un 75% del área) está asentado sobre roca sólida como la que se ve en la foto 6.2. Sobre ésta Naturalmente existe un estrato de arena de poco espesor que puede ser fácilmente atravesado para colocar los cimientos sobre roca sólida por lo que se considera pues una intensidad sísmica de VII MMLA, para el 75% de área de este sector. El 25% corresponde a la parte central donde el estrato arenoso comienza a ancharse en zonas localizadas. Allí los cimientos probablemente no están asentados sobre roca quedando ésta unos cuantos metros más abajo, es lógico esperar que la Intensidad Sísmica no sea la misma en este lugar, cierta amplificación debe generarse, se espera una intensidad de VII MMLA para este 25% del área restante.

Gráf. 6.2 Distribución de Intensidades Sector I



Seguridad:

Sobre la zona baja, adyacente a la línea costera y a 7 m del nivel del mar hay viviendas y construcciones de concreto y madera. Esta zona es inundable en caso de Tsunami y de producirse éste dichas edificaciones estarían en grave peligro de ser dañadas por el arrastre,

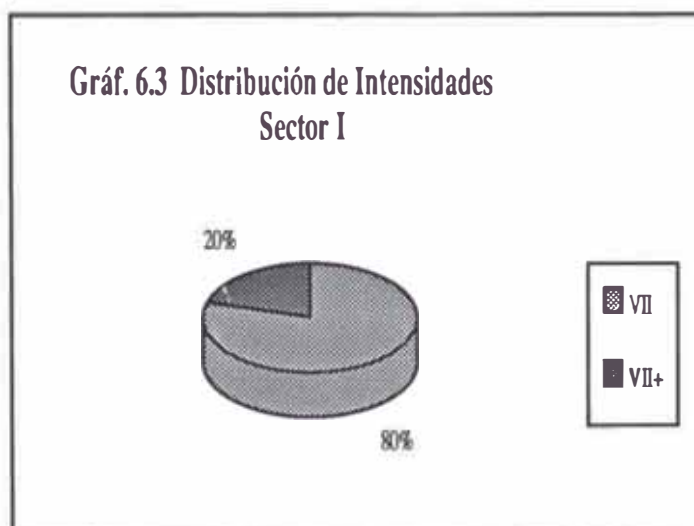
especialmente las de madera que constituyen el 20% de las edificaciones instaladas en ésta zona inundable. Sin embargo tiene varias vías de acceso con rampas y escaleras que permitirían a las personas tomar altura rápidamente. Con lo que respecta al ancho efectivo de las calles y la altura de las edificaciones, esta relación es segura, las calles tienen en promedio de 12 a 9 m. de ancho y las edificaciones por lo general no pasan de los dos pisos (unos 5 a 6 m de altura).

Como refugio en caso de desastre se recomienda la plaza Leguía, por su ubicación respecto al mar (a 18m sobre el nivel medio aproximadamente) y ser centro geométrico del primer sector. y el colegio primario que cuenta con un motogenerador de energía eléctrica y se encuentra cerca al centro de salud. (ver sus características en el apéndice del capítulo)

6.2.2. SECTOR II

Este segundo sector se ubica en dirección al Norte, se extiende a ambos lados de la Carretera Panamericana, viniendo de Lima está a la entrada de la ciudad. Tiene una forma alargada con dirección al Norte paralela a la línea costera tiene unos 1100 m de largo por 150m de ancho en promedio, su área es de 16.50 Ha. que hacen el 62.26% de la ciudad. Está rodeada por terrenos eriazos y limitado al Oeste por un acantilado que da al mar. Este sector es relativamente plano en toda su extensión, la traza urbana se ha desarrollado paralela a la Carretera dejando de lado las zonas con pendiente la misma que se desarrolla perpendicular al mar a partir de unos 150 a 200m tierra adentro dejando un cinturón de llanura donde se ha expandido justamente la ciudad. Hacia el Oeste existe un acantilado de unos 10 a 15m paralelo a la línea costera.

Debido a la unicación de la concentración urbana todo el sector está asentado sobre roca sólida como la que se ve en la foto 9.2. o el estrato de arena que la cubre es de poco espesor la que se puede atravesar fácilmente lo que se considera pues una intensidad sísmica de VII MMLA, para el 100% de área de este sector.



Seguridad:

Este sector se caracteriza por ser plano y alargado, sus calles son suficientemente espaciosas y hay fácil accesibilidad a todos los puntos. Está a 20 m sobre el nivel del mar y separado de este por un acantilado lo que le da cierta seguridad ante un eventual

Tsunami. Por estar rodeado de terrenos eriazos tiene varias zonas que pueden servir de refugio en caso de desastre. Ciertas edificaciones como el colegio primario y el secundario pueden ser

usados como depósitos u hospitales de campaña (en caso de emergencia) por su fácil accesibilidad y contar con patios espaciosos en su interior.

6.3. DISEÑO DE TOMA DE MUESTRAS

Cuadro 6.1 Toma de Muestras	
<i>Sector I</i>	
# de Viviendas	247,00
# de Manzanas	27,00
# de Viv/Mz	9,15
5% Mz	1,35
10% Viv/Mz.	0,91
# Viv. min.	1,24
# Viv. tomadas	5,00
<i>Sector II</i>	
# de Viviendas	185,00
# de Manzanas	28,00
# de Viv/Mz	6,61
5% Mz	1,40
10% Viv/Mz.	0,66
# Viv. min.	0,93
# Viv. tomadas	3,00
Tot. de Viv.	432

De acuerdo a las características del poblado de Chala se ha dividido en dos sectores para los que se han diseñado la toma de muestras de acuerdo al número de viviendas y manzanas encontradas. Cada muestra debe representar a la edificación en la escala de resistencia sísmica en la que está catalogada, la elección de dicha vivienda es al hazar dentro de una determinada manzana pero cuidando que ésta sea realmente representativa. Los cálculos para determinar el mínimo número de viviendas a tomar en cada sector para que la muestra sea representativa se presentan a continuación en el cuadros 6.1

6.4. RESULTADOS DE CAMPO

a. Edificaciones Tipo 0

Edificaciones Precarias

Costrucciones hechas con material de desecho; latas de aceite, retazos de madera, de planchas de Zinc y de Asbesto-cemento. Piso de tierra o de arena, una débil estructura de palos anclada superficialmente en el suelo sostiene la precaria construcción. Debido a la debilidad de sus materiales, la deficiente unión entre ellos y la inseguridad del anclaje no podemos darle un grado de resistencia sísmica, pueden colapsar por un viento fuerte o por la vibración causada por el paso de un camión cercano. Este tipo de edificaciones están distribuidas en los márgenes de la zona urbana, alrededor del sector 1.

Construcciones de Madera

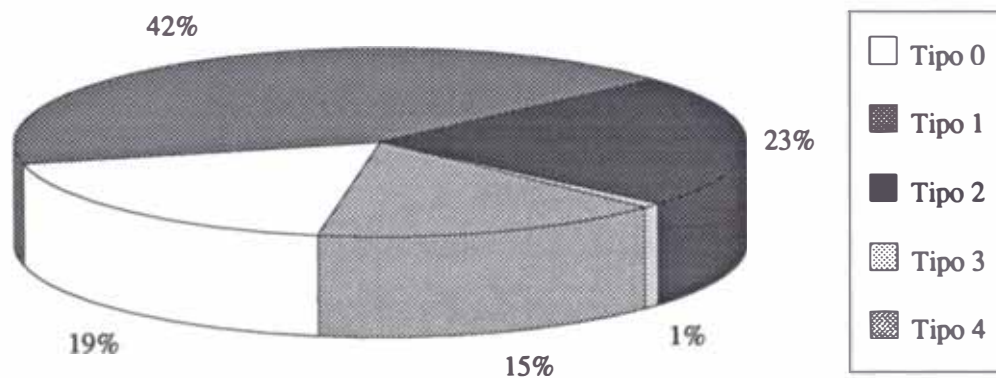
Son edificaciones en muy mal estado de conservación, sus paredes y elementos estructurales están seriamente dañados por causa del ataque de insectos y la humedad del medio ambiente. Muchas de ellas incluso han colapsado (Ver Fotos) en las que sus elementos

Cuadro 6.2
N° de Viviendas por Sector
en el Pueblo de Chala

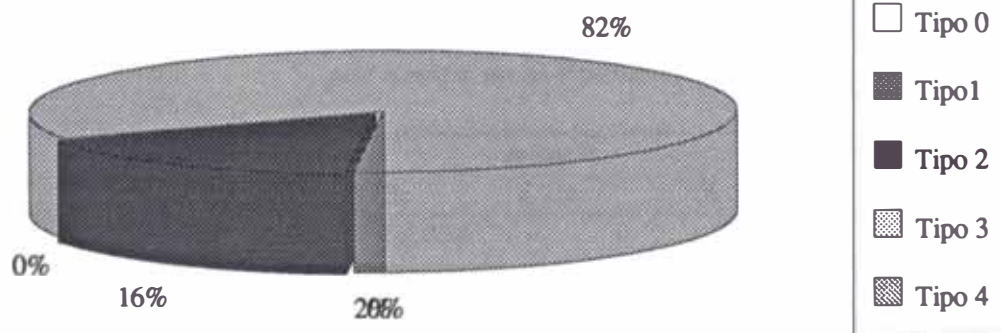
Edif.	SECTOR I	
	N° de viv.	%
Tipo 0	46	18,62%
Tipo 1	104	42,11%
Tipo 2	57	23,08%
Tipo 3	2	0,81%
Tipo 4	38	15,38%
Σ	247	100,00%

Edif.	SECTOR II	
	N° de viv.	%
Tipo 0	0	0,00%
Tipo 1	3	1,62%
Tipo 2	30	16,22%
Tipo 3	0	0,00%
Tipo 4	152	82,16%
Σ	185	100,00%

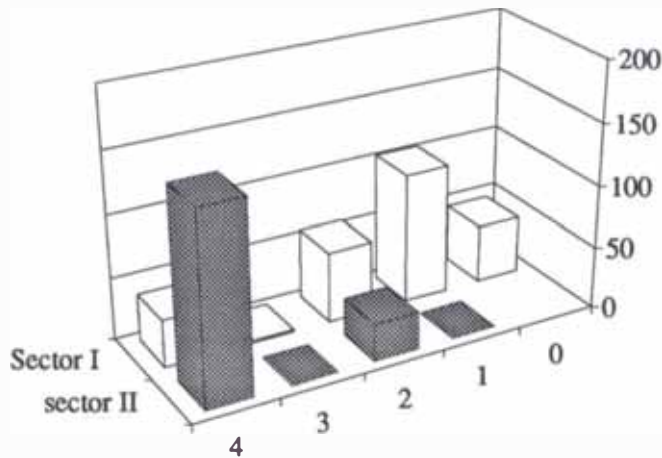
Gráf. 6.4 Tipos de Vivienda en Chala Sector I



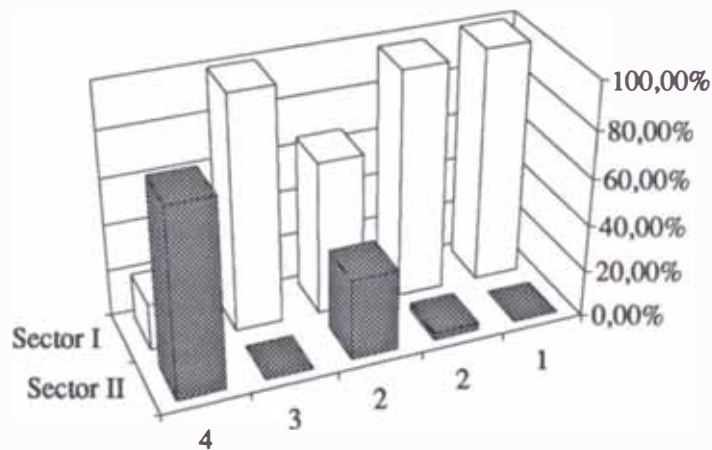
Gráf. 6.5 Tipos de Vivienda en Chala Sector II



Gráf. 6.6 Número de Vivienda por Sector en el Pueblo de Chala



Gráf. 6.7 Frecuencia del Tipo de Vivienda por Sector en el Pueblo de Chala



**Cuadro 6.3
Distribución del Tipo de Vivienda
por Sector en el Pueblo de Chala**

Edif.	Sector I		Sector II		Σ	Incid. en el Sector
	# Viv.	%	# Viv.	%		
Tipo 0	46	100,00%	0	0,00%	46	10,65%
Tipo 1	104	97,20%	3	2,80%	107	24,77%
Tipo 2	57	65,52%	30	34,48%	87	20,14%
Tipo 3	2	100,00%	0	0,00%	2	0,46%
Tipo 4	38	20,00%	152	80,00%	190	43,98%
Σ	247		185		432	100,00%

estructurales como columnas y/o vigas han cedido completamente o están a punto de caer. Se puede observar también el detalle de la madera del que están hechas estas columnas. Se ubican en el primer sector cercanas a la Plaza Leguía y probablemente sean las más antiguas. Estas edificaciones fueron bien concebidas y construidas, alcanzaban el grado 3 de resistencia sísmica pero debido a su pésima conservación se fueron degradando en el tiempo. Actualmente su resistencia sísmica es difícil de determinar, se están cayendo por sí solas, posiblemente una vibración débil a causa del paso de un camión pueda causar el colapso, por esta razón son catalogadas en éste rango.

b. Edificaciones Tipo 1

Construcciones de Madera

Edificaciones con estructura y tabiquería de madera seriamente dañadas pero sin colapsar, firmemente ancladas a la losa de concreto que en muchos casos sirven de piso. La cimentación es corrida, de concreto simple, piso de losa de concreto o de madera machiembada con columnas y vigas de madera, paredes de madera machiembada colocadas horizontalmente sólo por el exterior. La altura promedio por piso es de 2,40 m. y tienen no más de dos pisos. Los paños no presentan grandes aberturas como puertas de garages, ventanales, etc. lo que nos indica que estas edificaciones bien han podido resistir movimientos sísmicos; actualmente están degradadas al tipo 1 por su mal estado de conservación. Para refaccionarla es necesario cambiar las estructuras por lo que en ese caso sería aconsejable demoler la edificación y volverla a construir.

Construcciones de Adobe

Viviendas con muros de adobe de 20 x 50 cm., cimentación superficial de piedra más barro o concreto simple y piso de losa de concreto. Carece de todo tipo de elemento sismorresistente, Techado ligero y flexible que no puede actuar como diafragma. Muchas viviendas presentan desgaste de sus unidades (adobes) por acción de la humedad y ambiente salino, el desgaste se incrementa a medida que se acerca al piso, lo que indica la agresividad de éste. Otras viviendas presen tan también rajaduras por un evidente asentamiento diferencial.

c. Edificaciones Tipo 2

Construcciones de Albañilería

Cimentación corrida de concreto simple sin refuerzos, con muros de ladrillo artesanal y unidades geoméricamente irregulares unidos con mortero cemento-arena de mala calidad, por lo general no se usa columnas ni vigas de amarre, el ancho de muros es de 25 cm. y de 15 cm.

para muros de carga y tabiques usándose con cierto criterio dentro de la edificación. El techo es ligero y flexible con coberturas de planchas de asbesto-cemento y calamina (planchas acanaladas de Zinc). y en algunos casos de losa aligerada pero débilmente anclada a los muros. Otro motivo por el que éstas edificaciones se han degradado en la escala sísmica es la superficialidad de sus cimientos, a pesar de que la roca base se encuentra a poca profundidad, no se ha excavado lo suficiente para llegar a ella, produciéndose asentamiento diferencial por efecto de la salinidad de las arenas (ver fotos al final del capítulo). Las edificaciones de albañilería que están incluidas en este tipo presentan un mal estado de conservación, las paredes que no han sido revestidas quedan con unidades de albañilería expuestas al ambiente agresivo y se han desgastado debilitando la resistencia de los muros. Las viviendas de albañilería con estas deficiencias fueron construidas hace unos 15 a 20 años aproximadamente.

Construcciones de Madera

Construcciones de unos 30 a 50 años de antigüedad de uno o dos pisos en mal estado de conservación. Sus paredes están dañadas por el ataque de insectos y la humedad aunque están pintadas en algunos casos, por dentro están afectadas. Tienen cimentación y losa de concreto simple, la altura promedio por piso es de 2,40m. y no tienen más de dos pisos. Los paños no presentan grandes aberturas como puertas de garages, ventanales, etc. su techo es ligero y flexible con cobertura de planchas acanaladas de Zinc y/o Asbesto-Cemento. Su estado de conservación no es el del grado de las anteriores, cuando nuevas igualmente pertenecían al tipo 3 pero por el mantenimiento, aunque ezcaso, han podido mantenerse en esta escala.

d. Edificaciones Tipo 3

Construcciones de Albañilería

Edificaciones de albañilería confinada con cimentación corrida sin refuerzos, con muros de ladrillo o de bloques macizos de concreto unidas con mortero cemento-arena. Tienen columnas y no siempre vigas de amarre de concreto reforzado como elementos sismorresistentes, su techo rígido y pesado que por lo general es de losa aligerada no está bien anclada a los muros que tienen un espesor de 15 y 25 cm ubicados con cierto criterio. Una característica común en éste tipo de edificaciones en Chala es una fisura horizontal a la altura de la unión entre la losa y los muros especialmente en viviendas de un solo piso, por lo que se deduce que el anclaje entre la losa y los muros es deficiente. La rajadura horizontal aparece incluso en edificaciones nuevas lo que indica que es un error de construcción que se viene arrastrando por desconocimiento y falta de inspección técnica. Su estado de conservación es regular y tienen una antigüedad promedio entre 10 a 20 años.

Construcciones de Concreto

Son edificaciones con paredes construidas con concreto masivo vaciado por capas, reforzado con varillas de acero liso y corrugado. El ancho de los muros es de 15 cm, y el refuerzo vertical (el único que existe) está muy espaciado y no tiene columnas ni vigas. El ambiente marino a atacado al concreto produciendole desgaste que se puede notar a simple vista, ha atacado también al acero expuesto sobresaliente de los muros, debilitando la resistencia del sistema. Por lo general no tienen más de dos pisos de altura, y están asentados sobre roca sólida, aunque también existen edificaciones cuya cimentación está sólo sobre el estrato de arena superficial en las que se hayan producido o estén por producirse fallas por asentamiento diferencial a causa del humedecimiento de la arena que es altamente salina.

e. Edificaciones Tipo 4

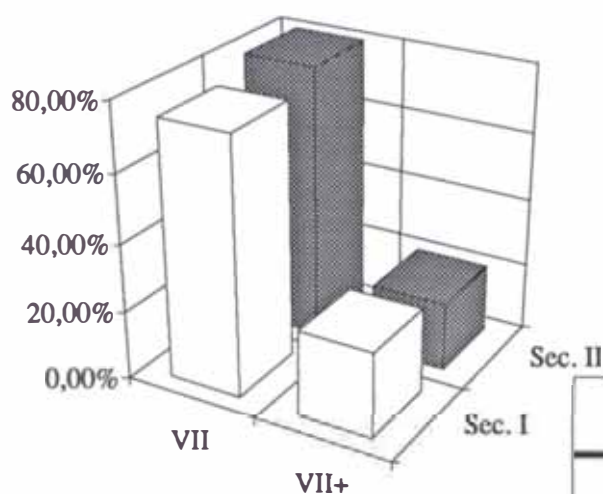
Construcciones de Concreto

Edificaciones de paredes de concreto reforzado edificadas por lo general sobre suelo rígido cuyo período predominante está alrededor de 0.3 seg, la altura de la edificación es de 2.40 m por piso y casi siempre no sobrepasan los dos pisos, a excepción de la antigua fábrica de harina de pescado instalada en el Pueblo en la que se instaló la base militar. Su sistema estructural no está basado en columnas ni vigas de amarre sino en muros de espesor que varía entre 10 y 20 cm. reforzados con varillas de acero liso y corrugado con un espaciamiento entre 40 y 60 cm. Por lo general no hay grandes paños en los muros ni puertas o ventanas amplias, y si es así tienen vigas y columnas de refuerzo. Su techo es rígido y pesado por lo general de losa maciza y también aligerada con ladrillo hueco.

Construcciones de Albañilería

Edificaciones con características muy similares a las de albañilería del tipo 3, pero bien conservadas y revestidas. Presentan también problemas en el acabado por la calidad de agregado en el mortero, pero no afecta la resistencia sísmica de la edificación. Tienen columnas y vigas de amarre de concreto reforzado como elementos sismorresistentes, techado rígido y pesado que por lo general es de losa aligerada. El espesor de sus muros es de 15 y 25 cm ubicados con criterio para tomar fuerzas horizontales. Por lo general son edificaciones recientes con antigüedades menores a los 25 a 30 años.

Gráf.6.8 Distribución de Intensidades en el Pueblo de Chala



Cuadro 6.4

	Intensidad	
	VII	VII+
Sec. I	75,00%	25,00%
Sec. II	80,00%	20,00%

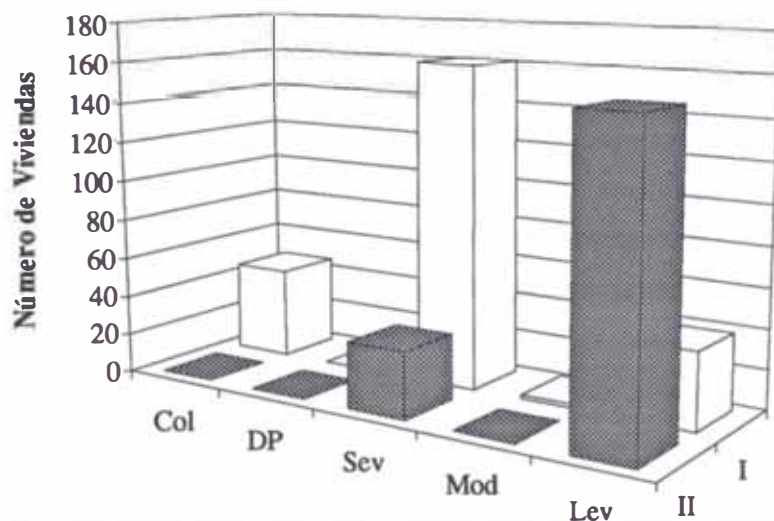
Cuadro 6.5

Daños Esperados Por Sector en el Pueblo de Chala

Sector I		VII	75,00%	VII+	25,00%
Tipo de Edific.	# de Viv. Encontr.	# de Viv. Afectadas	% de Daños	# de Viv. Afectadas	% de Daños
Tipo 0	46	35	> de 60	11	> de 60
Tipo 1	104	78	20	26	25
Tipo 2	57	43	10	14	15
Tipo 3	2	2	5	0	10
Tipo 4	38	29	< de 5	9	< de 5
Σ	247				

Sector II		VII	80,00%	VII	20,00%
Tipo de Edific.	# de Viv. Encontr.	# de Viv. Afectadas	% de Daños	# de Viv. Afectadas	% de Daños
Tipo 0	0	0	> de 60	0	> de 60
Tipo 1	3	2	20	1	25
Tipo 2	30	24	10	6	15
Tipo 3	0	0	5	0	10
Tipo 4	152	122	< de 5	30	< de 5
Σ	185				

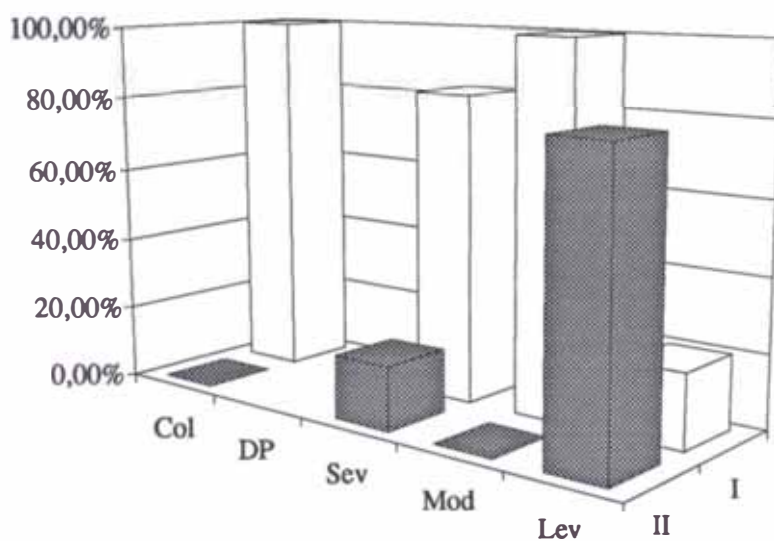
Gráf. 6.9 Magnitud de Daños por Sector en el Pueblo de Chala



Cuadro 6.6 Magnitud de Daños por Sector

	<i>Leve</i> 0 a 4%	<i>Moderado</i> 5 a 10%	<i>Severo</i> 11 a 30%	<i>Destr. Parc.</i> 30 a 60%	<i>Colapso</i> Más de 60%
Sector I	38	2	161	0	46
Sector II	152	0	33	0	0
Σ	190	2	194	0	46

Gráf. 6.10 Distribución de Daños por Sector en el Pueblo de Chala



6.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con el trabajo de campo se han identificado los tipos de edificaciones según su grado de resistencia sísmica y su distribución espacial en la ciudad (Ver plano 6.3), los resultados de esta encuesta se muestran en los cuadros 6.2 y 6.3 así como en las gráficas correspondientes 6.4 y 6.5. Las edificaciones que se han encontrado son en gran parte construcciones sísmicamente resistentes degradados en la escala sísmica por falta de conservación. Las viviendas construidas hace unos 30 a 40 años con madera concreto y ladrillo fueron deteriorándose con el tiempo por la agresividad del ambiente marino y del suelo que tiene un alto contenido de sales. Sin una adecuada conservación su resistencia se fue reduciendo, degradándose en la escala sísmica a tal punto que muchas están por caer como por ejemplo las de madera tipo 0. . Estos tipos de edificaciones (altamente vulnerables) se concentran en el primer sector. Las viviendas tipo 1 (muy vulnerables) también se concentran en este sector las del tipo dos están en ambos sectores pero en mayor número en la zona antigua, dando como resultado una concentración de la vulnerabilidad en el primer sector. En el segundo, predominan las construcciones tipo 4 (sismicamente resistentes), y las del tipo 2 en menor número.

Se nota claramente la tendencia de la población a abandonar la zona antigua y habitar cerca a la Carretera Panamericana (Lima - Arequipa), para vender sus productos, el núcleo de la ciudad como tal se va perdiendo, la plaza central no concentra actividad. En los cuadros 6.6 y 6.7 se pueden observar el número y frecuencia de los tipos de vivienda por sector dandonos una mejor comprensión de la vulnerabilidad en cada uno, compararlos entre ellos y tener una idea más general de la vulnerabilidad en el pueblo de Chala.

La intensidad sísmica histórica en ésta región es de VII y VII MMLA, su distribución en la ciudad es de acuerdo al tipo de suelo predominante (ver plano 6.2). Su incidencia en el sector se muestra en el cuadro 6.4 y su gráf. correspondiente. Asumiendo las hipótesis explicadas en el capítulo 4 consideramos una distribución homogénea en cada sector y estimamos daños relacionando el grado de vulnerabilidad sísmica y la intensidad sísmica estimada de acuerdo a su porcentaje . Los resultados y cálculos están en los cuadros 6.5 y 6.6 y los daños finales en la gráf. 6.11

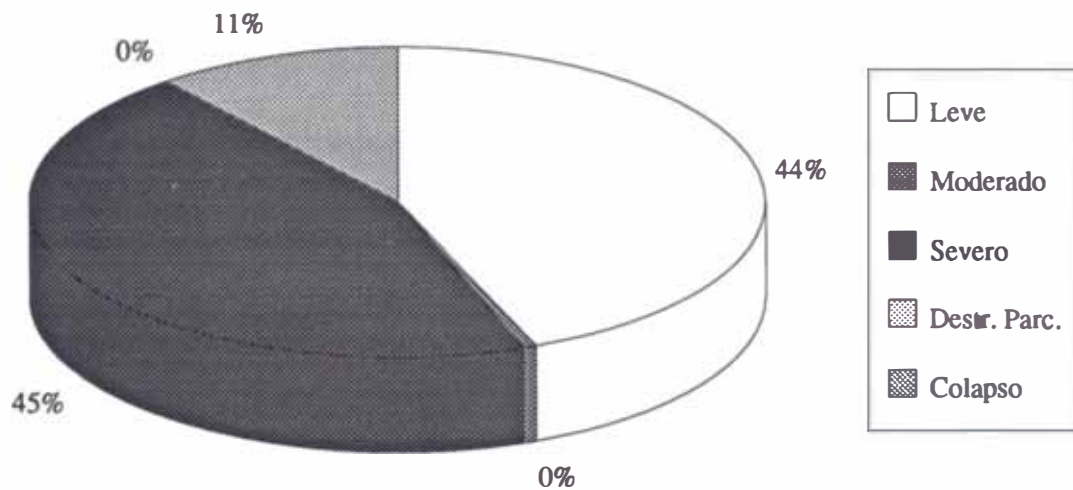
6.5.1 CONCLUSIONES FINALES

- 1° La ciudad se está extendiendo longitudinalmente a lo largo de la carretera Panamericana modificándose a una forma que responde solamente a necesidades económicas, sin planificación. Existe incluso un plano base donde se ubica las zonas de expansión, pero fue realizado sin tomar en cuenta las condiciones topográficas.

Cuadro 6.7
Daños Finales en el pueblo de Chala

Grado de Daño	# de Viv.	
	Afectadas	%
Leve	190	43,98%
Moderado	2	0,46%
Severo	194	44,91%
Destr. Parc.	0	0,00%
Colapso	46	10,65%
Total	432	100,00%

Gráf. 6.11 Daños Finales Esperados en el Pueblo de Chala



- 2° Las viviendas por lo general son autoconstruidas, la deficiencia constructiva más común es la falta de profundidad en la cimentación, apoyan la edificación sobre el estrato arenoso superficial a pesar de que la roca se encuentra unos cm. más abajo
- 3° A pesar de el suelo rígido sobre el que está asentada la ciudad y por lo tanto relativa intensidad sísmica, el grado de vulnerabilidad sísmica es tal que arroja un 45% de daños severos y un 11% de viviendas colapsadas.
- 4° La distribución de los daños se puede observar en los cuadros 6.9 y 6.10 en los que se aprecia que el sector I es el más perjudicado.

6.5.2 RECOMENDACIONES FINALES

- 1° Realizar estudios de microzonificación con miras a planeamiento indicando la profundidad de la roca localizando sectores donde se deban profundizar más los cimientos y recomendaciones teniendo en cuenta la alta salinidad del estrato superficial. Una vez construidas las viviendas es muy difícil moverlas y ordenarlas, por lo que esta "planificación debe ser realizada lo antes posible.
- 2° Es urgente reforzar las viviendas e incluso demoler algunas de ellas para volverlas, este demanda logicamente un gasto de cierta magnitud pero el no hacerlo significará un costo aún mayor que implique hasta a vidas humanas
- 3° El uso de la Quincha como material de construcción especialmente para viviendas económicas. La caña (materia prima de los paneles) e incluso la madera podría traerse de zonas cercanas (camino a la Sierra)
- 4° Promover el planteamiento de proyectos de inversión en la zona como una medida de la mitigación de la vulnerabilidad económica que es uno de los factores principales de la vulnerabilidad sísmica, la migración del elemento joven y en general una despersonalización de la comunidad como tal. Podrían aprovecharse por ejemplo las condiciones de la zona para la crianza de Machas y otros mariscos rentables así como la infraestructura del antiguo muelle y fábrica existente buscando un desarrollo sostenido en la zona.
- 5° Realizar campañas de educación ecológica especialmente en alumnos de 4º y 5º de secundaria inculcando la necesidad de protección del medio ambiente, sus viviendas,

su salud; haciendo conocer sus recursos y peligros. Introducir una mentalidad que rescate el valor de sus propias soluciones por ejemplo el empleo de la quincha como material económico y resistente de construcción en vez de copiar modelos de viviendas de las grandes urbes en las que por falta de recursos no colocan elementos sismorresistentes o descuidan detalles elementales como el de perforar unos centímetros más el suelo hasta llegar a la roca para vacear los cimientos.

- 6° Reforzar el colegio de educación primaria, es necesario la colocación de columnas para confinar los muros, en el estado en que está actualmente es peligroso para la población estudiantil, además esta edificación tienen una importancia especial por ser zona de apoyo en caso de desastre.

APÉNDICE DEL CAPÍTULO

SALUD

En Chala existe un Centro de Salud bajo la administración del Ministerio de Salud y una posta médica administrada por el Instituto Peruano de Seguridad Social, cuya atención es sólo para asegurados.

Centro de Salud de Chala.

ADMINISTRACION: Ministerio de Salud

PERSONAL MEDICO: El personal médico está conformado por dos médicos dos enfermeras, una obstetrix, un dentista y un técnico.

EQUIPAMIENTO: El Centro de Salud cuenta con 9 camas, de las cuales sólo tres están operativas, las demás tienen más de 30 años de uso, se pudo comprobar el mal estado de las mismas. Tienen implementada una sala de partos y están en pleno proceso de implementación de una sala de operaciones. Debido a los continuos cortes de luz el C.S. cuenta con un motogenerador pequeño.

ENFERMEDADES FRECUENTES: Entre las enfermedades más frecuentes atendidas en el C.S. están las gastrointestinales como el cólera y los accidentes mineros y de tránsito.

INFRAESTRUCTURA: La construcción consta de dos partes, la más antigua data de 1961 (del gobierno de Manuel Prado). Es una construcción de ladrillo con muros de 25 cm. de ancho y de un solo piso. La construcción posterior es más reciente, fue construida en 1993, albañilería confinada, con refuerzos sismorresistentes de concreto armado y techo rígido y pesado.

OBSERVACIONES: Las necesidades primordiales de este C.S. son los reactivos e insumos, sales rehidratantes, etc., así como más personal médico y de apoyo e infraestructura, camas nuevas etc. según manifestó el director del Centro.

EDUCACION

"Escuela Primaria de Menores 40272"

NUMERO DE ALUMNOS POR SECCION: El colegio tiene un total de 460 alumnos Y 11 aulas lo que nos da una densidad de 41.8 alumnos por sección.

EQUIPAMIENTO: Antiguamente este colegio fue un centro ocupacional donde se enseñaba carpintería metálica y de madera, actualmente cuenta con el motogenerador industrial en estado inoperativo por falta de mantenimiento.

INFRAESTRUCTURA: Muros de ladrillo sin columnas ni vigas de amarre, sólo dinteles y la columna central que lo sostiene. Dicha estructura de concreto armado no amarra los paños de albañilería y es inestable por sí misma por lo que la edificación necesita refuerzos que tomen los esfuerzos cortantes en caso de sismo.

OBSERVACIONES: El director del centro manifiesta como necesidad principal la implementación de equipos para el conseguir un centro ocupacional en el colegio. La losa de concreto y los servicios higiénicos están bien deteriorados, las condiciones antihigiénicas de los mismos podrían ser un foco infeccioso lo que sería muy peligroso en caso del Cólera. Se observa desgaste en los muros y el cerco perimétrico por la agresividad del ambiente y del suelo, este origina debilitamiento de la estructura tornándose peligroso en algunos puntos del colegio.

"Colegio de Educación Secundaria de Chala"

NUMERO DE ALUMNOS POR SECCION: Hay 200 alumnos en 7 secciones lo que nos da una densidad de 28.57 alumnos por sección.

INFRAESTRUCTURA: Es una construcción de albañilería confinada con columnas y vigas de refuerzo con techo rígido y pesado que podría actuar como diafragma ante solicitaciones sísmicas. Hay un grave problema de columna corta en los salones por el cierre parcial de las ventanas con bloques de concreto macizo, estas restringen el movimiento de las columnas disminuyendo la altura efectiva por lo que los esfuerzos horizontales se concentrarán en estos puntos. La construcción tiene una antigüedad de 30 años aproximadamente, su estado de conservación es regular aunque presenta desgaste de sus muros especialmente el perimetral que es de concreto vaciado debido a la agresividad del ambiente.

OBSERVACIONES: Es urgente solucionar el problema de columna corta generado por el cierre parcial de las ventanas, posiblemente para darle más protección al edificio, esto se puede conseguir con rejas o mallas metálicas. La solución del problema no demanda en el momento un alto costo, pero después de un sismo el problema podría convertirse en un debilitamiento general de la estructura.

Capítulo 7

Estudio Local en Matarani

7.1 RECONOCIMIENTO

Matarani es una ciudad portuaria creada el 16 de Diciembre de 1862 reafirmada años más tarde en 1879 y, actualmente reconocida con categoría de poblado por Ley 12301 el 3 de Mayo de 1955. Es muy conocida gracias a su puerto que lleva el mismo nombre y que es uno de los más importantes en todo el litoral Sur, por medio de él se abastece principalmente de combustible a las zonas Arequipa, Qosco, Puno, Puerto Maldonado, etc. Este puerto es importante también dentro de la actividad de comercio exterior, por ejemplo, el vecino país de Bolivia usa la ruta Matarani, Arequipa, Puno, Bolivia para sacar sus productos al mar.

Matarani pertenece al Distrito de Islay, provincia del mismo nombre, cuya capital es Mollendo. Geográficamente se ubica sobre el paralelo 17°59'45" Latitud Sur y el meridiano 72°05'30" Longitud Oeste y a una altitud de 100 m.s.n.m. Su clima es típico del litoral Sur, con marcadas estaciones. En verano la temperatura se eleva hasta 27°C, y en invierno decrece hasta los 10°C con la aparición de pequeñas lloviznas. El poblado tiene una extensión de 78.08 Ha. una población alrededor de 300 habitantes. Según el censo de 1993, la población en el distrito de Islay de 2095 habitantes. Topográficamente está ubicada sobre una elevación rocosa de 100m. de altura adyacente a la línea costera, el poblado se desarrolla en una ligera hondonada la formación, pero tanto al Este como al Oeste existen elevaciones sobre las que ya se han hecho traza urbana para su próxima urbanización. Limita al Norte con la quebrada de Matarani que baja con una fuerte pendiente hacia el mar. A unos 200 m. del mercado de la ciudad y paralelo a la carretera hacia el puerto se encuentra el acantilado, que como es de

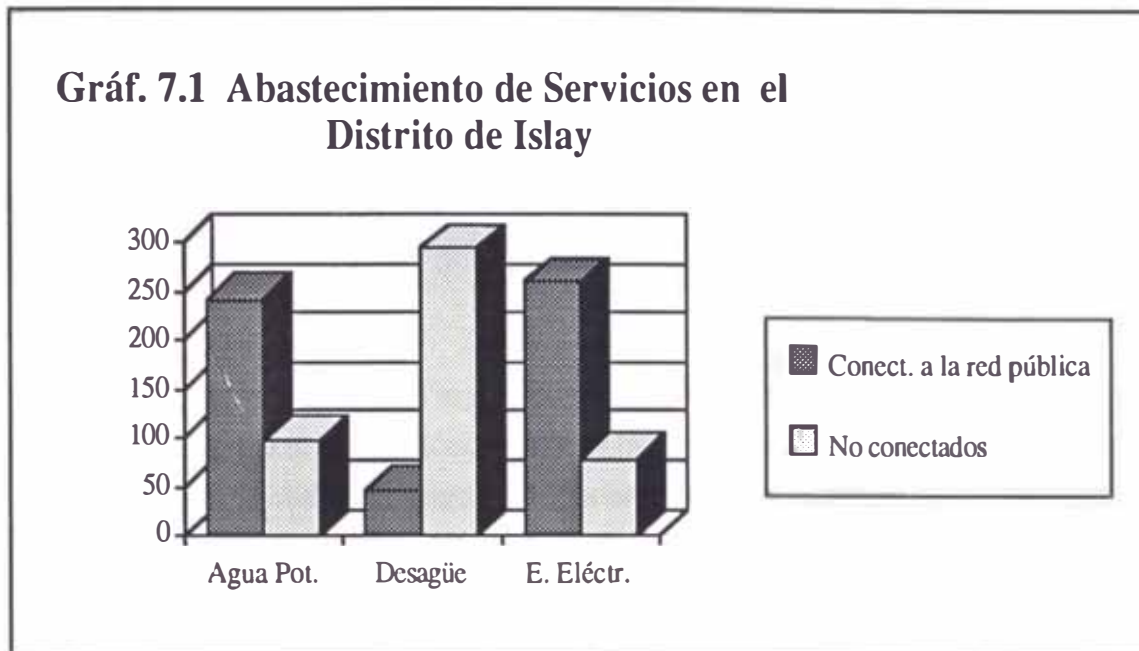
suponer tiene, gran caída. Todo el suelo sobre el que está asentada la ciudad es visiblemente rocoso, en algunos puntos es roca dura y en otros es roca fraccionada de gran dureza. Es una de las razones por las que el tendido de redes de desagüe se ha demorado tanto, ya que resulta sumamente costosa la excavación de zanjas, estas deben hacerse empleando martillos neumáticos e incluso explosivos.

La actividad económica en el poblado de Matarani está relacionada directamente con las empresas instaladas en la zona como: El Terminal Marítimo de ENAPU-PERU, el Terminal Pesquero de EPSEP, Fábricas de Fertilizantes, Depósitos de Materiales de ENCI y otros, ENAFER PERU, etc. Otra actividad principal y que se usa como recurso cuando no hay movimiento portuario es la pesca y recolección de mariscos. Su infraestructura la constituyen 2 bolicheras, 10 bolichitas, 25 faluchas y 70 botes marisqueros. Los pescadores se encuentran en una grave situación económica, hay gran cantidad de desocupados y no hay generación de empleos.

El trabajo en los puertos como por lo general es eventual, sólo cuando llegan embarcaciones hay actividad y la mano de obra ocupada depende de la magnitud de la carga. El salario es bajo por lo que el poder adquisitivo de la población es reducido. Según el informe preparado por la Municipalidad Distrital, el 80% de la población ocupada son obreros, el 5% Empleados y el 15% trabajadores eventuales. Por lo general los ejecutivos de dichas empresas residen en Mollendo (a 15 minutos de Matarani) o en Arequipa a unas 2:30 Hrs. de viaje. Hay graves problemas de higiene y salubridad en especial en las zonas periféricas, la basura es arrojada a los alrededores generando proliferación de moscas y roedores, igualmente, al no contar con servicios de desagüe disponen las deposiciones fecales en las cercanías de la vivienda. El agua de consumo proviene desde Mollendo y es depositada en el reservorio existente en el lugar. Uno de los condicionantes del aspecto socioeconómico es el abastecimiento de servicios vitales, a continuación se muestra una gráfica de éste, proviene de datos obtenidos por el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) después del censo de 1981, que representa la situación actual con cierta aproximación ya que no se han hecho importantes mejoras. (ver gráf. 7.1)

Matarani cuenta con un colegio nacional mixto de educación primaria y secundaria, dos PRONOI, un jardín de infancia. Quedan, según un informe presentado por la municipalidad, un 20% de niños en edad escolar no matriculados. Los alumnos afrontan problemas socioeconómicos y desnutrición. Los centros educativos no cuentan con la infraestructura adecuada, faltan SS.HH. losas deportivas, cercos perimétricos, etc. Para el servicio de salud, Matarani tiene un Centro de Salud con infraestructura para Consultorio médico, Topico,

Farmacia, ambiente para obstetricia, y odontología. No cuenta con infraestructura para tratar casos de Cólera, en caso de urgencia se limitan a atender la emergencia con los equipos e insumos que se cuentan para luego derivar el caso a Mollendo. La situación es la misma con otras enfermedades, hay escasez de medicinas e insumos por falta de recursos.



7.2. SECTORIZACIÓN

En la zona central el grado de consolidación es mucho mayor que en la de los exteriores, además se caracteriza por ser la de mayor antigüedad, sus edificaciones promedian los 20 a 30 años, aunque hay adificaciones mucho más antiguas; los alrededores en cambio son urbanizaciones nuevas muchas de ellas aún en plena formación, sus viviendas no sobrepasan los 10 a 15 años en promedio, pero su estado de conservación es muy malo, las construcciones precarias abundan en los márgenes de la ciudad. Las condiciones socioeconómicas son las de mayor trascendencia en el criterio empleado para la sectorización. En la zona central hay menos miseria, las edificaciones son más resistentes y cuentan por lo menos con algunos servicios. En los alrededores hay mucha pobreza y miseria, construcciones precarias y existencia de corrales de cerdos y aves los pobladores habitan en condiciones muchas veces infrahumanas.

7.2.1. SECTOR I

El sector I es la zona central, ubicada al Norte de la ciudad. Limita al Norte con la quebrada de Matarani, al Sur con la autopista Panamericana, Al Este con el pueblo joven Alto

Islay y al Oeste con el Malecón Islay. El sector tiene una superficie promedio de 17 Ha. y comprende 319 viviendas en 29 manzanas. La topografía en esta zona es regular, plana. Cercana a los extremos Sur y Este y presenta una pendiente hacia la quebrada de Islay donde no hay edificaciones. El suelo de la ciudad está constituida por roca dura y fraccionada de gran dureza. En algunos puntos la roca está cubierta por un estrato de arena limosa de poco espesor.

La intensidad máxima esperada para Matarani está entre VI-VII y VIII para condiciones locales extremas. La distribución de intensidades da en el 100% del sector VII MMLA-92. debido a la gran dureza y buenas condiciones de suelo.

Seguridad

El ancho de las calles (9.00 m.) en relación a la altura de las edificaciones que no sobrepasan los dos pisos (6.00 a 5.00 m.) permitiría fácilmente el flujo de personas y vehículos en caso de desastre. En cuanto a refugios provisionales, se recomienda utilizar la Plaza Miguel Grau, que es prácticamente la zona nuclear del sector, cercana al Centro de Salud y al Colegio Miguel Grau, construcción de material noble con una amplia zona abierta que podría también servir de refugio. Otras zonas son el Parque Violeta Correa de Belaunde, (ubicado detrás del colegio M. Grau, hacia el Norte.) que posee losas deportivas, y también el parque Libertad ubicado en el encuentro de la Avenidas Arequipa y el Malecón Islay.

La existencia de losas de concreto en zonas abiertas permite por una parte mayor comodidad para las actividades de socorro, apilar víveres y medicinas pero puede dificultar la ubicación de carpas cuando estas tienen su sistema de fijación por medio de estacas. En el colegio Miguel Grau puede encontrarse estas dos áreas, por lo que se recomienda como refugio.

7.2.2. SECTOR II

Este sector comprende la periferie de la ciudad, está a su vez subdividido en tres zonas ubicadas al Este, Oeste y al Sur del casco urbano. Cubre un área de 78 Ha. aprox. y a pesar de su mayor extensión con respecto al sector anterior sólo tiene 258 viviendas en unas 27 manzanas. Abarca las Asociaciones Provivienda de Ferroviarios, Indoamérica, Bahía del puerto y el campamento de Enafer Perú hacia el Sur; la Asociación Prov. Alto Islay al Este (la zona más alta) y La Asoc. Provivienda Puerto Rico, Campamento de ENAPU PERU al Oeste. Están dentro de éste sector los depósitos de la Compañía Minera Madrigal, Banco Minero, Ag. Marítima, etc. La topografía es irregular, aunque sin grandes diferencias. Tanto al Este como al Oeste presenta elevaciones de unos cuantos metros con pendientes suaves. Cerca a la

asociación Puerto Rico se encuentra un reservorio apoyado que abastece la ciudad aprovechando su altura con respecto a la ciudad. Al Sur donde se ubica Las Asoc. Provivienda Bahía del puerto, Indoamérica, etc. la topografía es más regular aunque con ligera pendiente hacia el Sur.

El tipo de suelo en de Matarani es uniforme, la ciudad está asentada sobre roca sólida y roca fraccionada dura cubierta por una delgada capa de arena limosa A ambos extremos de la ciudad la capa de arena es de mayor espesor pero no sobrepasa el metro o metro y medio y tiene también afloraciones rocosas. Se espera también una intensidad de VII MMLA-92 en el 100% del sector.

Seguridad

La relación del ancho de las calles con respecto a la altura de las edificaciones es segura tomando en cuenta que las calles tienen un ancho de 9.00 m. y las edificaciones rara vez sobrepasan los dos pisos (5.00 a 6.00 m).

Hay muchas zonas abiertas con asentamientos humanos de muy incipiente consolidación. Estas zonas a pesar de ser extensas no son recomendables como refugio por su dispersión y las condiciones de salubridad existentes. Las viviendas precarias carecen de servicios básicos y en caso de desastre posiblemente se generen en estas zonas focos de infección donde proliferen roedores e insectos.

7.3. DISEÑO DE TOMA DE MUESTRAS

Conforme a las características descritas líneas arriba, se ha dividido el poblado en dos sectores para los que se han diseñado una toma de muestras de acuerdo al número de viviendas y manzanas encontradas. Cada muestra representa a un tipo de edificación en la escala de resistencia sísmica. La elección de dicha vivienda es al hazar dentro de una determinada manzana cuidando que ésta sea realmente representativa. de esta muestra se obtienen las características típicas del tipo de vivienda que representa en la escala sísmica. El número de viviendas por tipo y por sector ha sido obtenido de una inspección ocular de la zona, calificando a cada vivienda con un determinado grado de resistencia dentro de la tabla que va de 0 a 4 (0 para la más baja, 4 para la menos vulnerable) que se ha desarrollado en el capítulo anterior.

Los cálculos para determinar el mínimo número de viviendas a tomar en cada sector para que la muestra sea representativa se muestran en el Cuadro 7.1

Cuadro 7.1
Diseño de Toma de Muestras

Sector I

# de Viviendas	319
# de Manzanas	29
# de Viv/Mz	11.00
5% Mz	1.45
10% Viv/Mz.	1.10
# Viv. min.	1.60
# Viv. tomadas	3

Sector II

# de Viviendas	258
# de Manzanas	27
# de Viv/Mz	9.56
5% Mz	1.35
10% Viv/Mz.	0.96
# Viv. min.	1.29
# Viv. tomadas	3

7.4. RESULTADOS DE CAMPO

7.4.1. Sector I

El primer sector caracterizado por ser el más consolidado debido a su mayor antigüedad, tiene los cinco tipos de edificaciones de la escala de resistencia sísmica. Concentra el 55.29% de las construcciones, sus 319 edificaciones componen una configuración de vulnerabilidad física mostrada en gráfico 7.4 y cuadro 7.2.

Edificaciones Tipo 0

Son edificaciones precarias no aptas para vivienda construidas con tablas, retazos de cajones de embalaje y otros materiales de desecho que la gente obtiene del puerto. Sus techos son livianos usando como cobertura el material disponible como latón

madera, etc., también planchas de Zinc y/o de Asbesto-Cemento (o retazos de estos). En este sector existen por lo menos unas 35 edificaciones de este tipo con una incidencia del 10.95% sobre el sector.

Se caracterizan por su precariedad, carecen de servicios básicos, sus pobladores están en constante riesgo a enfermedades respiratorias y gastro intestinales por la cercanía de los criaderos de cerdos a los que se alimenta con basura. Se ubican a los extremos de la ciudad, no se puede determinar con precisión el grado de resistencia sísmica de estas edificaciones, debido a su ligereza y flexibilidad la aceleración sísmica produce una menor fuerza horizontal, pero la carencia de elementos estructurales no aseguran que dicha edificación resista aún esos esfuerzos reducidos.

Para una intensidad mayor o igual a VII MMLA-92 se considera que las edificaciones de este tipo colapsan. Los daños materiales e incluso humanos son menores que en el de una edificación convencional, pero la gente después del terremoto engrosará las filas de aquellos que han perdido su vivienda agravando las condiciones.

El 40.70% (unas 35 edificaciones aproximadamente) se encuentra en este sector, mientras que el 59.30% están en el sector II (unas 51 construcciones).

Edificaciones Tipo 1

Son edificaciones que por su baja resistencia a esfuerzos de corte y principalmente falta de elementos sismorresistentes son muy vulnerables a movimientos sísmicos. Hay 55 viviendas cuya resistencia sísmica corresponde a este nivel, con una incidencia del 17.24% sobre el sector.

CONSTRUCCIONES DE ESTERA Y MADERA

Hay viviendas con paredes de estera unidas a palos verticales fijados en el piso a manera de columna que le dan mayor rigidez a la edificación. Pertenecen también a este grupo las edificaciones de madera que por su mal estado de conservación a causa del ataque de hongos y roedores se han degradado en la escala sísmica. Sus elementos estructurales columnas y vigas así como sus paredes están seriamente dañadas.

Edificaciones Tipo 2

CONSTRUCCIONES DE ALBAÑILERÍA

En este sector se han encontrado aproximadamente 11 viviendas tipo 2 que representan el 3.45%. Tienen las siguientes características:

Cimentación corrida de concreto simple sin refuerzos, con muros de ladrillo artesanal, geoméricamente imperfectos unidos con mortero cemento-arena de mala calidad. No se usa por lo general columnas ni vigas de amarre. El ancho de muros es de 25 cm. y de 15 cm. usándose con cierto criterio dentro de la edificación. El techo es ligero y flexible con coberturas de planchas de asbesto-cemento y calamina (planchas acanaladas de Zinc). y en algunos casos de losa aligerada pero débilmente anclada a los muros.

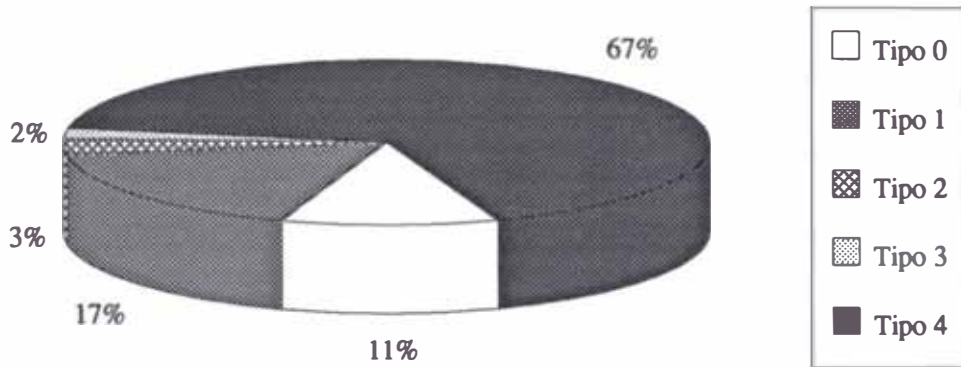
Las edificaciones de albañilería que están incluidas en este tipo, presentan un mal estado de conservación, las paredes que en un buen porcentaje no han sido revestidas quedan . Las unidades de albañilería expuestas al ambiente agresivo de la brisa marinase han desgastado, que como es de esperar debilitan la resistencia de los muros. Las viviendas de albañilería con estas deficiencias fueron construidas hace unos 15 a 20 años aproximadamente.

Cuadro 7.2
N° DE VIVIENDAS POR SECTOR
EN EL POBLADO DE MATARANI

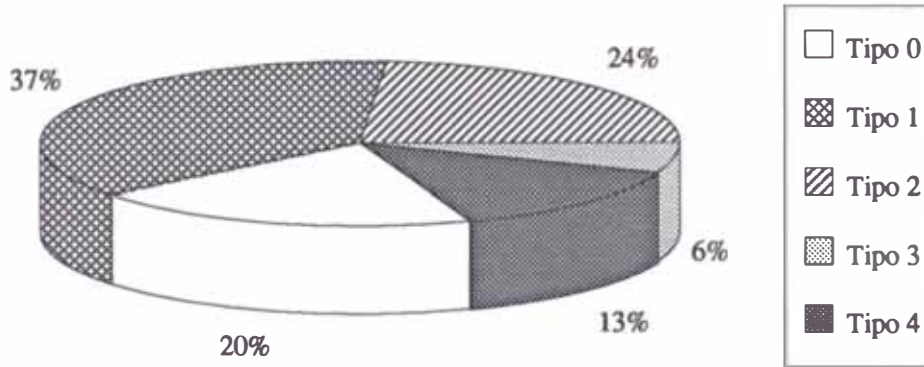
Resist. Sísmica	SECTOR I	
	Nº de viv.	%
Tipo 0	35	10,97%
Tipo 1	55	17,24%
Tipo 2	11	3,45%
Tipo 3	6	1,88%
Tipo 4	212	66,46%
Σ	319	100,00%

Resist. Sísmica	SECTOR II	
	Nº de viv.	%
Tipo 0	51	19,77%
Tipo 1	96	37,21%
Tipo 2	61	23,64%
Tipo 3	16	6,20%
Tipo 4	34	13,18%
Σ	258	100,00%

Gráf. 7.2 Tipos de Vivienda. Matarani - Sector I



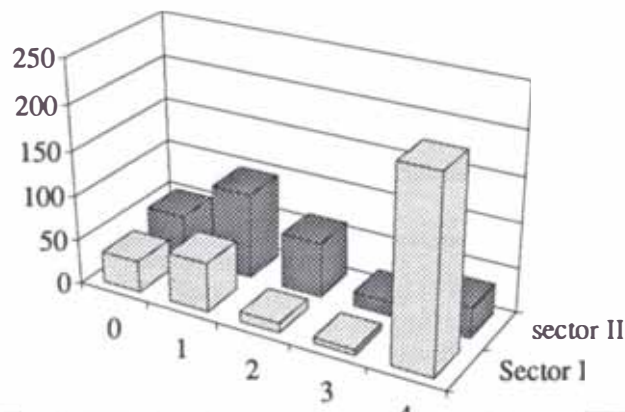
Gráf. 7.3 Tipos de Vivienda. Matarani - Sector II



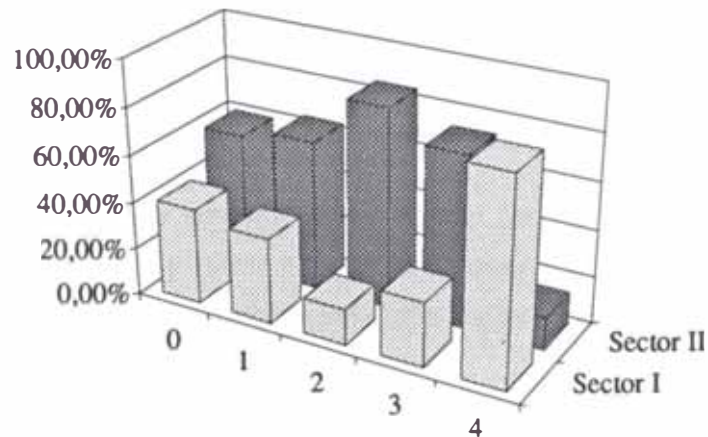
Cuadro 7.3
DISTRIBUCION DEL TIPO DE VIVIENDA
POR SECTOR EN EL POBLADO DE MATARANI

Construc	Sector I		sector II		Σ	Incid. en el Sector
	# Viv.	%	# Viv.	%		
Tipo 0	35	40,70%	51	59,30%	86	14,90%
Tipo 1	55	36,42%	96	63,58%	151	26,17%
Tipo 2	11	15,28%	61	84,72%	72	12,48%
Tipo 3	6	27,27%	16	72,73%	22	3,81%
Tipo 4	212	86,18%	34	13,82%	246	42,63%
Σ	319		258		577	100,00%

Gráf. 7.4 Consolidado del número de vivienda por sector en el poblado de Matarani



Gráf. 7.5 Incidencia del tipo de vivienda por sector en el poblado de Matarani



Edificaciones Tipo 3

hay muy pocas viviendas de este tipo en el primer sector, unas 6 viviendas que hacen un 1,88% con respecto al total de las edificaciones en el sector. Están constituidas por edificaciones de madera en buen estado con las siguientes características.

CONSTRUCCIONES DE MADERA

en buen estado de conservación, con elementos estructurales intactos, techos flexibles con cobertura de calamina y asbesto cemento. Por su flexibilidad y poco peso pueden resistir las vibraciones sin mayores daños.

Son por lo general de un solo piso y de pequeñas dimensiones, sin grandes aberturas como portones o largas ventanas. Sus techos son ligeros y flexibles con estructura de madera y cobertura de planchas acanaladas de Zinc y de Asbesto-Cemento.

Edificaciones Tipo 4

CONSTRUCCIONES DE ALBAÑILERÍA

Hay 212 viviendas sismicamente rresistentes que hacen un 66,46% en este sector, son de albañilería confinada con las siguientes características:

<p>Cimentación : Corrida sin refuerzos. Muros : De ladrillo tipo IV o V (Norma ITINTEC), es decir de geometría regular, cocidos a alta temperatura. Ciertas paredes están construidas con otro tipo de ladrillo, (artesanal) especialmente las posteriores, muros en los jardines etc. Mortero : Cemento- arena Elementos sismorresistentes : Tienen columnas y vigas de amarre de concreto reforzado. Techado : Rígido y pesado (losa aligerada) Espesor y densidad de muros : De 15 y 25 cm. Estado de Conservación : Regular. Antigüedad aprox. de la construcción : 15 y 20 años.</p>

7.4.2. Sector II

Edificaciones Tipo 0

Tienen características muy similares al del anterior sector, construidas con tablas, retazos de cajones de embalaje y otros materiales de desecho. Sus techos son livianos usando como cobertura el material disponible como latón madera, etc., o planchas de Zinc y/o de Asbesto-Cemento.

En este sector existen por lo menos unas 51 edificaciones de este tipo, con una frecuencia dentro del sector de 19.77%. Hay como se ve, un mayor número de viviendas precarias en este sector pero a diferencia del primero las edificaciones están más dispersas, agrupándose en concentraciones de construcción en manzanas apenas pobladas a los extremos de la ciudad.

Son igualmente débiles y carecen de servicios, carecen de servicios y muchas veces tienen criaderos de cerdos atrayendo como consecuencia moscas y otros insectos infecto contagiosos. La basura y deposiciones fecales las disponen en las cercanías de sus viviendas agravando las condiciones de salud gravemente debilitadas por factores socioeconómicos propios de su población.

Edificaciones Tipo 1

En el sector hay 96 viviendas cuya resistencia sísmica corresponde a este nivel, encontrándose con una frecuencia del 37,21% en el sector. Tienen las mismas características que las del sector anterior.

Edificaciones Tipo 2

CONSTRUCCIONES DE ALBAÑILERÍA

Se han encontrado aproximadamente 61 viviendas tipo 2 que representan el 23,64% en el total de viviendas del segundo sector y tienen las siguientes características:

Cimentación corrida de concreto simple sin refuerzos, con muros de ladrillo artesanal y unidades geométricamente irregulares unidos con mortero cemento-arena de mala calidad. No se usa por lo general columnas ni vigas de amarre, el ancho de muros es de 25 cm. y de 15 cm. para muros de carga y tabiques usándose con cierto criterio dentro de la edificación. El techo es ligero y flexible con coberturas de planchas de asbesto-cemento y calamina (planchas acanaladas de Zinc). y en algunos casos de losa aligerada pero débilmente anclada a los muros.

Las edificaciones de albañilería que están incluidas en este tipo, presentan un mal estado de conservación, las paredes que en un buen porcentaje no han sido revestidas quedan . Las unidades de albañilería expuestas al ambiente agresivo de la brisa marinosa han desgastado, que como es de esperar debilitan la resistencia de los muros. Las viviendas de albañilería con estas deficiencias fueron construidas hace unos 15 a 20 años aproximadamente.

Edificaciones Tipo 3

hay también muy pocas viviendas de este tipo en el segundo sector, unas 16 viviendas que hacen un 6,20% con respecto al total de las edificaciones en el sector. Están constituidas por edificaciones de madera en buen estado ubicadas en forma dispersa lo constituyen edificaciones antiguas y las construidas por ENAPU PERU o ENAFER PERU. tienen las siguientes características.

CONSTRUCCIONES DE MADERA

Buen estado de conservación, elementos estructurales intactos, techos flexibles con cobertura de calamina y asbesto cemento. Por su flexibilidad y poco peso pueden resistir las vibraciones sin mayores daños.

Son por lo general de un solo piso y de pequeñas dimensiones, sin grandes aberturas como portones o largas ventanas. Sus techos son ligeros y flexibles con estructura de madera y cobertura de planchas acanaladas de Zinc y de Asbesto-Cemento.

Edificaciones Tipo 4

CONSTRUCCIONES DE ALBAÑILERÍA

Hay 34 viviendas sismicamente resistentes que hacen un total 13,18% en este sector, son de albañilería confinada con las siguientes características:

Tienen cimentación corrida sin refuerzos, usan muros de ladrillo tipo IV o V (Norma ITINTEC) es decir de geometría regular, cocidos a alta temperatura de calidad industrial. Ciertas paredes están construidas con otro tipo de ladrillo, (artesanal) especialmente las posteriores, muros en los jardines etc. y unidos con mortero cemento- arena, como elementos sismorresistentes tienen columnas y vigas de amarre de concreto reforzado, techado rígido y pesado por lo general de losa aligerada. Su espesor de muros es de 15 y 25 cm., con regular estado de conservación tienen una antigüedad aproximada de 15 a 20 años.

7.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

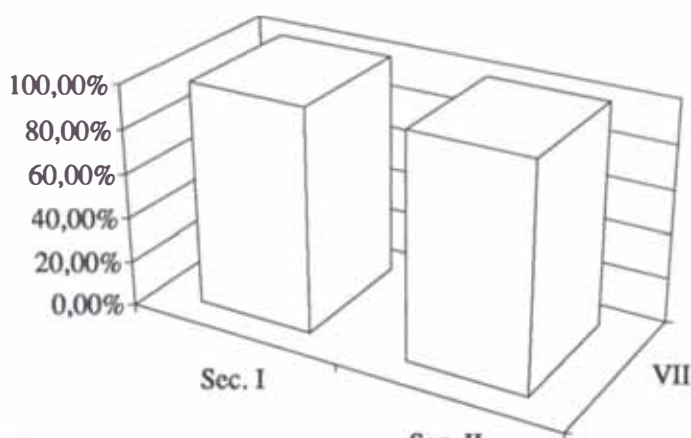
7.5.1. CONCLUSIONES

A continuación se dan una serie de cuadros y gráficos que resumen la información:

Número de viviendas por sector :

Los siguientes cuadros resumen los datos obtenidos en el campo, representan el grado de vulnerabilidad de la ciudad de Matarani sector por sector. Un índice elevado de

Gráf. 7.6 Distribución de Intensidades por sector en el poblado de Matarani



Cuadro 7.4

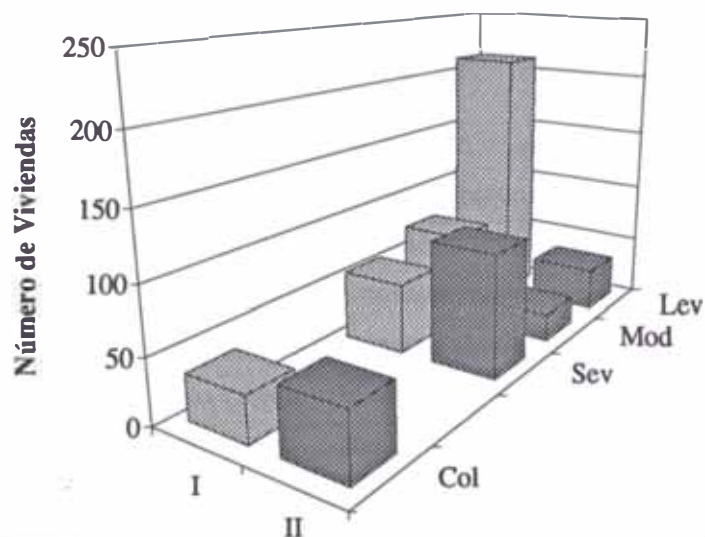
<i>Intensidad</i>	
<i>VII</i>	
Sec. I	100,00%
Sec. II	100,00%

Cuadro 7.5
Daños Esperados Por Sector
En el poblado de Matarani

		<i>VII</i>	<i>100,00%</i>
<i>Tipo de Edific.</i>	<i># de Viv. Encontr.</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>
Tipo 0	35	35	60 a más
Tipo 1	55	55	20
Tipo 2	11	11	10
Tipo 3	6	6	5
Tipo 4	212	212	< de 5
Σ	319		

		<i>VII</i>	<i>100,00%</i>
<i>Tipo de Edific.</i>	<i># de Viv. Encontr.</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>
Tipo 0	51	51	60 a más
Tipo 1	96	96	20
Tipo 2	61	61	10
Tipo 3	16	16	5
Tipo 4	34	34	< de 5
Σ	258		

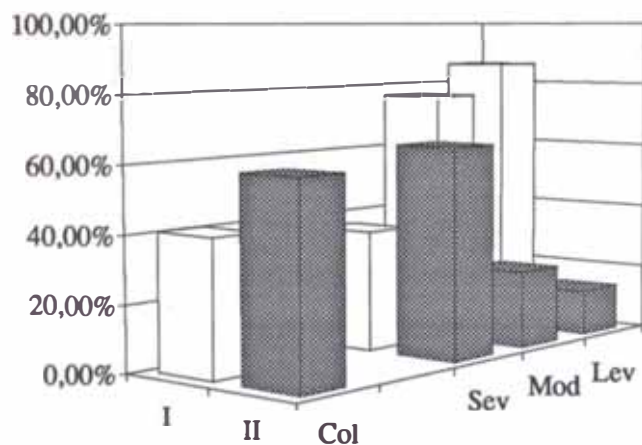
Gráf. 7.7 Magnitud de Daños por sector en el poblado de Matarani



Cuadro 7.6 Magnitud de Daños por Sector

	<i>Leve</i> 0 a 4%	<i>Moderado</i> 5 a 10%	<i>Severo</i> 11 a 30%	<i>Destr. Parc.</i> 30 a 60%	<i>Colapso</i> Más de 60%
Sector I	212	72	55		35
Sector II	34	22	96		51
Σ	246	94	151	0	86

Gráf. 7.8 Distribución de Daños por sector en el poblado de Matarani



edificaciones cuyo grado de resistencia sísmica esté por debajo de 3 expresan una elevada vulnerabilidad de ese sector sector y en caso de ser generalizado, de la ciudad.

El sector II tiene casi un 20% de edificaciones tipo 0 (precarias, no aptas para vivienda) y un total de 208 edificaciones débiles (de grado menor de 3) es decir un 80.62% que es pues un alto grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones. El primer sector tiene también cierta vulnerabilidad, pero el número de viviendas débiles es de 68,34%

En el cuadro 7.3 podemos observar que el mayor número de viviendas tipo 0, tipo 1 y tipo 2 (edificaciones de resistencia sísmica baja) se encuentran en el segundo sector mientras que en el primero se encuentran el 86% de las viviendas sísmicamente resistentes. Se nota una clara tendencia de la concentración de la vulnerabilidad en el sector II y en los márgenes del sector I. Estas zonas son las más recientes, lo que indica que la población está creciendo pero también crece la pobreza, en la zona central hay viviendas con 20, 30 años o más, y es el sector con menos vulnerabilidad, no por su buena conservación, sino porque las nuevas construcciones son precarias, no aptas para vivienda, con alto grado de vulnerabilidad debido a las condiciones de miseria existente en la ciudad.

Intensidad esperada por sector

La intensidad esperada como se explicó líneas arriba, es de VII MMLA, relativamente baja a la que se espera en otras ciudades de la Costa Sur, esto debido al suelo rocoso con un período predominante de alrededor de 0.3 seg que reduce el efecto de amplificación dinámica. Esta intensidad esperada analizada sector por sector se expresa en la gráf. 7.8, que como vemos es una distribución homogénea en ambos sectores de VII MMLA en el 100% de estos, esto debido a las condiciones muy semejantes de toda la zona donde se extiende la ciudad.

La distribución de intensidades es homogénea en el plano de la ciudad, por esa razón no se presenta la lámina de distribución de intensidades. Con este factor constante la distribución de la vulnerabilidad en la ciudad coincide espacialmente con la de magnitud de daños (ver Lámina 7.3).

Porcentaje de daños por tipo de vivienda y por sector

De acuerdo a la metodología señalada, se interrelaciona el tipo de suelo con la vulnerabilidad existente (resistencia sísmica de las edificaciones) y se obtiene el riesgo sísmico. A continuación se muestran los cálculos en los cuadros 7.5 a 7.7 y los gráficos siguientes:

Porcentaje de daños en la ciudad :

La ciudad de Matarani tiene alto grado de riesgo sísmico, de producirse el evento sísmico en las actuales condiciones un 15% de sus edificaciones podrían colapsar, y un 26.17% quedar con daños severos. Las viviendas que colapsarían son aquellas edificaciones precarias no aptas para vivienda, no representan mayor peligro de pérdidas humanas o materiales por la caída de muros debido a los materiales empleados en su construcción, pero estas familias al quedar sin viviendas incrementarían las filas de damnificados agravando el problema social después del sismo.

Conclusiones Finales:

Matarani debido a su calidad de suelo y configuración tiene un período predominante de alrededor de 0.3 seg. además el efecto de Amplificación dinámica probablemente tenga un efecto benevolente debido a la existencia de estratos de roca fraccionada que discipan dicho fenómeno. (Ver fotogr. 7.4 y 7.3).

El grado de vulnerabilidad física de las edificaciones es muy alto en buen porcentaje, debido a la baja calidad técnica de construcción, malas condiciones de conservación y principalmente a la cantidad de construcciones precarias no aptas para vivienda (casi el 15% del total de edificaciones). A pesar de la buena calidad de suelo, el último factor arroja como resultado un 15% de edificaciones con alto riesgo de colapso y un 26% con riesgo de daños severos.¹

El efecto destructor del sismo no se sentiría directamente por el colapso de las edificaciones o las pérdidas humanas y materiales debidas a la vibración del suelo, sino por los efectos socioeconómicos de éste en la población. El terremoto pondría al descubierto las deficiencias y agudizaría los problemas sociales, económicos, políticos, de salud, de vivienda, etc.

La ciudad de Matarani vive en constante vulnerabilidad no sólo físicamente en lo referente a sus edificaciones, tiene también un alto grado de vulnerabilidad en otros campos. Vive en vulnerabilidad económica por que la fuente de ingreso económico proviene de una u otra forma sólo del puerto. Las empresas ferroviarias, navieras, mineras, los depósitos, etc. funcionan y dan trabajo cuando llegan barcos al puerto y en la medida de la carga y descarga. La actividad alternativa es la pesca que se hace en forma artesanal y cuyo producto se vende en los mercados locales. Vive en vulnerabilidad social en el campo de la salud, por que no hay un

¹Ver clasificación de daños en el capítulo 4 - Metodología.

adecuado tratamiento preventivo, la población está constantemente amenazada por enfermedades gastrointestinales y broncopulmonares y el centro de salud no está preparado para atender éstas ni aún en estados normales. En caso de sismo, Matarani se convertiría en un problema social para Mollendo y Arequipa, no podría atenderse por sí mismo, probablemente un buen número de damnificados tengan que migrar a una de estas dos ciudades en busca de ayuda.

Si el puerto y el terminal pesquero se viera afectado por un tsunami el problema se agravaría, tomando en cuenta de que el puerto es de suma importancia no sólo para Arequipa, sino para el Sur del país, una muestra de ello fue el paro realizado el mes de Diciembre del año 92 en esa zona que casi paralizó la Costa Sur dejandola sin combustible a esta región cuasando graves problemas. En caso de sismo estas deficiencias se agravan y hacen más difícil la recuperación y mitigación de la población. Si se piensa en la vulnerabilidad física de las edificaciones no como una causa, sino como un efecto y se la ubica dentro de un sistema mayor llamado "Vulnerabilidad global", se puede concluir que el mayor problema de Matarani proviene del desequilibrio ecológico de la sociedad y de la pérdida de identidad de la población como tal. Matarani se ha convertido en un conjunto de depósitos, y habitaciones de obreros y empleados del puerto. Un programa de Mitigación de Desastres debe incluir necesariamente el aspecto social y económico de la población.

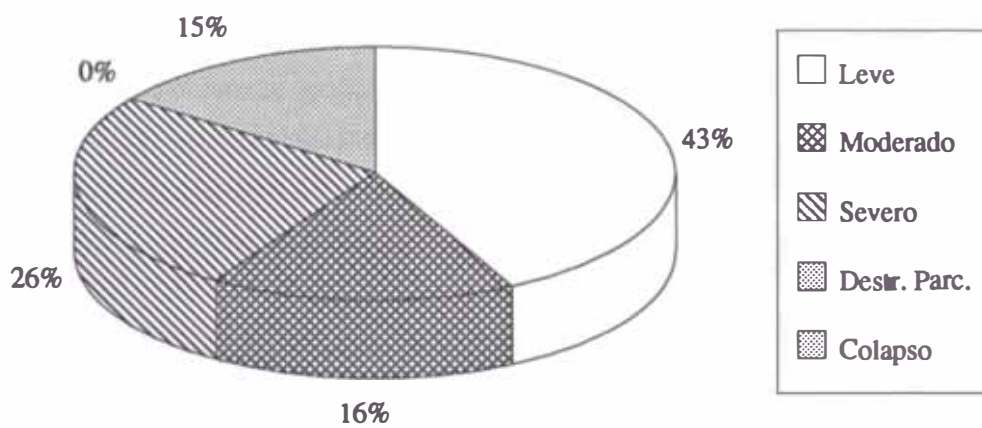
7.5.2. RECOMENDACIONES

- 1º Es urgente y necesario tomar en medidas que reduzcan las condiciones de vulnerabilidad global manifestadas en el alto grado de vulnerabilidad física de las edificaciones.
- 2º Se recomienda el uso de la Quincha como material constructivo especialmente en viviendas económicas, Es lo más adecuado por las condiciones sísmicas de la región, el bajo ingreso económico de la población
La caña o carrizo no existe en cantidades suficientes para cubrir estas necesidades, pero existen condiciones propicias en la zona de Mejía.
- 3º Realizar continuamente campañas de salud preventiva a ayuda humanitaria de la población que vive en condiciones de miseria.
- 4º Fortalecer e incrementar el sistema de salud de manera que pueda abastecer la demanda por lo menos de la zona urbana.

Cuadro 7.8
Daños Finales en el poblado de Matarani

Grado de Daño	# de Viv. Afectadas	%
Leve	246	42,63%
Moderado	94	16,29%
Severo	151	26,17%
Destr. Parc.	0	0,00%
Colapso	86	14,90%
Total	577	100,00%

Gráf. 7.9 Daños Esperados en el poblado de Matarani



- 5º Realizar campañas de educación especialmente en alumnos de 4º y 5º de secundaria en las que se impartan nociones de limpieza, salud pública, deposición de excretas y basura, así como cría de animales.

Propiciar la generación de Proyectos de Inversión con el objetivo de generar empleo y diversificar la economía de tal manera que la fuente de ingreso no provenga sólo del movimiento portuario.

Se propone como una idea, por ejemplo aprovechar la infraestructura del terminal pesquero y las condiciones naturales de la zona favorables para el cultivo de mariscos y moluscos, empresa que incluso podría ser propiedad municipal, paliando de esta forma la crisis económica por la que atraviesa la población.

APÉNDICE DEL CAPÍTULO

SALUD

Centro de Salud de Matarani

ADMINISTRACION: Ministerio de Salud

PERSONAL MEDICO: Un médico, una obtetriz, una enfermera y un técnico sanitario. El personal es sólomente contratado, no es estable.

EQUIPAMIENTO: No existe capacidad de hospitalización, sólo se atiende casos de emergencia y se deriba el paciente a mollendo por ejemplo en casos de cólera u otra enfermedad que requira mayores cuidados.

ENFERMEDADES FRECUENTES: Las enfermedades más frecuentes son las respiratorias, las gastrointestinales y los accidentes de trabajo.

INFRAESTRUCTURA: La posta médica tiene una edificación de albañilería confinada de un solo piso y tres ambientes. Con columnas y vigas de amarre la construcción es sísmicamente resistente pero al parecer muy reducida para las funciones que debe cumplir. El Centro de Salud cuenta con un terreno destinado a una ampliación de la infraestructura física, pero no con los medios económicos que la harían posible.

OBSERVACIONES: Entre las necesidades más urgentes que cita la doctora encargada del C.S. están: Las vacunas antitetánicas y el equipo para la atender los casos de descompensación barométrica muy común en los busos que habiendo permanecido un buen tiempo bajo el agua y a cierta profundidad suben bruscamente a la superficie, la profesional cita también la necesidad de apoyo para la planificación familiar y salud de

Capítulo 8

Estudio Local en Pampacolca y Chuquibamba

8.1 RECONOCIMIENTO

Pampacolca y Chuquibamba son dos pueblos serranos enclavados en el valle de Majes, ambos pueblos son importantes para la zona, el primero por constituir un centro de acopio de productos del interior y el segundo por ser un punto de intercambio comercial de productos de locales y de aquellos traídos del interior. Pampacolca fue reconocida por ley 248 del 17 de Octubre de 1906 con categoría de Villa y Chuquibamba con categoría de ciudad por Ley S/N del 24 de Diciembre de 1870. Ambas pueblos fueron castigados duramente en el sismo del 16 de Febrero de 1979, los estudios de los daños producidos, formas de falla influencia de las condiciones locales, etc. han permitido sacar varias conclusiones para el estudio de la vulnerabilidad.

Pampacolca pertenece al distrito de Pampacolca provincia de Castilla cuya capital es Aplao. Chuquibamba es la capital del Distrito del mismo nombre y de la Provincia de Condesuyos. Geográficamente Pampacolca se encuentra sobre el paralelo 15°42'36" Latitud Sur y meridiano 72°34'21" Longitud Oeste mientras que las coordenadas de Chuquibamba son 15°50'06" Latitud Sur y 72°39'06" Longitud Oeste. Pampacolca y Chuquibamba se encuentran a una altitud de 2950 y 2945 m.s.n.m. respectivamente.

En la Sierra hay grandes diferencias de temperatura entre el día y la noche aún en estación seca, la baja densidad del aire por la altura ocasiona irritaciones en la piel por efecto de los rayos solares. El clima es muy similar en ambas ciudades, la temperatura máx. está alrededor

de los 19.14°C, la mínima en 3.40°C y la media anual en 12°C. Una peculiaridad de este clima es la presencia de neblina al amanecer y al atardecer proveniente del Pacífico y arrastrado por el viento a través del valle de Majes que da una mayor sensación de frío especialmente en Chuquibamba.

Según el censo de 1993 la población en el distrito de Pampacolca es de 3936 hab. y de 2033 en la zona urbana, mientras que en Chuquibamba es de 3889 y 2661 hab. respectivamente. La extensión de Pampacolca es de 38.3 Ha y de Chuquibamba de 70 Ha. aprox.

El siguiente cuadro resume esta información:

Distrito	Población Total	Población Urbana	Población Rural
Pampacolca	3936	2033	1903
Chuquibamba	3889	2661	1228

La fisiografía de la zona de Pampacolca se caracteriza por su gran variedad de relieves, una mezcla de cerros quebradas, mesetas y valles profundos. La localidad y su vasta campiña se encuentran sobre un valle amplio de unos 3 Km. de ancho por 9 Km de Largo. Este valle tiene una ligera pendiente hacia el Sureste y una característica peculiar en su sección en "U" que denota su origen glaciar. El cerro Antipampa que lo limita por el Noreste, es justamente el resto de una morrena lateral.

Chuquibamba se encuentra en una amplia hondonada rodeada por una altísima escarpa de unos 800 m. de altura de forma circular que ocupa un arco de 300° y unos 7 Km. de diámetro, los 60° restantes corresponden a la quebrada que da quebrada abajo. En la escarpa mencionada se encuentran distribuidas algunas terrazas escalonadas. La ciudad se encuentra sobre una de esas terrazas fisiográficas que resulta insuficiente para contenerla.

Al Sur de la ciudad está la quebrada Huacucani, por la que discurre agua sólo en época de lluvias; en ella se observan taludes sumamente empinados en sus dos flancos donde asimismo, se han construido muchas viviendas.

A diferencia de Chuquibamba, los suelos de Pampacolca por su configuración topográfica pueden considerarse estables, la Villa está asentada sobre un valle amplio relativamente plano con una ligera pendiente al Sureste. En el plano 8.2.a se muestra una

zonificación de suelos realizada por C. Augusto Rodríguez en 1982¹ tomando en cuenta los materiales encontrados en las excavaciones.

Zonificación de Suelos

Pampacolca:

Zona 1 Abarca una franja que incluye las áreas de mayor densidad de edificaciones, los suelos que la conforman son areno-limosos y areno-arcillosos entre 13 y 72%. La densidad relativa es mayor en las cotas más altas.

Zona 2 Circunscribe a la zona 1, está conformada por suelos areno-limosos que intercalan importantes estratos de grava bien graduada o arenas pobremente graduadas. Los valores de la densidad relativa para esta zona es significativamente mayor.

Zona 3 Es un área más o menos amplia de rellenos artificiales de bastante potencia. La densidad relativa de apenas 11% revela el estado tan suelto en que se encuentran.

Chuquibamba

Zona 1 Terreno con pendiente moderada, suelos granulares tipo GW, GP, Sp. compactos y secos.

Zona 2 Terreno con pendiente fuerte e inestabilidad de taludes. Suelos granulares tipo GP, SO compactos y secos.

Zona 3 Terreno con pendiente fuerte. Suelos Areno-Limosos, Húmedos

Zona 4 Rellenos artificiales. Suelos combinados, gravas, arenas limosas, etc.

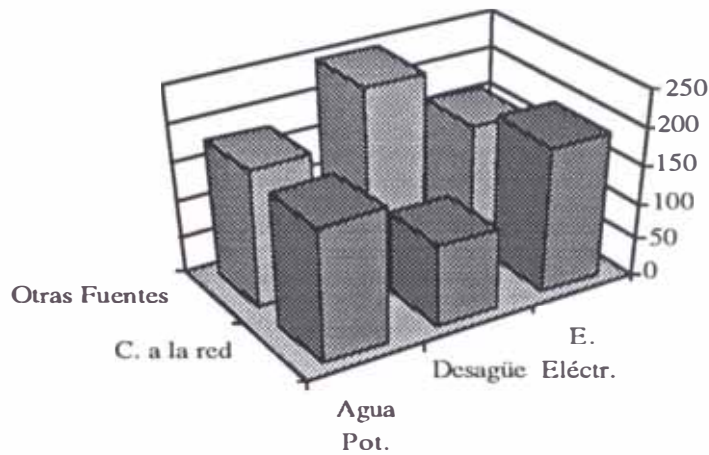
En Chuquibamba los suelos pueden clasificarse como suelos granulares del tipo de gravas bien graduadas, pobremente graduadas y arenas pobremente graduadas algo limosas. La distribución espacial no puede definirse exactamente porque aparecen erráticamente entrelazados de acuerdo a la exploración realizada por A. Buendía, quien zonificó la ciudad en 4 zonas de acuerdo al tipo de suelo que se muestran en la lámina 8.2 (b)

Las principales actividades económicas básicamente son la agricultura y ganadería, se cultivan productos como la Alfalfa, Papa, Trigo, Cevada y Maíz. La ganadería está dedicada especialmente al ganado vacuno, Pampacolca es un

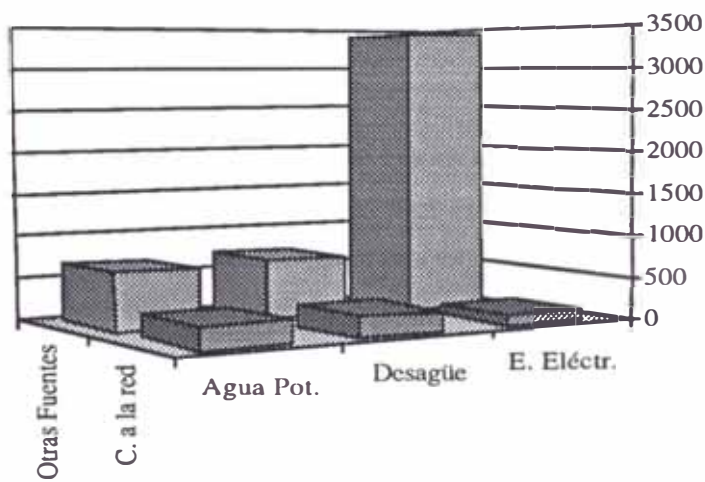
importante productor de leche, comercializando casi toda su producción a la compañía enlatadora "Leche Gloria S.A." La industria a colocado una planta de enfriamiento en la zona que compra el líquido lácteo a los ganaderos y la envía hasta Aplao y de allí a Arequipa en cisternas especialmente equipadas. No existen industrias de transformación, la actividad profesional más numerosa la constituyen los docentes.

¹ C. AGUSTO RODRIGUEZ BUENDIA, Estudio de Ingeniería Antisísmica en Chuquibamba u Pampacolca. Sismo 16-02-79 . T.G.P.O.T. de Ingeniero Civil - UNI.

Gráf. 8.1.a Abastecimiento de Servicios en el Distrito de Pampacolca



Gráf. 8.1.b Abastecimiento de Servicios en el Distrito de Chuquibamba



Existe una pequeña fábrica de ladrillos en Chuquibamba con una producción muy limitada por la poca demanda. En ambas localidades la expansión urbana es lenta, hay una gran cantidad de Iglesias muchas de las cuales se usan sólo una vez al año en su "fiesta patronal". El enorme esfuerzo gasto y demandado tomando en cuenta el bajo ingreso económico de su población

pudo haberse destinado para mejoras del sistema de salud, educación (sin esperar "ayuda" del gobierno central) o hasta incluso las vías de acceso que encarecen sus productos.

8.2. SECTORIZACIÓN

a) PAMPACOLCA

8.2.1. A) SECTOR I

Comprende la franja central, de la ciudad, se desarrolla de Noroeste a Sureste atravesando la villa longitudinalmente. Las dimensiones de esta franja son de 900 m. de largo por 300 m. de ancho, haciendo una extensión total de 27 Ha. La topografía de este sector es relativamente plana con cierta pendiente hacia el Sureste, presentando pocas irregularidades. El tipo de suelo característico de esta zona es areno limoso con estratos arcillosos de alta densidad relativa, por lo que se estima una intensidad de VIII MMLA en un 96%, VII+ en un 2% para suelos de alta densidad relativa y 2% para IX en suelos con rellenos.

Seguridad

Las calles en este sector son en buena parte espaciosas y las edificaciones de baja altura por lo que se podría considerar vías de escape seguras, no existe muchas plazas o lugares abiertos, pero las edificaciones tienen siempre en su interior patios que podrían servir de refugio temporal en caso de desastre.

8.2.2. A) SECTOR II

Está comprendido a ambos lados Norte y Sur de la villa, son también franjas en dirección longitudinal flanqueando al primer sector. Las franjas tienen una extensión total de 9 Ha. aproximadamente y albergan unas 33 manzanas. La topografía es algo similar al primer sector, existe zonas con pendiente regular en los extremos tanto en la parte alta cerca a la acequia de riego como a la parte baja en la que limita con el río Chilincay que arastra cantos rodados de buen tamaño en época de lluvias por la pendiente y caudal que posee. El tipo de suelo predominante es arenolimoso y areno-arcilloso con un amplio rango de densidad relativa. por lo que se estima una intensidad de VII+ MMLA en un 90% y VII en un 10% del sector.

Seguridad:

El ancho de las calles es muy reducido, y debido a la pendiente el tránsito de personas corriendo es dificultoso. Las casas tienen amplios patios interiores con cultivos de hortalizas y hay terrenos eriazos y de cultivo en la parte exterior al sector.

8.2.3. A) SECTOR III

El sector III, comprende un cuadrángulo central, la zona más consolidada y antigua de la villa, pero en la que existen buena cantidad de construcciones relativamente nuevas. El sector comprende unas 2.3 Ha. Aprox. en las que alberga sólo 6 manzanas. La topografía es relativamente plana con cierta pendiente de SO a NE, siguiendo la dirección de la villa. El tipo de suelo predominante es suelto, es una zona de rellenos por lo que se estima una intensidad de IX MMLA en un 80% y VIII en un 20%

Seguridad:

La relación entre el ancho de las calles y la altura de las edificaciones es segura, las casas no tienen ya grandes patios interiores, pero hay dos parques de fácil acceso muy cerca de las edificaciones de este sector.

B) En Chuquibamba:

8.2.1.B) SECTOR I

Es la parte central de la ciudad, una franja en dirección Noroeste a Sureste. Comprende el núcleo urbano central de mayor antigüedad y consolidación. Tiene una extensión de 16 Ha. aproximadamente, alberga unas 51 manzanas. Su topografía como el resto de la ciudad es sumamente irregular y con fuerte pendiente, especialmente en la zona alta, hacia el Noroeste. El suelo predominante es granular tipo GW y GP, compactos y secos, con pendiente regular, por lo que se estima una intensidad de VII MMLA en un 80% , pero también existen zonas de rellenos artificiales en los que se ha estimado una intensidad de XI+ en un 20 % del sector.

Seguridad:

Las calles especialmente en la zona alta son angostas y las edificaciones altas aunque de un solo piso presentan una relación peligrosa, la fuerte pendiente de las calles son también un agravante en esta característica.

8.2.2.B) SECTOR II

Comprende las franjas laterales a ambos extremos de la ciudad, ambas siguen la dirección de Noroeste a Sureste como el primer sector. Las dos franjas tienen un extensión total de 15.7 Ha aprox. en la que albergan unas 50 manzanas. La topografía es muy irregular, presenta grandes pendientes y elevaciones en la parte alta hacia el Oeste. Debido a la inclinación del terreno las edificaciones están asentadas en terrazas construidas en base a corte y relleno. El tipo de suelo es predominantemente areno-limoso y húmedo con problemas

de inestabilidad de taludes en la que se estima una intensidad de IX MMLA en un 50%, una zona de suelos granulares y secos con pendiente fuerte y problemas de estabilidad de taludes en un 40% con una intensidad estimada de VIII, y una zona relativamente plana con intensidad de VII en el 10 % restante.

Seguridad:

En forma muy similar al otro sector, las calles son angostas y con fuerte pendiente, no hay muchas zonas abiertas, pero las casas tienen amplios patios interiores que podrían servir de refugio temporal en caso de desastre.

8.2.3.B) SECTOR III

Es la zona ubicada en la parte más baja, al Sureste de la ciudad, predominan las edificaciones nuevas de adobe, las casas son menos espaciales y tienen menor área de jardínez

Cubre una extensión de 19.2 Ha. y alberga a unas 35 manzanas. Dentro de este sector se encuentran los dos colegios secundarios (de varones y mujeres), y otras edificaciones importantes. La topografía es también muy irregular en esta zona, la traza urbana está desarrollada en terrazas, distinguiéndose por su altura dos regiones. La parte alta por donde pasa la carretera de salida a Aplao, y la parte baja donde se encuentran los colegios y zona de expansión. Debido a su fuerte pendiente e irregularidad topográfica se presentan varias zonas de relleno, condiciones locales que amplifican, como es debido las ondas sísmicas. Las intensidades estimadas son: VII en un 40%, VIII en un 10%, IX en un 30% y IX+ para el 20% restante que son justamente el área de rellenos. (ver plano 8.2.b).

Seguridad:

Las calles en este sector son más espaciales y las edificaciones, más recientes, tienen 2.40 a 3.00 m de altura, hay muchas zonas libres y abiertas a los alrededores, sin embargo la fuerte pendiente es un factor contrario para la seguridad.

8.3. DISEÑO DE TOMA DE MUESTRAS

El diseño de toma de muestras se ha realizado en ambas ciudades de acuerdo al procedimiento general explicado en el capítulo 4. El cálculo de éste se hace en los cuadros 8.1.a. y 8.1.b. para las localidades de Pampacolca y Chuquibamba respectivamente.

Cuadro 8.1.a

Sector I

Cuadro 8.1.b

Sector I

# de Viviendas	554.00
# de Manzanas	56.00
# de Viv/Mz	9.89
5% Mz	2.80
10% Viv/Mz.	0.99
# Viv. min.	2.77
# Viv. tomadas	5.00

Sector II

# de Viviendas	353.00
# de Manzanas	33.00
# de Viv/Mz	10.70
5% Mz	1.65
10% Viv/Mz.	1.07
# Viv. min.	1.77
# Viv. tomadas	4.00

Sector III

# de Viviendas	67.00
# de Manzanas	6.00
# de Viv/Mz	11.17
5% Mz	0.30
10% Viv/Mz.	1.12
# Viv. min.	0.34
# Viv. tomadas	3.00

Tot. de Viv. 974.00

# de Viviendas	453.00
# de Manzanas	51.00
# de Viv/Mz	8.88
5% Mz	2.55
10% Viv/Mz.	0.89
# Viv. min.	2.27
# Viv. tomadas	5.00

Sector II

# de Viviendas	305.00
# de Manzanas	50.00
# de Viv/Mz	6.10
5% Mz	2.50
10% Viv/Mz.	0.61
# Viv. min.	1.53
# Viv. tomadas	4.00

Sector III

# de Viviendas	199.00
# de Manzanas	35.00
# de Viv/Mz	5.69
5% Mz	1.75
10% Viv/Mz.	0.57
# Viv. min.	1.00
# Viv. tomadas	3.00

Tot. de Viv. 957.00

8.4. RESULTADOS DE CAMPO

8.4.1. TIPOS DE EDIFICACIONES

En la sierra los tipos de edificaciones son muy similares, no distinguiéndose por sectores, esto debido a la extensión de las comunidades y a la escasa mano de obra especializada que no produce mucha diversidad en los modelos y materiales empleados. El tipo de construcción o el grado sísmico está generalmente estrechamente relacionado con la capacidad económica de sus propietarios.

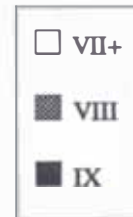
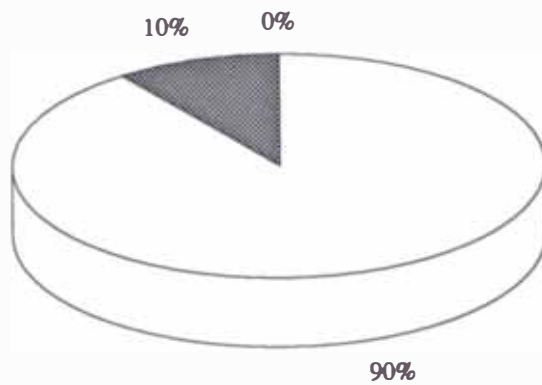
Gráficas 8.2.a

Distribución de Intensidades en Pampacolca

PAMPACOLCA - SECTOR 1



PAMPACOLCA - SECTOR 2

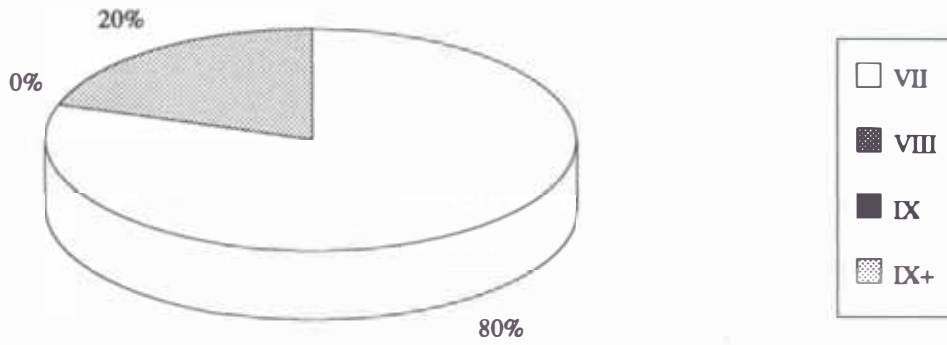


PAMPACOLCA - SECTOR 3

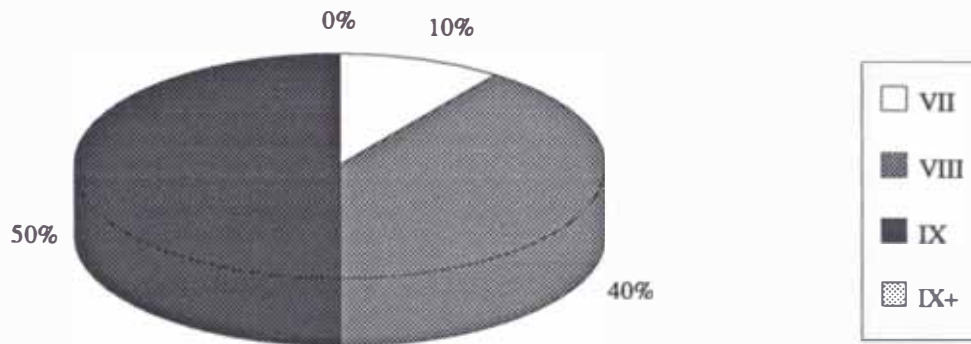


Gráficas 8.2.b
Distribución de Intensidades en Chuquibamba

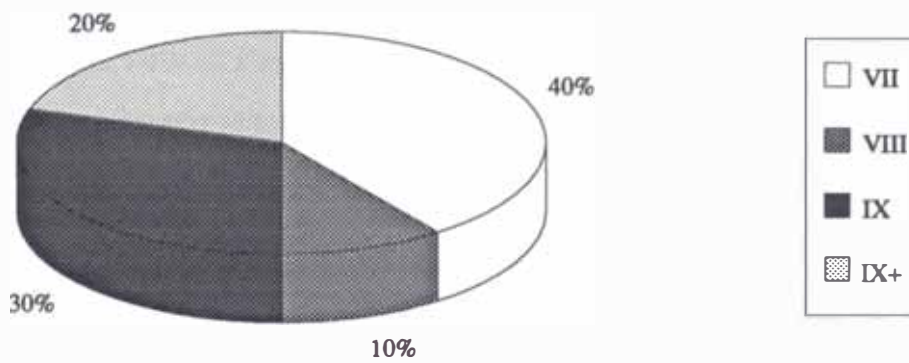
CHUQUIBAMBA - SECTOR 1



CHUQUIBAMBA - SECTOR 2



CHUQUIBAMBA - SECTOR 3



Cuadro 8.2.a
N° de Viviendas por Sector
en la Villa de Pampacolca

Edif.	<i>SECTOR I</i>	
	<i>N° de viv.</i>	<i>%</i>
Tipo 0	0	0,00%
Tipo 1	541	97,65%
Tipo 2	0	0,00%
Tipo 3	1	0,18%
Tipo 4	12	2,17%
Σ	554	100,00%

Edif.	<i>SECTOR II</i>	
	<i>N° de viv.</i>	<i>%</i>
Tipo 0	0	0,00%
Tipo 1	353	100,00%
Tipo 2	0	0,00%
Tipo 3	0	0,00%
Tipo 4	0	0,00%
Σ	353	100,00%

Edif.	<i>SECTOR III</i>	
	<i>N° de viv.</i>	<i>%</i>
Tipo 0	0	0,00%
Tipo 1	58	85,29%
Tipo 2	2	2,94%
Tipo 3	0	0,00%
Tipo 4	8	11,76%
Σ	68	100,00%

Edif.	Σ	<i>Incid. en la Villa</i>
Tipo 0	0	0,00%
Tipo 1	952	97,64%
Tipo 2	2	0,21%
Tipo 3	1	0,10%
Tipo 4	20	2,05%
Σ	975	100,00%

Cuadro 8.3.a
Distribución del Tipo de Vivienda
por Sector en la Villa de Pampacolca

Edif.	<i>Sector I</i>	<i>Incidencia</i>	<i>sector II</i>	<i>Incidencia</i>	<i>sector III</i>	<i>Incidencia</i>
	<i># Viv.</i>	<i>en el total</i>	<i># Viv.</i>	<i>en el total</i>	<i># Viv.</i>	<i>en el total</i>
Tipo 0	0		0		0	
Tipo 1	541	56,83%	353	37,08%	58	6,09%
Tipo 2	0	0,00%	0	0,00%	2	100,00%
Tipo 3	1		0		0	
Tipo 4	12	60,00%	0	0,00%	8	40,00%
Σ	554		353		68	

Cuadro 8.2.b
N° de Viviendas por Sector
en la ciudad de Chuquibamba

Edif.	<i>SECTOR I</i>	
	<i>N° de viv.</i>	<i>%</i>
Tipo 0	0	0,00%
Tipo 1	299	98,03%
Tipo 2	0	0,00%
Tipo 3	0	0,00%
Tipo 4	6	1,97%
Σ	305	100,00%

Edif.	<i>SECTOR II</i>	
	<i>N° de viv.</i>	<i>%</i>
Tipo 0	0	0,00%
Tipo 1	407	89,85%
Tipo 2	6	1,32%
Tipo 3	0	0,00%
Tipo 4	40	8,83%
Σ	453	100,00%

Incidencia Totales

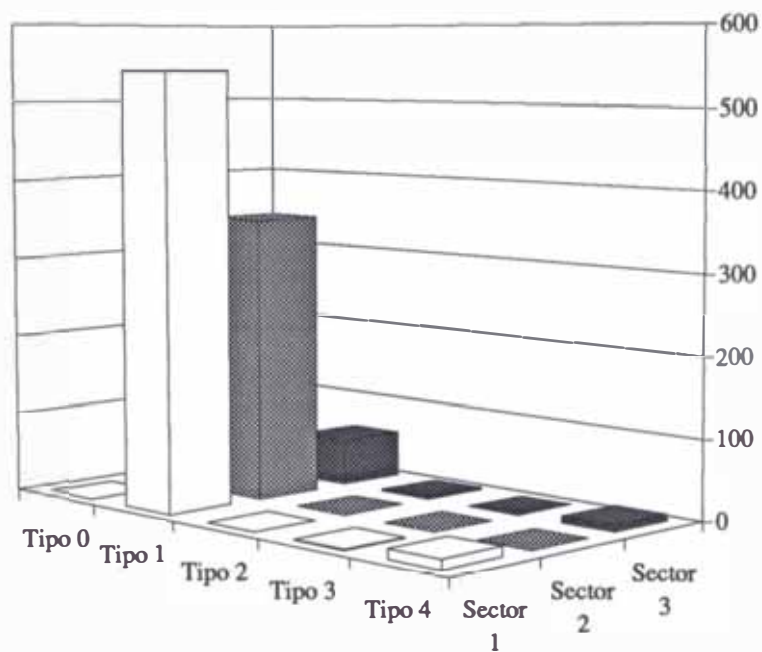
Edif.	<i>SECTOR III</i>	
	<i>N° de viv.</i>	<i>%</i>
Tipo 0	0	0,00%
Tipo 1	195	97,99%
Tipo 2	1	0,50%
Tipo 3	0	0,00%
Tipo 4	3	1,51%
Σ	199	100,00%

Edif.	Σ	<i>Incid. en la ciudad</i>
Tipo 0	0	0,00%
Tipo 1	901	94,15%
Tipo 2	7	0,73%
Tipo 3	0	0,00%
Tipo 4	49	5,12%
Σ	957	100,00%

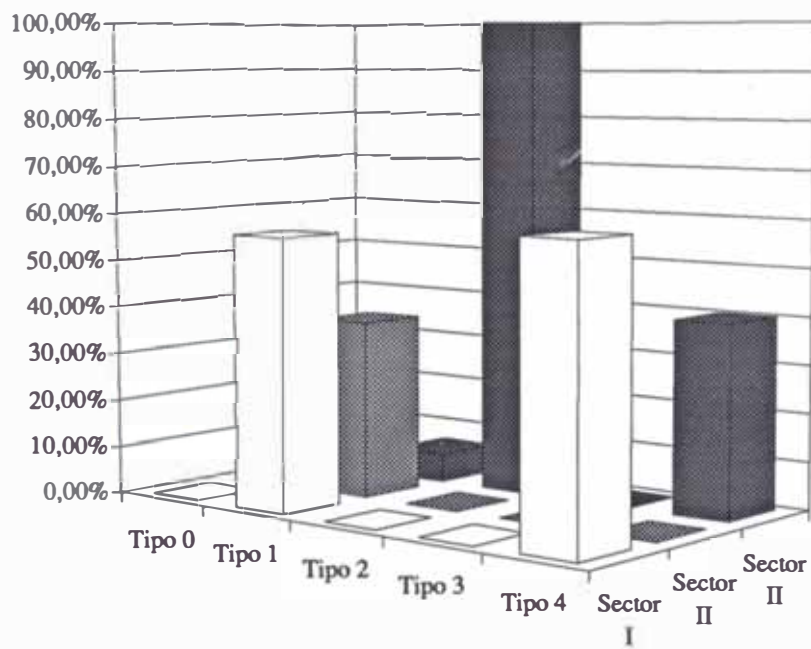
Cuadro 8.3.b
Distribución del Tipo de Vivienda
por Sector en la ciudad de Chuquibamba

Edif.	<i>Sector I</i>	<i>Incidencia en el total</i>	<i>sector II</i>	<i>Incidencia en el total</i>	<i>sector III</i>	<i>Incidencia en el total</i>
	<i># Viv.</i>		<i># Viv.</i>		<i># Viv.</i>	
Tipo 0	0		0		0	
Tipo 1	299	33,19%	407	45,17%	195	21,64%
Tipo 2	0	0,00%	6	85,71%	1	14,29%
Tipo 3	0		0		0	
Tipo 4	6	12,24%	40	81,63%	3	6,12%
Σ	305		453		199	

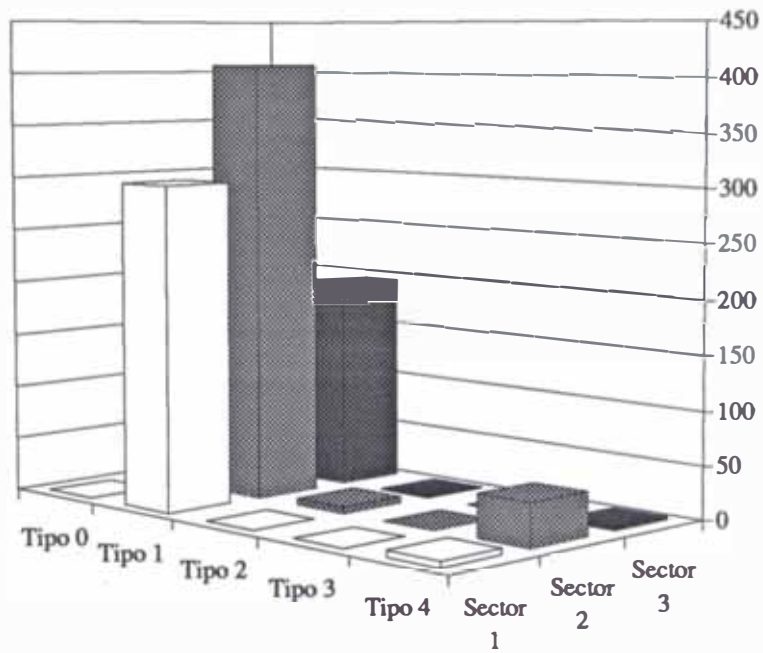
Gráf. 8.3.a. Número de Viviendas por Sector en la Villa de Pampacolca



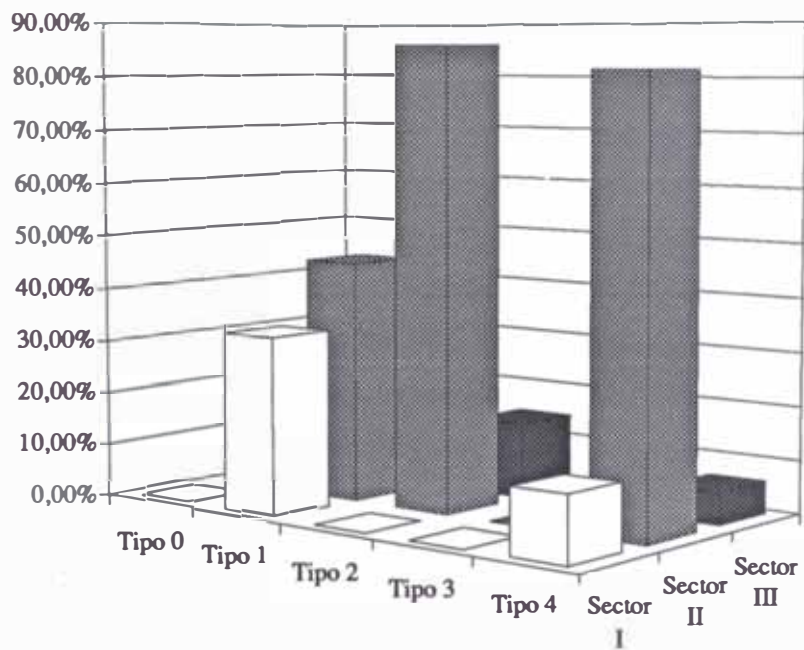
Gráf. 8.4.. Frecuencia del Tipo de Vivienda por Sector en la Villa de Pampacolca



Gráf. 8.3.b. Número de Viviendas por Sector en la Ciudad de Chuquibamba



Gráf. 8.4.b. Frecuencia del Tipo de Vivienda por Sector en la Ciudad de Chuquibamba



Edificaciones Tipo 1

Al tipo 1 pertenecen las construcciones de tierra (adobe o adobón) con las características citadas a continuación para cada localidad.

Edificaciones tipo 2:

A este tipo pertenecen las edificaciones de albañilería sin elementos de refuerzo sismorresistente es decir sin columnas ni vigas de amarre y techo ligero y flexible cuya descripción está líneas abajo.

Edificaciones tipo 3:

Son las edificaciones de albañilería o de concreto armado con fallas de construcción y/o diseño como columna corta, juntas inapropiadas, excentricidad, etc.

Edificaciones tipo 4:

En este grupo están las construcciones de albañilería confinada con columnas y vigas de amarre y las construcciones de concreto armado con fallas de construcción (si las hubiere) no críticas para la estructura.

8.4.2. DESCRIPCION DE LAS EDIFICACIONES EN PAMPACOLCA

Edificaciones de tierra:

Las edificaciones de tierra encontradas en la ciudad de Pampacolca tienen las siguientes características:

Cimentación: Se usa una mezcla de piedra de (6" aprox.) más barro, en cimentación corrida. El ancho de los muros depende del aparejo de las piezas y se han encontrado mayormente dos dimensiones: 25 cm. en un 60% y 30 cm en un 40% de las edificaciones. Las edificaciones de tierra en éste sector son en un 80% de un sólo piso y en un 20% de dos pisos. La altura por piso es de 2.3 a 2.5 m, aprox. llegando hasta 5m. en la parte encumbrada, ya que los techos deben tener pendiente fuerte debido a las lluvias en ésta región. Las viviendas de éste tipo son generalmente rectangulares, con una separación mayor de muros de: 5 - 7 m. en un 95% y menos de 5m en un 5% solamente.

No se acostumbra usar ningún refuerzo en las edificaciones de éste tipo. En los dinteles de las puertas y ventanas se coloca una viga de madera, que sobrepasa la luz apenas unos 10 a 15 cm. a cada lado. El techado es ligero, se usa madera para construir la viguetería de soporte, en forma de tijerales a dos aguas o una cuando la luz es pequeña. Sobre ésta

estructura se coloca una capa de caña (carrizo) sobre la que irá una torta de barro y las tejas, o el ichu (paja brava). Se está empleando últimamente mucho las planchas corrugadas de Zinc (calaminas) que se clavan directamente sobre la viguetería. La participación de cada una es como sigue: Calamina, 60%; Ichu, 35% y, Tejas 5%

La mayoría de las casas nuevas en éste sector han sido reconstruidas después del sismo del '79, del trabajo de campo se estima: 00 - 13 años, 30% (después de sismo de '79); 13 - 20 años, 60%; más de 20 años un 10 %. Su estado de conservación es: Bueno, 5%; Regular, 45% y, Malo 60%

El 80% de las viviendas no presentan rajaduras grandes, debido a que los muros que habían quedado seriamente dañados por el sismo anterior, fueron demolidos y reconstruidos, y una buena parte también se debe a que los que aún quedaban en pie fueron resanados y aunque aparentemente presenten un buen estado, pueden estar seriamente dañados.

Viviendas de Albañilería

Las pocas edificaciones de albañilería que existen en ésta ciudad tienen las siguientes características: Para las edificaciones de éste tipo se emplea cimentación corrida sin refuerzo del tipo convencional mezcla 1:8 más 30% de piedra grande. Los muros son de ladrillo artesanal; no se han encontrado muros de bloques de concreto (bloquetas). Antiguamente funcionaba cerca a la ciudad una fábrica de ladrillos. Para unir los ladrillos se emplea mortero cemento-arena 1:5, pero el acabado de los ladrillos así como la baja calidad de la mano de obra bajan la cohesión y unidad que debe tener todo muro. Cuando construyen con ladrillo, el techo normalmente es rígido y pesado en ésta región, generalmente de losa aligerada, y poseen viga collar. Los muros están contruidos en su mayoría en aparejo de "cabeza", es decir de 25 cm. (en un 80%). De las encuestas realizadas se evaluó la densidad de muros resultando que el α es de 30 cm/m². Las edificaciones de albañilería están medianamente conservadas, pintadas, no se ven afloraciones, más que en los techos, a pesar de que Pampacolca es una zona lluviosa las edificaciones de albañilería no le dan una pendiente a sus techos, lo que origina que el agua de la lluvia se acumule y se filtre por el techo.

Viviendas de concreto armado

Las edificaciones de concreto armado que son muy pocas están sobre suelo medianamente blando, con un período predominante de 0,8 seg. Las edificaciones de este tipo son de un piso en un 50% , y no hay edif. mayores de 3 pisos. Las edificaciones de concreto armado normalmente son planas, de uno a dos pisos, con tabiquería de ladrillo; no hay

asensores ni elementos rígidos de gran masa y la distribución es uniforme de forma rectangular o cuadrada, por lo que no hay mayor problema de excentricidad. Algunas edificaciones presentan problemas de columna corta, pero no son críticos para la estructura. La separación con las edificaciones vecinas no es muy correcta, pero éste afecta más a las edificaciones vecinas que generalmente son de adobe.

8.4.3. DESCRIPCION DE LAS EDIFICACIONES EN CHUQUIBAMBA

Edificaciones de Tierra:

Como cimentación se usa una mezcla de piedra más barro en zanjas de poca profundidad con un ancho igual o algo mayor que el del muro. Las viviendas de tierra en este sector están construidas con adobe, piezas hechas de una mezcla de arcilla mojada (barro) e ichu (paja), secada al sol por varios días. Sus dimensiones más comunes son de 45 x 30 x 18 cm., lo que da muros de 90 a 30 cm. dependiendo del aparejo utilizado. Las construcciones hechas con adobón, (tierra húmeda apisonada en moldes de madera), son utilizadas también, pero su participación es mucho menor que el adobe. Los muros tienen en su mayoría un gran espesor, de 60 a 90 cm. en un 80%, mayores de 90 cm. (hechas de adobón o de piezas de diferente matriz) en un 15% y de 30 - 45 cm. en sólo un 5% de las viv. Los muros son normalmente más altos que los convencionales, sólo un 30% tienen de 2.00 a 2.50 m., en un 30% de 2.50 a 4.00 m., y en un 40% los muros son mayores que los 4.00 m., llegando incluso hasta los 7m. Las edificaciones en su mayoría tienen un sólo piso, sólo un 20% de éstas son de dos o tres pisos. En cuanto a su antigüedad, el 60% de las construcciones de tierra tienen más de 30 años, 40% entre 20 y 30 años y sólo el 10% han sido construidas después del sismo del 79.

Las edificaciones en un 80% están en estado ruinoso, mal conservadas, sólo el 10% están en buen estado, y muchas de ellas sólo han sido pintadas y resanadas exteriormente, tratando de borrar las huellas del último sismo, pero pueden estar seriamente dañadas.

Las fisuras y rajaduras son muy comunes en la mayoría de las edificaciones, presentando aberturas de hasta 10 a 12 cm. que atraviesan todo el muro permitiendo que se vea el interior de la vivienda. El gran ancho de los muros ha hecho posible que se mantengan en pie aún estando seriamente dañados, y los moradores al ver que las paredes no han colapsado completamente han seguido viviendo allí, con el firme pensamiento que "*esos muros no se caen*", pero, las grandes aberturas, desestabilizan el techo, que por cierto es muy pesado pues son estructuras de madera con cobertura de caña y barro con tejas, que también están en muy mal estado. Un sismo podría mover los muros y hacer caer el techo sobre las

personas, o fracturar algún elemento de la estructura de éste (que en muchos casos ya están rotos) , pero como aún sigue en pie, y las lluvias no han caído ultimamente a causa de la sequía, la gente no le presta mucha atención a este problema.

El estado actual de las edificaciones no sólo es muy vulnerable a un sismo, una lluvia algo copiosa podría ocasionar graves problemas por el tipo de material de las construcciones y por el grave estado del techo; la lluvia no sólo remojaría las estructuras de la edificación, sino podría causar inundaciones, con el agravante de que las conexiones eléctricas no están empotradas.

Edificaciones de Albañilería:

Para éste tipo de edificaciones se acostumbra usar la cimentación corrida con concreto ciclópeo 1:10 más 30 % de piedra grande. Los muros de ladrillo son normalmente de 25 cm. con mortero cemento-arena 1:5. Las piezas son de tipo artesanal (categoría I o II), y la mano de obra es de mala calidad en detrimento de la resistencia final de la estructura. Las edificaciones de albañilería en ésta ciudad tienen generalmente columnas y vigas de amarre. Es rígido y pesado en un 60%, y ligero y flexible en un 40%, (un 10% de estos no tienen viga collar bajando la categoría de resistencia sísmica de la edificación a tipo "a"). La densidad de muros está entre 20 a 30 cm/m². El 90% de las edificaciones de albañilería han sido construidas después del sismo del 79, y el resto no pasa de los 25 - 30 años. En cuanto al estado de conservación, el 25% de las edificaciones están bien conservadas, el 50% regularmente conservadas y el 25 % restante están en un mal estado de conservación.

Edificaciones de Concreto Armado:

Entre las construcciones de concreto armado más importantes están las iglesias, el seminario , el mercado de abastos y los colegios. De la evaluación hecha, las primeras no presentan defectos estructurales críticos, pero el seminario tiene "columna corta" en algunos pabellones. Sin embargo el mayor problema de éste tipo de edificaciones es el estar sobre relleno y si no se ha puesto cuidado suficiente en la cimentación, se ha de originar asentamientos diferenciales. *Lo recomendable en todo caso es que se busque una mejor compactación y hacer la construcción de tipo flexible, por bloques que permitan una vibración a diferente frecuencia.*

8.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.5.1. CONCLUSIONES

Según se pudo observar, la ciudad presenta una fuerte pendiente, que ha ocasionado varios inconvenientes en las edificaciones, una de ellos, el más frecuente es que parte de la construcción está sobre corte y la otra sobre relleno, por lo que se produce asentamiento diferencial y deslizamiento del bloque. Por ejemplo dentro de los colegios que se visitaron se pudo observar que el colegio de varones, (edificación de concreto armado) tuvo serios problemas de asentamiento diferencial en un pabellón, que obligó a colocar sub-zapatillas después del sismo de '79, ya que, según versiones orales, "quedó en el aire". Además se reforzaron las columnas del pabellón contiguo por que se habrían fisurado por la misma causa. Un caso parecido ocurrió en el colegio de mujeres, donde un pabellón se desplazó con respecto al otro a partir de la junta sísmica que fue colocada convenientemente, el desplazamiento ocurrió acompañado de un asentamiento diferencial en un extremo, la junta permitió el desplazamiento pero evitó mayores daño en la estructura. También en el mercado de abastos, se ha producido un asentamiento diferencial en la parte central, ocasionando problemas en el sistema de drenaje, (los sumideros quedaron en la parte alta), el asentamiento producido es de aprox. unos 30cm.

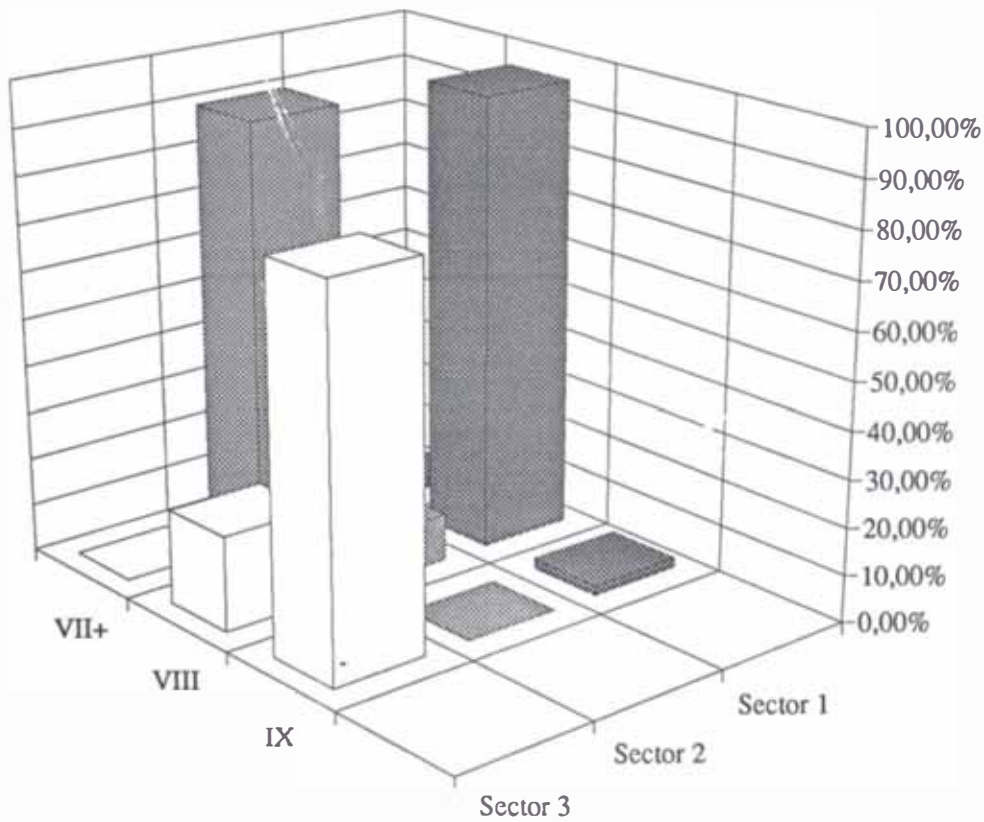
Otro problema muy común es que las edificaciones nuevas, especialmente las de albañilería confinada tienen techos horizontales es decir sin pendiente, éste diseño es conveniente en la Costa pero en la Sierra no, se producen copiosas lluvias y en éstas construcciones se acumula el agua en los techos produciéndose afloramientos y goteras. En edificios importantes como la Posta Médica, no ha sido tomado ésto en cuenta, y en una ampliación hecha para utilizarse como sala de operaciones en caso de emergencia, han colocado una junta que pasa por la mitad del ambiente por la que el agua penetra y origina inundación en el interior. Las salas de internamiento y los consultorios están afectados de afloraciones y goteras que se activan en tiempo de lluvias. Este problema podría corregirse fácilmente colocando una cobertura de planchas onduladas de Zinc, sobre una estructura simple de madera que incluso podría ser removida cuando se desee construir un segundo piso, que son una de las razones que dan del por qué los techos planos.

Las pocas construcciones de albañilería que existen están más o menos conservadas y regularmente construidas, pero sin dirección técnica. Se han construido después del sismo, cuando la vivienda anterior habría colapsado y con la escasa mano de obra existente en la zona, pues de acuerdo a las encuestas socioeconómicas casi todos son agricultores y muy pocos saben algo de construcción.

Cuadro 8.4.a
Distribución de Intensidades
por Sector en la Villa de Pampacolca

	<i>Intensidad</i>		
	<i>VII+</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>
Sector 1	2,00%	96,00%	2,00%
Sector 2	90,00%	10,00%	0,00%
Sector 3	0,00%	20,00%	80,00%

Gráf.8.5.a Distribución de Intensidades en la Villa de Pampacolca



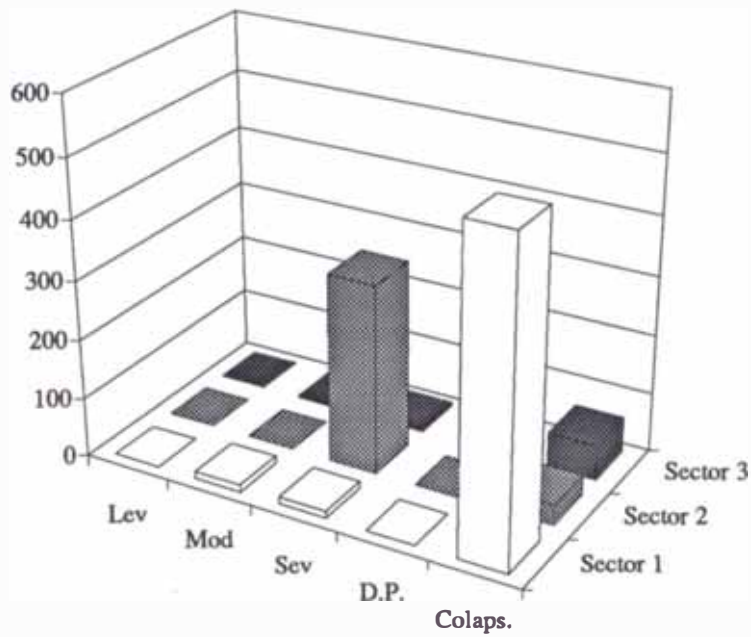
Cuadro 8.5.a
Daños Esperados Por Sector en la Villa de Pampacolca

Sector I		VII+	2,00%	VIII	96,00%	IX	2,00%
<i>Tipo de Edific.</i>	<i># de Viv. Encontr.</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>
Tipo 0	0	0	> de 60	0	> de 60	0	> de 60
Tipo 1	541	11	20	519	> de 60	11	> de 60
Tipo 2	0	0	10	0	30	0	> de 60
Tipo 3	1	0	5	1	20	0	40
Tipo 4	12	0	< de 5	12	7	0	20
Σ		554					

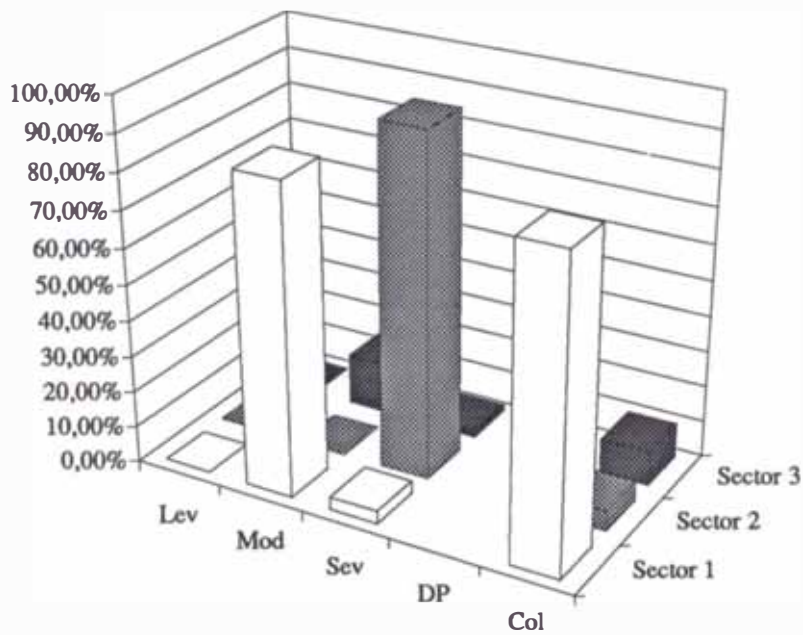
Sector II		VII+	90,00%	VIII	10,00%	IX	0,00%
<i>Tipo de Edific.</i>	<i># de Viv. Encontr.</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>
Tipo 0	0	0	> de 60	0	> de 60	0	> de 60
Tipo 1	353	318	20	35	> de 60	0	> de 60
Tipo 2	0	0	10	0	30	0	> de 60
Tipo 3	0	0	5	0	20	0	40
Tipo 4	0	0	< de 5	0	7	0	20
Σ		353					

Sector III		VII+	0,00%	VIII	20,00%	IX	80,00%
<i>Tipo de Edific.</i>	<i># de Viv. Encontr.</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>
Tipo 0	0	0	> de 60	0	> de 60	0	> de 60
Tipo 1	58	0	20	12	> de 60	46	> de 60
Tipo 2	2	0	10	0	30	2	> de 60
Tipo 3	0	0	5	0	20	0	40
Tipo 4	8	0	< de 5	2	7	6	20
Σ		68					

Gráf. 8.6.a. Magnitud de Daños por sector en la Villa de Pampacolca



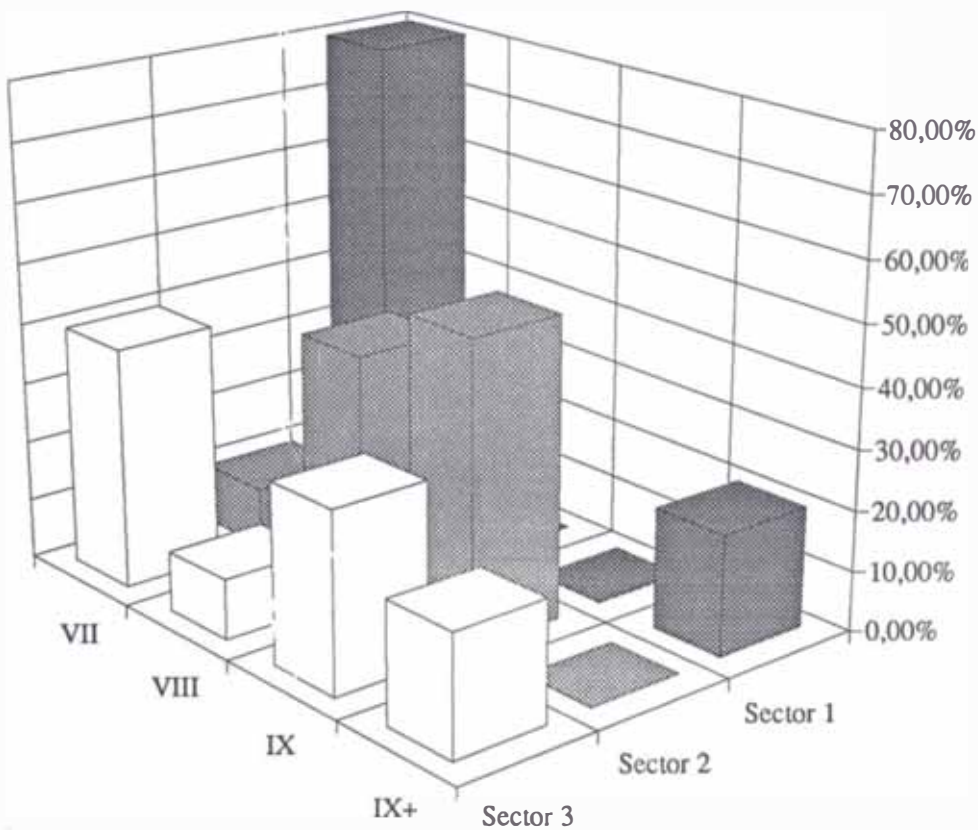
Gráf 8.7.a. Distribución de Daños por Sector en la Villa de Pampacolca



Cuadro 8.4.b
Distribución de Intensidades
por Sector en la ciudad de Chuquibamba

	<i>Intensidad</i>			
	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	<i>IX+</i>
Sector 1	80,00%	0,00%	0,00%	20,00%
Sector 2	10,00%	40,00%	50,00%	0,00%
Sector 3	40,00%	10,00%	30,00%	20,00%

Gráf.8.5.b Distribución de Intensidades en la ciudad de Chuquibamba



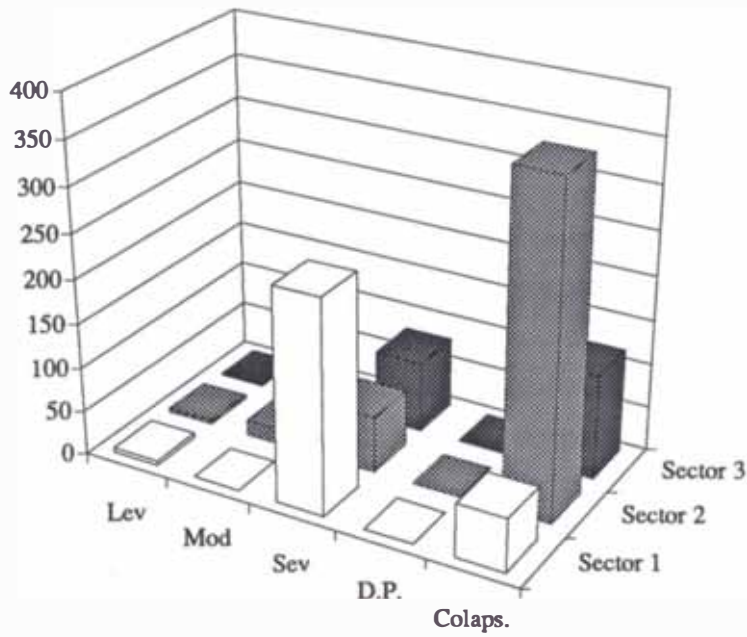
Cuadro 8.5.b
Daños Esperados Por Sector en la ciudad de Chuquibamba

Sector I		VII	80,00%	VIII	0,00%	IX	0,00%	IX+	20,00%
<i>Tipo de Edific.</i>	<i># de Viv. Encontr.</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>
Tipo 0	0	0	> de 60	0	> de 60	0	> de 60	0	> de 60
Tipo 1	299	239	20	0	> de 60	0	> de 60	60	> de 60
Tipo 2	0	0	10	0	30	0	> de 60	0	> de 60
Tipo 3	0	0	5	0	20	0	40	0	50
Tipo 4	6	5	< de 5	0	7	0	20	1	25
Σ		305							

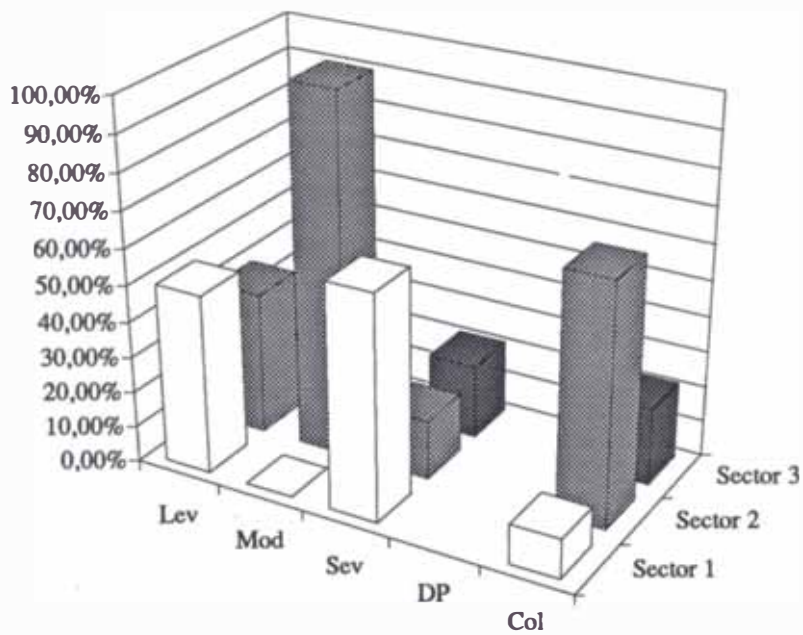
Sector II		VII	10,00%	VIII	40,00%	IX	50,00%	IX+	0,00%
<i>Tipo de Edific.</i>	<i># de Viv. Encontr.</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>
Tipo 0	0	0	> de 60	0	> de 60	0	> de 60	0	> de 60
Tipo 1	407	41	20	163	> de 60	204	> de 60	0	> de 60
Tipo 2	6	1	10	2	30	3	> de 60	0	> de 60
Tipo 3	0	0	5	0	20	0	40	0	50
Tipo 4	40	4	< de 5	16	7	20	20	0	25
Σ		453							

Sector III		VII	40,00%	VIII	10,00%	IX	30,00%	IX+	20,00%
<i>Tipo de Edific.</i>	<i># de Viv. Encontr.</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>	<i># de Viv. Afectadas</i>	<i>% de Daños</i>
Tipo 0	0	0	> de 60	0	> de 60	0	> de 60	0	> de 60
Tipo 1	195	78	20	20	> de 60	59	> de 60	39	> de 60
Tipo 2	1	0	10	0	30	0	> de 60	0	> de 60
Tipo 3	0	0	5	0	20	0	40	0	50
Tipo 4	3	1	< de 5	0	7	1	20	1	25
Σ		199							

Gráf. 8.6.b. Magnitud de Daños por sector en la Ciudad de Chuquibamba



Gráf 8.7.b. Distribución de Daños por Sector en la Ciudad de Chuquibamba



8.5.2. RECOMENDACIONES

Para reducir la vulnerabilidad en las edificaciones por construir se recomienda a las autoridades poner mecanismos de control sobre el método constructivo y los materiales usados. Se debe insistir más en la inspección técnica para la construcción de viviendas. Las edificaciones de adobe deben tener elementos sismorresistentes, viga collar, elementos de arriostre, etc.

Las viviendas antiguas debilitadas por sismos anteriores deberán ser reforzadas y en algunos casos demolidas, lógicamente luego de una adecuada inspección técnica. La cantidad de viviendas altamente vulnerables determina la necesidad y urgencia de realizar estas acciones. En las viviendas multifamiliares que por lo general son las más vulnerables se deberá zonificar las zonas de alto riesgo así como las vías de escape y refugios temporales.

Es necesaria una planificación para el crecimiento ordenado de la ciudad. Los pobladores están tomando temerariamente cada vez más terrenos peligrosos para sus viviendas, incluso con topografía muy agreste, fuertes pendientes, zonas de relleno, paredes de diferente altura en el mismo ambiente que puede producir concentración de esfuerzos en los muros, etc.

Como por lo menos el 80% de las edificaciones son autoconstruidas se deben difundir los métodos constructivos y materiales que han respondido satisfactoriamente como por ejemplo los modelos desarrollados por ININVI, en CISMID-UNI o en la PUC.

Incluir en los programas de educación cursos en los que se enseñe los peligros que amenazan la comunidad y cómo protegerse. Las personas deben tomar conciencia desde pequeños de la necesidad de prevenir para mitigar los desastres, de la necesidad de que sus viviendas sean seguras y estén construidas también sobre lugares seguros.

APÉNDICE DEL CAPÍTULO PAMPACOLCA

SALUD

El servicio de salud en Pampacolca está abastecido por una posta médica del Ministerio de Salud y dos puestos de salud uno de los cuales pertenece a la Sanidad de las Fuerzas Policiales. Dada su importancia en la región veremos las características del primero:

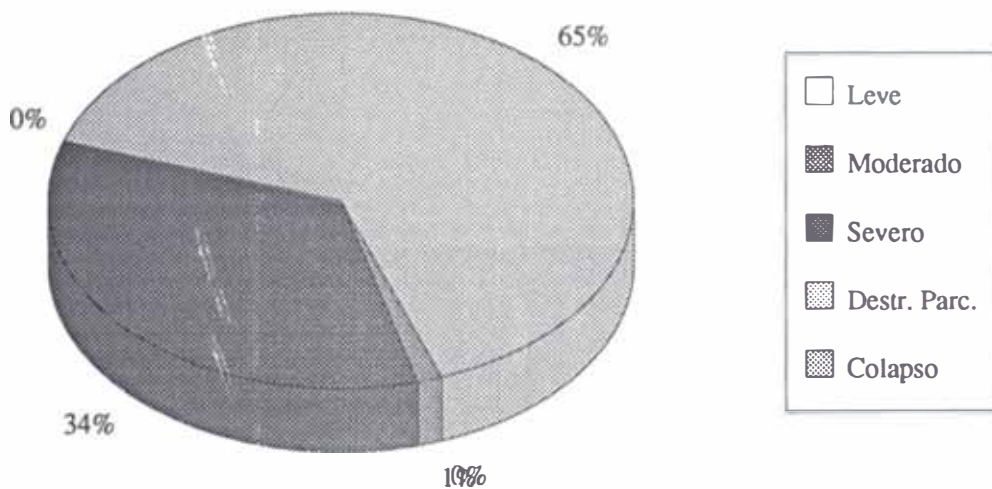
Cuadro 8.6.a
Magnitud de Daños por Sector

	<i>Leve</i> 0 a 4%	<i>Moderado</i> 5 a 10%	<i>Severo</i> 11 a 30%	<i>Destr. Parc.</i> 30 a 60%	<i>Colapso</i> Más de 60%
Sector I	0	12	12	0	530
Sector II	0	0	318	0	34
Sector II	0	2	6	0	60
Σ	0	14	336	0	624

Cuadro 8.7.a
Daños Finales en la Villa de Pampacolca

Grado de Daño	# de Viv. Afectadas	
	Afectadas	%
Leve	0	0,00%
Moderado	14	1,44%
Severo	336	34,50%
Destr. Parc.	0	0,00%
Colapso	624	64,07%
Total	974	100,00%

Gráf. 8.8.a Daños Finales Esperados en la Villa de Pampacolca



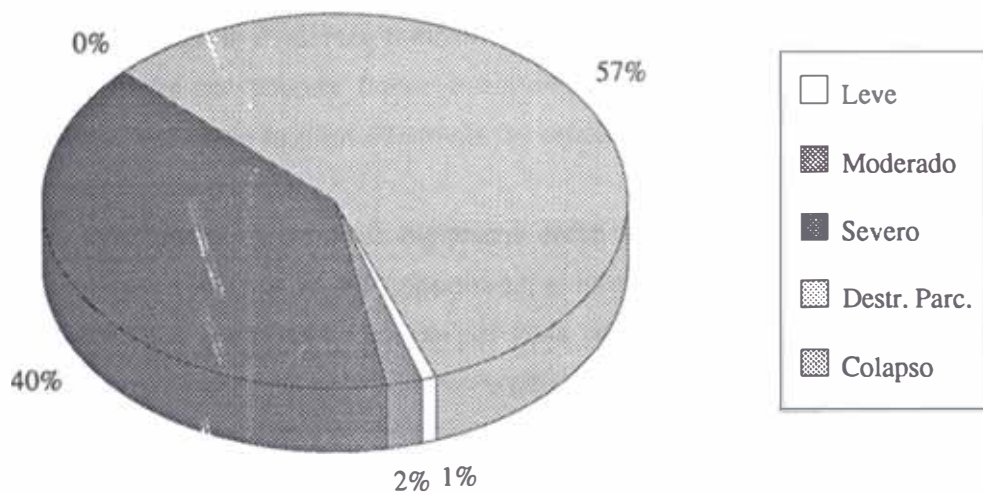
Cuadro 8.6.b
Magnitud de Daños por Sector

	<i>Leve</i> 0 a 4%	<i>Moderado</i> 5 a 10%	<i>Severo</i> 11 a 30%	<i>Destr. Parc.</i> 30 a 60%	<i>Colapso</i> Más de 60%
Sector I	5	0	240	0	60
Sector II	4	17	63	0	369
Sector II	1	0	80	0	118
Σ	10	17	383	0	547

Cuadro 8.7.b
Daños Finales en la ciudad de Chuquibamba

Grado de Daño	# de Viv. Afectadas	
		%
Leve	10	1,04%
Moderado	17	1,78%
Severo	383	40,02%
Destr. Parc.	0	0,00%
Colapso	547	57,16%
Total	957	100,00%

Gráf. 8.8.b Daños Finales Esperados en la ciudad de Chuquibamba



Posta Médica de Pampacolca

ADMINISTRACION: Ministerio de Salud.

PERSONAL MEDICO: Un médico, dos enfermeras, un dentista, una obstetriz, un técnico de Saneamiento ambiental y dos técnicos de salud.

EQUIPAMIENTO: Tiene capacidad para atender 8 camas, sala de partos y equipamiento respectivo para odontología, etc.

ENFERMEDADES FRECUENTES: Debido al clima frío las enfermedades más frecuentes son las pulmonares y bronquiales.

INFRAESTRUCTURA:

la posta médica consta de dos pequeños pabellones de un solo piso de albañilería confinada con columnas y vigas de amarre, techo rígido y pesado. No presenta defectos de diseño y construcción críticos para la estructura como columna corta debilidad en una dirección o torsión.

OBSERVACIONES: La posta tiene también el diseño costefío, sus techos carecen de pendiente por lo que presentan las típicas manchas de humedad en los techos.

EDUCACION

Pampacolca tiene dos colegios de educación primaria, uno de secundaria y uno de inicial.

C.E. 4325 de Educación Primaria.

NUMERO DE ALUMNOS POR SECCION: Tiene una población de 200 alumnos en 7 secciones lo que da unos 28.57 alumnos por sección.

INFRAESTRUCTURA: Las paredes son de bloquetas de concreto hueco con columnas y vigas de amarre, techo ligero y flexible con estructuras de troncos y cobertura de planchas acanaladas de zinc. Hay también algunas paredes en las que han reemplazado las bloquetas por adobes, tienen columnas y viga de concreto pero la adhesión entre éstas así como la gran diferencia de rigideces no produce un buen efecto ante una sollicitación sísmica.

OBSERVACIONES: Los servicios higiénicos están en muy malas condiciones, los aparatos sanitarios muchas veces inoperativos, el muro perimetral es en buena parte de adobe existiendo una zona altamente peligrosa por el socavamiento de las piezas donde el muro amenaza caer sobre un tronco que sirve de asiento a los alumnos.

Colegio Mixto 40140 de Educación Primaria.

NUMERO DE ALUMNOS POR SECCION: Existe una población total de 400 alumnos en dos turnos y 26 secciones en 13 aulas que hace un total de 15.38 alumnos por sección en este año. Según manifiesta el director este índice se debe a la deserción escolar.

INFRAESTRUCTURA: El colegio tiene 9 salones de adobe y 4 de ladrillo uno de los cuales funciona como salón de actos. Los salones de adobe carecen de elementos sismorresistentes el techo tiene estructuras de troncos y cobertura de calamina. Las aulas de ladrillo tienen columnas y vigas de amarre de concreto reforzado con techo ligero y flexible y cobertura también de calamina (planchas de zinc)

OBSERVACIONES: Hay algunas aulas de adobe que tienen columnas y vigas de concreto armado, pero el caso es el mismo que el del colegio anterior y este refuerzo que implica un costo adicional no representa pues un elemento eficaz a una sollicitación sísmica. El salón de actos por su asimetría presenta debilidad en una dirección y en la que se podría producir incremento de esfuerzos por efecto de torsión.

Colegio Secundario Agropecuario Nacional Juan Pablo Vizcardo y Guzmán.

NUMERO DE ALUMNOS POR SECCION:

Tiene una población de 500 alumnos en 12 secciones que da un índice de 41.6 alumnos por sección.

EQUIPAMIENTO: Tiene laboratorios de Química y Física

INFRAESTRUCTURA: Construcción reciente, tiene una antigüedad de 15 años aunque varios pabellones están sin acabar, muros de albañilería confinada con columnas y vigas de amarre y techo rígido y pesado. Los pabellones tienen un solo piso, losa de concreto y falta construir parte del muro perimétrico.

OBSERVACIONES: Debido a una falta de simetría en las dimensiones de las ventanas existe columna corta pero no es crítica para la resistencia sísmica del edificio. Debido a su espacio y ubicación podría instalarse aquí una zona de apoyo (depósito de víveres, etc., en caso de desastre).

CHUQUIBAMBA

SALUD

Chuquibamba tiene un Centro y un Puesto de Salud, el primero administrado por el Ministerio de Salud y el segundo por la Sanidad de las Fuerzas Policiales. El último no tiene capacidad para hospitalización, su personal lo constituye un médico, una enfermera y una obstetrix y la atención es sólo para miembros de las FF.PP.

"Centro de Salud de Chuquibamba".

ADMINISTRACION: Ministerio de Salud

PERSONAL MEDICO: 2 Médicos de planta, 1 odontólogo y una obstetrix.

EQUIPAMIENTO: El centro tiene capacidad para trece camas, una sala de operaciones simples (apendicitis cesáreas, etc.) sala de partos.

ENFERMEDADES FRECUENTES: Las enfermedades más frecuentes son las pulmonares y broncopulmonares debido a las condiciones climáticas, el frío la lluvia, etc.

INFRAESTRUCTURA: Construcción de albañilería confinada con columnas y vigas de amarre de concreto reforzado, techo rígido y pesado que actúa a manera de diafragma en sollicitaciones sísmicas. La construcción es de un solo piso, su antigüedad es de unos 30 años aproximadamente, y su estado de conservación es regular pero presenta grandes manchas húmedas en los techos y las paredes debido a la filtración de agua de lluvia.

OBSERVACIONES: La edificación del Centro de Salud tiene un diseño clásico costeño, techos planos rodeados por un pequeño parapeto a manera de terraza, que representa un grave inconveniente en un clima serrano con épocas de lluvia muy copiosa, el agua se acumula en los techos, filtra por la losa aligerada del techo y las paredes al interior ocasionando incluso goteras lo que es muy inconveniente especialmente en centros hospitalarios. El diseño y construcción es tan ineficaz que existe una junta sísmica que atravieza una sala por medio del techo y las paredes, en época de lluvias según nos relató el personal médico la sala se inunda y compromete las salas vecinas razón por la que todo ese sector permanece cerrado.

EDUCACION

Centro Base "San Luís Gonzaga".

NUMERO DE ALUMNOS POR SECCION: Es un centro de educación primaria y secundaria de varones. Tiene una población escolar de 325 alumnos en 10 secciones lo que nos da una densidad de 32.5 alumnos por salón..

INFRAESTRUCTURA: Es una construcción de albañilería confinada con vigas y columnas de amarre, de los tres pabellones que tiene dos son de dos pisos y el tercero de uno solamente. La antigüedad de la construcción es de unos 20 años, regularmente conservada presenta manchas húmedas y afloración.

OBSERVACIONES: Tiene problemas de asentamiento diferencial en una intersección de dos pabellones que se manifestó en el último terremoto (16/02/79), debido a la vibración sísmica el terreno de cimentación localizado en un punto falló deprimiendose una profundidad de 1 a 1.50 m. a lo largo de una longitud de por lo menos 3 m. comprometiendo parte de las estructuras de dos pabellones. En el más perjudicado las

columnas centrales fallaron por la concentración de esfuerzos a raíz de la depresión producida y en el otro dejó literalmente "en el aire" a la cimentación pudiéndose incluso ver de uno al otro lado del edificio a nivel del piso deprimido. Las columnas falladas han sido reforzadas con un incremento del acero de refuerzo, epóxicos y concreto, al segundo se le han colocado subzapatas. Es pues evidente la falta de compactación del suelo de cimentación. El colegio tiene también problemas de manchas de humedad y goteras que han causado incluso el desplome del enlucido en techos y paredes debido a que el techo no tiene pendiente y mas bien acumula el agua de lluvia.

"Colegio Nacional Corazón de María"

NUMERO DE ALUMNOS POR SECCION: El colegio de educación primaria y secundaria de mujeres tiene en total 230 alumnas en 10 secciones lo que hace una densidad de 23 alumnas por sección.

INFRAESTRUCTURA: Es una construcción de albañilería confinada con columnas y vigas de amarre como elementos sismorresistentes y techo rígido y pesado (también plano, sin pendiente). Tiene una antigüedad aproximadamente de 25 años, bien conservada. Sus dos pabellones, uno de ellos de dos pisos no tienen problemas críticos de construcción y diseño como columna corta, o debilidad en una dirección.

OBSERVACIONES: En el último sismo se produjo un asentamiento diferencial que provocó que parte del pabellón rodara pendiente abajo, separándose del otro bloque a partir de la junta de construcción quedando parte de la cimentación literalmente en el aire. La buena disposición de la junta permitió el separamiento del bloque pero discipó los grandes esfuerzos de deformación que se producen en estos casos los que hubieran podido causar fallas en la estructura y por ende un daño mayor. El problema ha sido solucionado con una subzapata bajo el cimientto desplazado, pero la compactación del terreno deja aún mucha duda sobre su eficacia.

Capítulo 9

Estudio Local en Mollendo y Arequipa

Dada la extensión de estas dos ciudades no se podrá incluir en el presente trabajo el estudio localizado estas, el propósito del presente trabajo es dar los lineamientos básicos para la realización de éste o quizá estudios más específicos de vulnerabilidad sísmica, de inundación o aluviones, etc. en zonas altamente peligrosas o que por su importancia así lo requieran.

Dada la alta probabilidad de ocurrencia de un evento sísmico notable para estos cinco años, así como de precipitaciones extraordinarias sobre la ciudad de Arequipa se ha realizado el estudio sector por sector pero no con la minuciosidad puesta en las ciudades precedentes, en éste se llegan a conclusiones importantes que exigen tomar medidas de prevención lo más pronto posible.

9.1 MOLLENDO

9.1.1. RECONOCIMIENTO

Mollendo, probablemente una de las ciudades más importantes en el departamento después de la capital Arequipa, es el balneario más concurrido en el Sur. Fue reconocida con categoría de "Ciudad" por Ley el 27-10-1897. Como Mollendo inicialmente vivía del mar su población se concentró en las formaciones rocosas más bajas y cercanas a éste, el barrio de Inclán actualmente el centro comercial de la ciudad fue el primero en consolidarse

conjuntamente que los barrios al otro lado de la quebrada de los Perros. Se levantaron allí las primeras lujosas construcciones de madera de dos y hasta tres pisos, algunas de ellas conservadas hasta ahora. A medida que la ciudad tomaba mayor importancia en la región con la construcción del muelle y el ferrocarril la ciudad fue poblándose hacia arriba, tomando incluso los terrenos accidentados y difíciles de las quebradas, naciendo los barrios del Alto Inclán, La Florida, Lourdes etc.

En los últimos años el crecimiento desordenado y exagerado de la ciudad se ha debido a la migración proveniente del altiplano, población que a causa de las sequías y el abandono por parte de las autoridades se ven obligadas a dejar sus tierras y aventurarse a ciudades que les ofrezcan mayores posibilidades. Sin embargo en Mollendo la migración es de entrada y salida, mientras una parte de la población del Altiplano y de provincias y distritos más alejados la pueblan jóvenes con recursos prefieren viajar a Arequipa o Lima para estudiar en la Universidad o en alguna escuela técnica, o buscar mejores condiciones de vida..

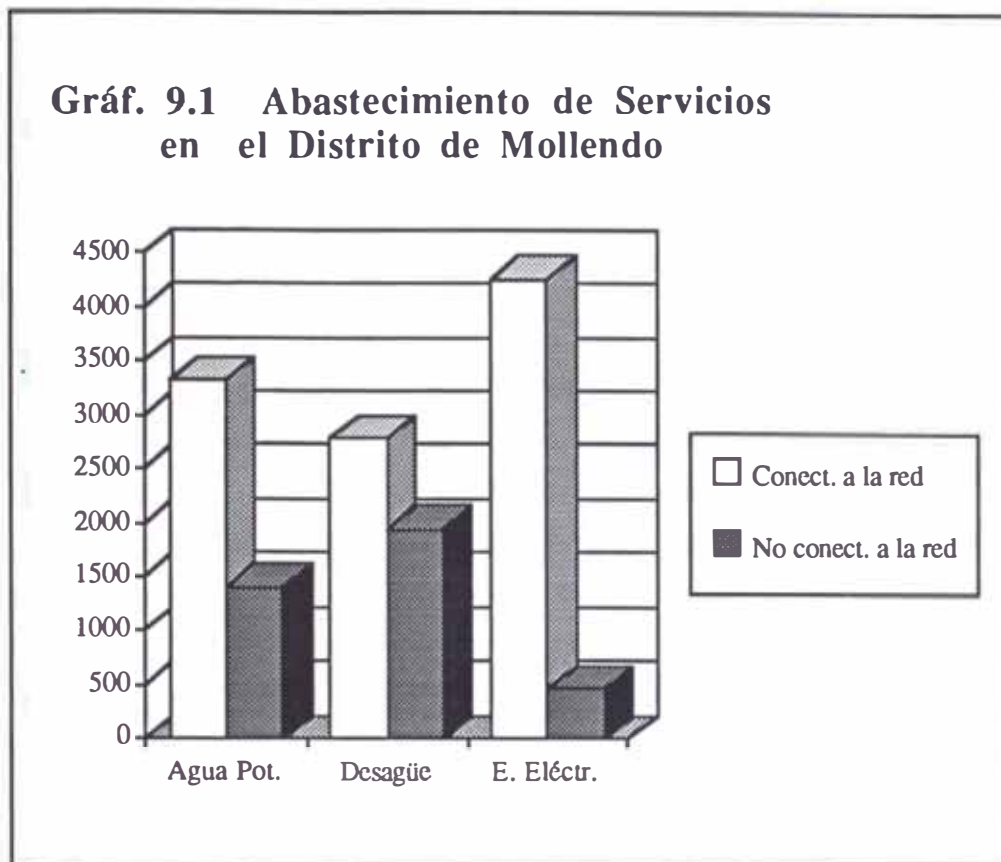
Mollendo es la capital del distrito de Mollendo y de la provincia de Islay, geográficamente está ubicado en las coordenadas 17°01'27" Latitud Sur, y 72°00'51" Longitud Oeste. y a 26 m.s.n.m.. Tiene el típico clima del litoral sur, con neblina y pequeñas lloviznas en invierno y cielo despejado en el verano. La temperatura fluctúa de 18°C a 28° y hasta 30° en el verano. La ciudad de Mollendo tiene una extensión de 400 Ha. aproximadamente, mientras que el distrito tiene unos 960.83 Km² según el INEI. En cuanto a la población, el distrito de Mollendo según el último censo presenta el siguiente cuadro:

P. Urbana	24 692
P. Rural	2 032
P. Total	26 724

Mollendo se desarrolla sobre un terreno sumamente accidentado, la ciudad está cruzada por dos profundas quebradas (la quebrada Chungungo y la quebrada de los perros) y otras de menor profundidad las mismas que están en la actualidad completamente pobladas.

La formación presenta una clara pendiente hacia el mar en dirección al Sur y unas elevaciones en la parte Norte sobre las que se han instalado recientemente urbanizaciones como Bellavista y Lourdes. Mollendo está asentado sobre una formación rocosa sumamente rígida en casi toda su extensión. Hacia el Norte se han encontrado estratos de arcilla sobreconsolidada de poco espesor, según los datos históricos en esta zona se han registrado intensidades sísmicas de hasta VII MM, por lo que se espera esta misma intensidad en todos los

sectores. Las principales actividades económicas en Mollendo son: Actividades administrativas, el comercio y el turismo.



Por su calidad de capital de provincia los trámites de comercio exterior del puerto de Matarani se realizan en esta ciudad, así como las actividades administrativas de la provincia dentro de la concepción central del sistema político.

Mollendo al ser una ciudad cosmopolita debido a la cercanía del puerto, ciudadanos de todas partes del mundo se alojan en sus hoteles, y consumen productos (alimentos, etc.) lo que proporciona también ingresos a la población.

Sin embargo los pequeños comerciantes formales e informales tienen sus mayores ingresos en los meses de verano, en que un gran número de veraneantes llegan a la ciudad para gozar de sus playas; hoteles, restaurants, heladerías, etc. toman gran actividad. Pero el resto del año, todos estos negocios y la actividad misma en la ciudad se reduce enormemente, al parecer toda la actividad, el ingreso económico para mucha gente depende exclusivamente de las playas de Mollendo, la comunidad vive en vulnerabilidad económica, *no hay "diversidad" en la obtención de riqueza*, las actividades agrícolas y ganaderas es muy reducida, se realiza en

granjas ubicadas a lo largo de la carretera al Valle de Tambo, la cual está también en graves problemas por falta de apoyo financiero y especialmente de *Tecnología*,

El abastecimiento de servicios en Mollendo es regular, la dureza del suelo dificulta la excavación para el tendido de redes de agua y desagüe. El cuadro 9.1 y la gráfica respectiva muestran el número de viviendas conectadas a la red de agua, desagüe y energía eléctrica. Las viviendas que figuran como no conectadas comprenden aquellas que usan otras fuentes, por ejemplo en el caso de suministro de agua, manantiales, ríos etc. y en el de iluminación, Kerosene, petróleo, leña, etc.

Son datos para el distrito obtenidos del INEI en el censo 1981, realidad que no ha cambiado mucho hasta la fecha.

Otro problema social que afecta duramente a Mollendo es la falta de centros de especialización en materias necesarias para el desarrollo de la región, como en el resto del país no existe un plan que conduzca la educación e investigación hacia la solución de problemas propios, no existe siquiera conocimiento del medio que habitan. Su población joven está migrando a otras ciudades con mayor desarrollo como Arequipa o Lima.

9.1.2. DESCRIPCIÓN POR SECTORES

Sector I

Comprende la parte Sur de la ciudad, es la zona más antigua, comprende la urbanización Islay, la Plaza Grau, Plaza Bolognesi y toda la parte céntrica y tradicional de Mollendo. Limita en la parte superior con la Av. Gral Lara, Buroncle y el cementerio.

Su topografía es sumamente irregular, presenta una fuerte y continua pendiente hacia el Sur con dirección al mar. Topográficamente el sector está limitado por las quebradas "Chungungo" y "de los Perros" además está cruzada por otra quebrada a la altura de la calle Maldonado y Alto la Virgen las mismas que están completamente pobladas y consolidadas. El suelo es rígido (típico de Mollendo), donde la intensidad sísmica se estima alrededor de VII - MMLA. En caso de ocurrir un Tsunami la zona poblada está lejos del área inundable y también ubicada a altura suficiente sobre la línea costera. Sus refugios naturales están en la plaza Grau y plaza Bolognesi por su ubicación y amplitud.

Características físicas de las edificaciones

Este sector se caracteriza por presentar el mayor número de viviendas vulnerables, de hecho es la zona de mayor antigüedad, una de las más tradicionales de Mollendo.

Las edificaciones son en un buen número de madera, aunque también existen construcciones de quincha, paredes de concreto vaciado por capas, paredes de bloquetas de concreto y ladrillo con y sin columnas y vigas de amarre, edificios de concreto armado y combinaciones de éstas.

La diversidad de materiales de construcción, antigüedad de las viviendas, y variedad de diseños desde los más convencionales hasta los más modernos, viviendas asentadas sobre roca sólida y otras prácticamente aéreas sostenidas en "pies derechos"¹ de 7 a 10 m. de altura al borde de abismos y acantilados que superan los 20 o 30 m. (este tipo de edificaciones se puede observar camino a la playa via la entrada al ferrocarril por la quebrada de los perros).

En el sector existe toda la gama de resistencia sísmica desde el grado 0 (colapsables aún sin necesidad del movimiento sísmico) y las del grado 4 (sísmicamente resistentes). Las edificaciones de grado cero son las construidas con materiales de desecho muy parecidas a las encontradas en Matarani, y las de madera en extremo deterioro entre las que se encuentran las "aéreas" citadas líneas arriba.

Sector II

Comprende la zona Norte central de la ciudad, vecina al primer sector se ubica en la parte alta entre las quebradas "Chungungo" y "De los Perros", limitada en la parte norte por una elevación natural. Topográficamente presenta una fuerte pendiente hacia el Sur con dirección al mar continuando la del primer sector pero con menos irregularidades en su interior (hondonadas elevaciones, etc.). Es la continuación de la formación anterior, limitada por las mismas quebradas.

El tipo de suelo es el típico de Mollendo (roca sólida y fraccionada de gran rigidez). Se estima una intensidad de VII MMLA de acuerdo a datos históricos como se explicó en el capítulo. La zona es segura contra Tsunamis y no hay cantos rodados que amenacen a la población; su

¹Estos "Pies Derechos" son troncos delgados de unas 4 ó 5 pulgadas de diámetro colocadas verticalmente y ordenadas en forma equidistante a 60 y 100 cm. una de otra formando un "bosque" de troncos que sostienen la edificación desde el piso.

accesibilidad principal la constituye la Av. Mariscal Castilla las carreteras a Mejía y Matarani - Arequipa. En este sector se ubica el Hospital de Apoyo "Manuel de Torres Muñoz" de Mollendo, tiene capacidad de 140 camas brindado servicio a toda la provincia de Islay, no solo a la ciudad de Mollendo.

Características físicas de las edificaciones

Las edificaciones en este sector son en buena parte del tipo 4 de albañilería confinada con columnas y vigas de amarre las que en muchos casos se construyen en terrenos donde antes existían viviendas antiguas de madera, modernizándose todo el sector. A los extremos Este y Oeste cerca a las quebradas existen edificaciones de resistencia sísmica tipo 1, de madera que por su mala conservación se han degradado en la escala. Sobre la misma quebrada y colocadas desordenadamente existen edificaciones tipo cero, construidas con materiales de desecho altamente vulnerables.

Las edificaciones tipo 2 están constituidas por edificaciones de ladrillo sin columnas ni vigas de amarre, techo en algunos casos rígidos y pesados y en otros ligeros y flexibles con cobertura de planchas de fibrocemento.

Sector III

Comprende el Barrio de Inclán, al Sureste de la ciudad,; su topografía es irregular con una fuerte pendiente hacia el mar y hacia ambos lados Este y Oeste. El suelo es el mismo que el encontrado en los sectores anteriores por lo que se estima la misma intensidad sísmica VII - MMLA. Por su posición (distancia y altura) es segura en caso de Tsunami; en este pequeño sector existen también parques y áreas verdes indicadas en el plano respectivo (Lám. 9.3). que podrían servir como refugio y concentración para la prestación de ayuda en caso de desastre. Es aconsejable que estas se mantengan siempre limpias sin montones de basura y/o desmonte.

Características físicas de las edificaciones

Esta es una zona también muy antigua una de las primeras en ser habitadas al fundarse la ciudad. Sus construcciones van del grado 0 al 4 de resistencia sísmica.

Un buen número de edificaciones tipo 1 son de albañilería no confinada con techo ligero y flexible en mal estado de conservación.

Hay también un buen número de viviendas de madera de grado 2, 1 y hasta 0, que por su mal estado de conservación se han ido degradando en la escala sísmica.

Casi el 50% de las edificaciones de albañilería confinada está en malas condiciones de conservación el ambiente marino a atacado los revoques y con mayor fuerza las paredes descubiertas. Existen también varias construcciones a medio hacer y ampliaciones que se han quedado sin elementos de refuerzo estructural.

Sector IV

Comprende la zona del Alto Inclán ubicada al Este de la ciudad. Su topografía al igual que el resto es irregular con pendiente fuerte hacia el Sur en dirección al mar. El Sector es cruzado longitudinalmente por una suave quebrada a manera de hondonada la misma que ha empezado a poblarse. Al Oeste está separada del sector III por la quebrada de los Perros, siendo al Este la topografía más regular y con menos pendiente.

La zona está lejos del mar por lo que es segura en caso de maremoto y, a pesar de la fuerte pendiente no existe peligro de cantos rodados. Hay que destacar que no tiene muchas áreas verdes extensas que podrían servir como refugio temporal pero el ancho de las calles es de 9 a 12 m. que en relación con la altura de las edificaciones dan cierta seguridad a la zona.

El tipo de suelo que es también rocoso está cubierto en algunas partes por una delgada capa de arena limosa. Se estima una intensidad de VII - MMLA.

Características físicas de las edificaciones

Las edificaciones por lo general son nuevas y bien construidas de albañilería confinada están distribuidas en forma homogénea en todo el sector. Sobre la quebrada que atraviesa el sector longitudinalmente y en la margen Oeste adyacente a la quebrada de los Perros hay varias edificaciones tipo 0 no aptas para vivienda, precarias, construidas con materiales de desecho, su población vive en constante riesgo no sólo por las condiciones físicas de sus viviendas, sino principalmente por las condiciones de higiene y falta de servicios proclives a adquirir enfermedades infecto contagiosas y proliferación de insectos y roedores.

Cuadros 9.2
Tipos de Edificación
Por Sector en la Ciudad de Mollendo

Sector 1	
<i>Grado</i>	<i>Incidencia</i>
Tipo 0	13,00%
Tipo 1	32,00%
Tipo 2	29,00%
Tipo 3	16,00%
Tipo 4	10,00%

Sector 2	
<i>Grado</i>	<i>Incidencia</i>
Tipo 0	1,00%
Tipo 1	8,00%
Tipo 2	15,00%
Tipo 3	19,00%
Tipo 4	57,00%

Sector 3	
<i>Grado</i>	<i>Incidencia</i>
Tipo 0	5,00%
Tipo 1	20,00%
Tipo 2	15,00%
Tipo 3	50,00%
Tipo 4	10,00%

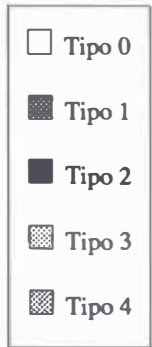
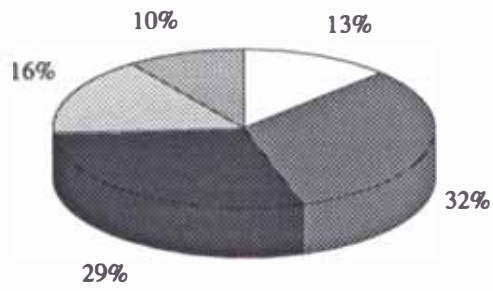
Sector 4	
<i>Grado</i>	<i>Incidencia</i>
Tipo 0	7,00%
Tipo 1	5,00%
Tipo 2	12,00%
Tipo 3	12,00%
Tipo 4	64,00%

Sector 5	
<i>Grado</i>	<i>Incidencia</i>
Tipo 0	7,00%
Tipo 1	12,00%
Tipo 2	7,00%
Tipo 3	39,00%
Tipo 4	35,00%

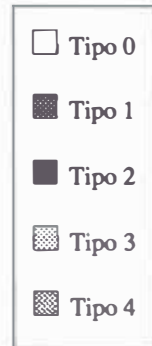
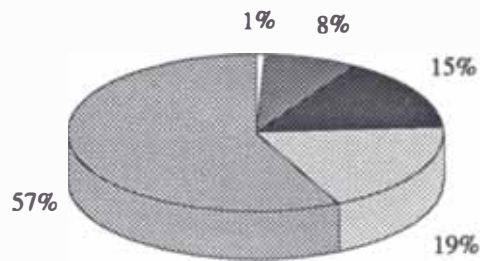
Sector 6	
<i>Grado</i>	<i>Incidencia</i>
Tipo 0	5,00%
Tipo 1	13,00%
Tipo 2	9,00%
Tipo 3	28,00%
Tipo 4	45,00%

Sector 7	
<i>Grado</i>	<i>Incidencia</i>
Tipo 0	9,00%
Tipo 1	34,00%
Tipo 2	44,00%
Tipo 3	7,00%
Tipo 4	6,00%

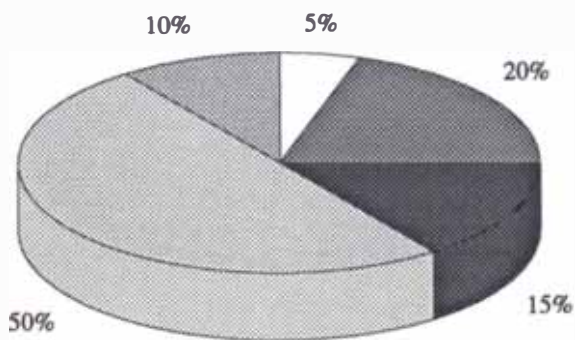
Gráf. 9.2, Sector I - Mollendo



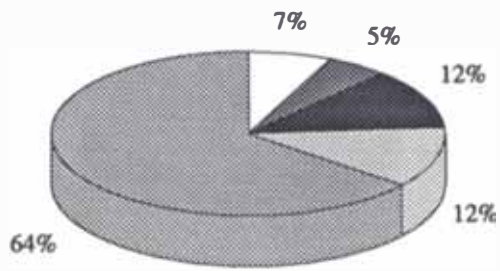
Gráf. 9.3, Sector 2 - Mollendo



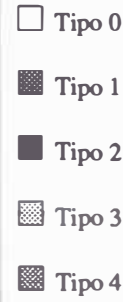
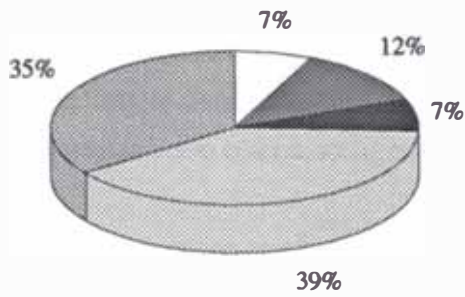
Gráf. 9.4, Sector 3 - Mollendo



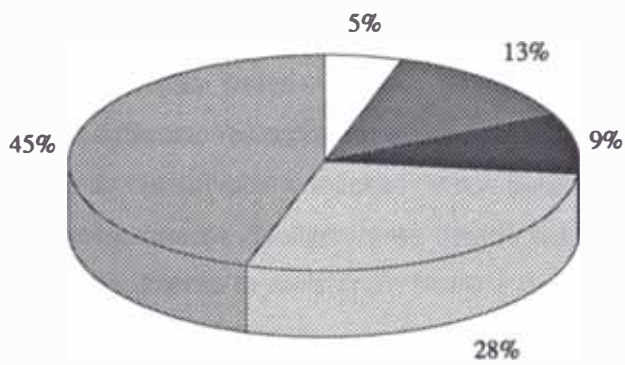
Gráf. 9.5, Sector 4 - Mollendo

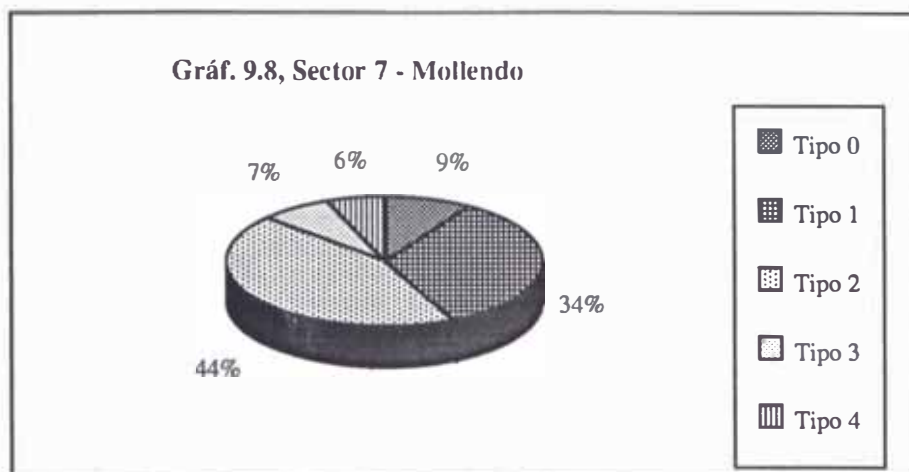


Gráf. 9.6, Sector 5 - Mollendo



Gráf. 9.7, Sector 6 - Mollendo





Sector V

Está ubicada al Noroeste de la ciudad, comprende la Urb. Lourdes. Es una zona relativamente joven no completamente consolidada. El Sector presenta una elevación hacia el Norte con una fuerte pendiente hacia el Sur y una zona plana más o menos regular hacia el Oeste. El suelo también rocoso, está cubierto en buena parte por un delgado estrato limo arenoso. Hacia el Este la pendiente sobre la que están asentadas las edificaciones se incrementa notablemente por lo que los daños podrían intensificarse.

El asentamiento humano es algo desordenado adecuándose la traza a la topografía del terreno, no existen áreas libres de refugio temporal, en todo caso tendría que usarse las calles y avenidas anchas en caso de desastre, lo cual no es adecuado por que así se reducirían las vías de acceso aislando a los sectores más alejados que por lo general son los que más ayuda necesitan en caso de desastre.

Características físicas de las edificaciones

Las edificaciones son de albañilería confinada con columnas y vigas de amarre pero en mal estado de conservación, muchas de sus paredes no están revestidas por lo que se puede generar problemas de debilitamiento debido a la alta presencia de iones Cl⁻ en el aire y reduciendo finalmente la resistencia sísmica de la edificación como a sucedido en las otras ciudades costeras estudiadas.

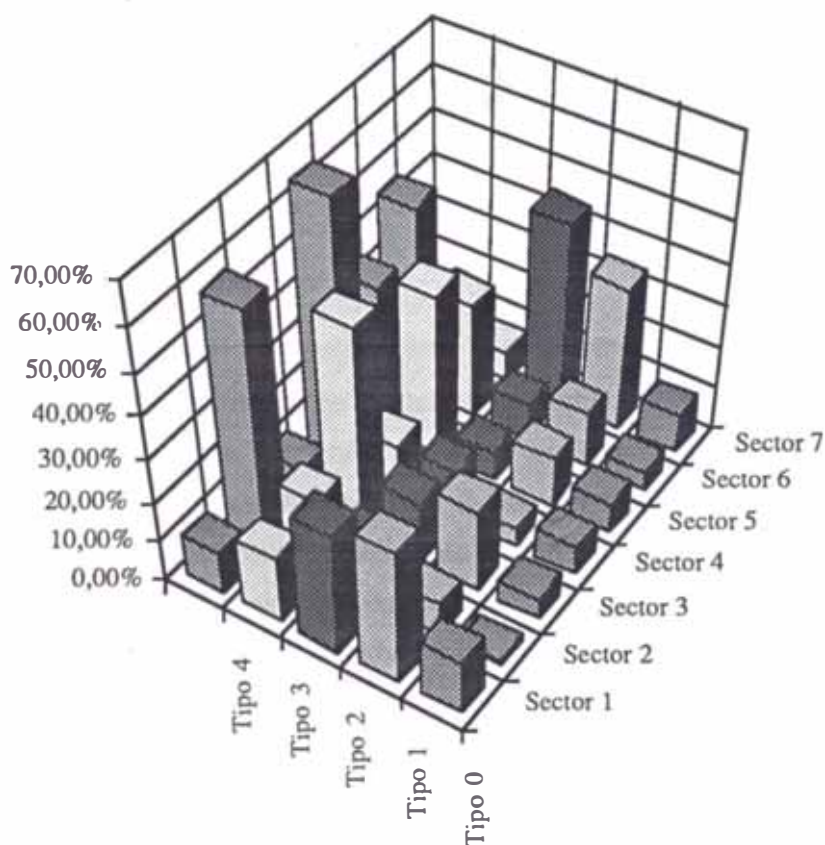
Sector VI

Comprende dos subsectores Este y Oeste de la ciudad. Al Este las urbanizaciones Alto Inclán y Miramar y al Oeste la Urbanización Florida, ambas zonas relativamente distantes se agrupan por la similitud de sus edificaciones y características socioeconómicas.

Cuadro 9.3
Incidencia de cada tipo de vivienda por sector en la Ciudad de Mollendo
Cuadro Comparativo

	<i>Sector 1</i>	<i>Sector 2</i>	<i>Sector 3</i>	<i>Sector 4</i>	<i>Sector 5</i>	<i>Sector 6</i>	<i>Sector 7</i>
Tipo 0	13,00%	1,00%	5,00%	7,00%	7,00%	5,00%	9,00%
Tipo 1	32,00%	8,00%	20,00%	5,00%	12,00%	13,00%	34,00%
Tipo 2	29,00%	15,00%	15,00%	12,00%	7,00%	9,00%	44,00%
Tipo 3	16,00%	19,00%	50,00%	12,00%	39,00%	28,00%	7,00%
Tipo 4	10,00%	57,00%	10,00%	64,00%	35,00%	45,00%	6,00%
Σ	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Gráf. 9.9, Tipos de vivienda por sector en la ciudad de Mollendo



Topográficamente son más regulares que los sectores precedentes presentando siempre una pendiente hacia el mar con dirección al Sur en especial el sector donde se ubica la Urb. Florida. El tipo de suelo es muy parecido en todo Mollendo, aquí es también rocoso cubierto por estratos arenosos de poca potencia, la intensidad sísmica estimada es de VII MMLA.

En cuanto a refugios, el sector en buena parte no está poblado existiendo áreas abiertas con terrenos eriazos aunque destinados a la construcción de viviendas que por el momento pueden usarse como refugio en caso de producirse el sismo esperado.

Características físicas de las edificaciones

El tipo de edificación que se encuentra en mayor número es del tipo 4 (sísmicamente resistentes) distribuidos en las partes centrales, estas están constituidas por viviendas de albañilería confinada con elementos sismorresistentes y techo rígido y pesado.

Adyacentes a las vías de acceso principales en ambos subsectores y, edificaciones débiles del tipo 1 y 0 en las márgenes y en especial sobre la quebrada Chungungo, donde se han asentado un buen número de viviendas precarias tipo 0 generando además problemas de salud ambiental, proliferación de moscas y roedores ya que al no contar con servicios higiénicos tiran los desechos a la quebrada muy cerca a su morada.

Sector VII

Comprende la zona Norte y más elevada de la ciudad, la urbanización Bellavista. Es la zona con consolidación más incipiente. Se ubica en la elevación rocosa con estratos superficiales de arena y arcilla sobreconsolidada, la intensidad estimada para esta zona es VII y VII⁺. Las áreas verdes aún no están debidamente demarcadas pero por su baja consolidación existe muchos espacios abiertos y amplias calles y avenidas, por lo que zonas de refugio pueden improvisarse en varias zonas abiertas, quedando como dificultad la operatividad de las vías de acceso.

Características físicas de las edificaciones

Existen edificaciones de albañilería confinada con elementos de refuerzo sismorresistente pero a medio construir que han sido catalogadas como edificaciones tipo 3, la caída de estas partes significan daños económicos y podrían también ocasionar pérdidas humanas. Las viviendas tipo 1 y 2 son edificaciones de estera y quincha construidas con más

cuidado que las precarias y, que están empezando a ser reemplazadas por viviendas más resistentes.

9.1.3 CENTROS DE SALUD Y COLEGIOS

SALUD

Según el último censo realizado por el Ministerio de Salud en 1988 Mollendo tiene un Hospital y una posta de salud del I.P.S.S.

El hospital de apoyo "Manuel Torres Muñoz" de Mollendo tiene una capacidad para atender 140 camas, pero brinda apoyo no sólo al distrito sino a gran parte de la provincia de Islay, zonas como Matarani o Mejía en donde la atención médica es sólo de emergencia para derivarlos luego a esta ciudad.

En una catástrofe los problemas existentes se agudizan, las enfermedades endémicas se convierten en problemas si la población no está protegida, de producirse por ejemplo una epidemia de cólera en la zona Mollendo tendría que cubrir y atender a una gran población la mayoría proveniente del interior, sus 140 camas probablemente serían insuficientes para atender al porcentaje de 50,350 habitantes que es la población provincial.

Esto muestra cómo la vulnerabilidad de una región afecta a las otras, pues todos además de ser un sistema aislado pertenecen a uno mayor, debido al centralismo se ha puesto mucho cuidado en la capital de provincia, instalándole un hospital grande y moderno pero dejando de lado a los distritos alejados. En caso de desastre la vulnerabilidad de cada uno de esos pueblos muchas veces olvidados afectarán a la capital incrementando en este caso la vulnerabilidad social de Mollendo.

Como medida de protección y reforzamiento de la atención de salud en Mollendo es necesario y urgente la descentralización del sistema de salud, cada localidad debe contar con la infraestructura y el personal permanente por lo menos indispensable para la atención de enfermedades endémicas y un mantenimiento adecuado de la salud preventiva.

EDUCACIÓN

Para la provincia de Islay hay 62 centros educativos estatales y 12 particulares haciendo un total de 74 entre educación primaria, secundaria, especial y ocupacional (incluyendo centros de instrucción para mayores).

La educación es otro factor que a causa del centralismo impulsa la migración especialmente del elemento joven ya que los Institutos Tecnológicos y Universidades se encuentran sólo en las grandes urbes y muchas veces las carreras que brindan están más relacionadas con la rentabilidad de la empresa que brinda el servicio que con las necesidades y oportunidades de la comunidad a la que supuestamente sirve.

En cuanto a la vulnerabilidad física de estos centros educativos en un 50% hay fallas de construcción y diseño ,por lo general por concentración de esfuerzos pero que debido al poco peso que soportan no son críticas para la estructura, sin embargo el estado de los servicios higiénicos es generalmente deplorable, el cerco perimétrico es un peligro para los alumnos por su debilidad en algunos puntos. Otros colegios tienen una construcción moderna y otra antigua cada una con características particulares. Por ejemplo en el colegio de María Auxiliadora ubicada en la Av. Mcal. Castilla, la construcción antigua es de madera de dos pisos medianamente conservada.

En el colegio 40472 "Carlos M. Febres - Centro" de educación primaria mixta cuya fundación se remonta al año 1956 tiene problemas de concentración de esfuerzos por defectos de construcción en los techos del pasadizo, pero no en los salones. Es necesario realizar un estudio específico de la vulnerabilidad en los colegios, ya que dada la cantidad de estos y su problemática suigeneris (muchas veces las autoridades en los colegios no colaboran con la investigación e incluso impiden la entrada de los investigadores) no es posible cubrir en el presente, dicho análisis.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- 1º Mollendo presenta una alta vulnerabilidad física en los sectores I y III, especialmente en la periferie de éstos, cercanos a las quebradas, lo que se puede observar del número de viviendas tipo 0 y 1 concentradas en estos sectores.
- 2º Hay una proliferación de edificaciones precarias no aptas para vivienda que carecen por completo de servicios, sus pobladores viven en constante riesgo de contraer

enfermedades gastrointestinales, por las malas condiciones de higiene que mantienen y por la precariedad de sus viviendas.

- 3º Esta población proviene generalmente de provincias del interior, que migra a estas ciudades en busca de mejores oportunidades. Estos asentamientos se van consolidando en forma desordenada, no planificada agudizando los problemas sociales existentes en Mollendo como el desempleo, bajos ingresos económicos, falta de recursos, etc.
- 4º Existen también muchas edificaciones que por su deplorable estado de conservación pueden desplomarse en cualquier momento, especialmente aquellas construidas al borde de precipicios apoyadas en esbeltos "pie derechos" (explicados líneas arriba en el acápite "Sector I") debilitadas por los años y con una alta densidad de población por vivienda.
- 5º La alta vulnerabilidad sísmica de las edificaciones **tipo 1 y tipo 0** está asociada a problemas socioeconómicos y políticos principalmente, este tipo de edificaciones son en realidad efectos y no causas de la vulnerabilidad global de la población. La reducción de la vulnerabilidad sísmica en Mollendo debe comprender medidas que reduzcan paralelamente la vulnerabilidad social, económica, política y principalmente educativa en Mollendo y en las provincias y distritos del interior que dependen de esta capital y, así mismo que cubran las expectativas que impulsan a la juventud mollendina a migrar a otras ciudades más grandes como Arequipa o Lima.
- 6º El sistema de salud es vulnerable en caso de presentarse un grán número de pacientes que requieran hospitalización o atención médica permanente como podría ocurrir después de un terremoto más aún si el Hospital de Apoyo de Mollendo (el único en la zona) sufriera daños severos.

La vulnerabilidad en materia de salud en la ciudad de Mollendo no está dada por sí misma, sino por las deficiencias de infraestructura, personal e insumos de los distritos que dependen de ella.
- 7º Es necesario hacer un estudio de vulnerabilidad sísmica en los colegios, institutos y academias en Mollendo, que se han instalado muchas veces sin cumplir con los requisitos mínimos de seguridad. Dada la cantidad de personas que albergan en sus claustros y la alta probabilidad de ocurrencia de un terremoto este estudio es urgente.

- 8º La población no está amenazada en caso de maremoto o tsunami dada la ubicación alta y retirada del mar de sus viviendas, sin embargo existe un área inundable que comprende las playas y parte de las instalaciones del ferrocarril, este peligro debe darse a conocer a los bañistas y trabajadores de ENAFER, para tomar medidas de precaución después de la ocurrencia de un sismo. Deben conocer el área inundable, las rutas de escape, centros de refugio, tiempo que disponen para la evacuación, etc.
- 9º Es necesario realizar campañas de prevención en caso de terremotos, como simulacros, charlas, etc, en los colegios y centros públicos especialmente a aquellas personas con cargo directriz para estar preparadas a tomar medidas antes, durante y después de la ocurrencia del sismo.
- 10º Dado el tipo de suelo y las condiciones sociales de la población se recomienda el uso de la Quincha como material de construcción de viviendas especialmente de tipo masivo. Construcciones de uno y hasta de dos pisos de un material liviano como este sobre un suelo rígido como el de Mollendo puede dar muy buenos resultados.

Actualmente una vivienda de quincha en esta zona no significa una gran diferencia económica con una construcción convencional de ladrillo, por escasez de material y mano de obra por lo que una campaña de construcción masiva sin tomar en cuenta otras consideraciones como la oferta de material y especialización de la mano de obra no tendría posiblemente los efectos deseados.

Recomendaciones

- 1º Realizar campañas de reforzamiento de las viviendas débiles y demoler las edificaciones ruinosas, reubicando de ser necesario a la población que en ella habitaba, por ejemplo en aquellas viviendas al borde de los acantilados sobre la Quebrada de los Perros apoyados en altos y delgados troncos de madera.
- 2º Reordenar a las viviendas precarias instaladas en las quebradas, tomando en cuenta la existencia de terrenos aún sin construir en muchas urbanizaciones en la parte alta que, si bien, son comercialmente menos atractivas para esta población por estar más lejos del centro, son zonas más seguras y aptas para la residencia, evitando que el problema social y de servicios se agudize y obligue en lo posterior a tomar decisiones improvisadas a las autoridades.

- 3º Reforzar el sistema de salud dotando a cada localidad de la infraestructura necesaria, personal e insumos por lo menos imprescindibles para atender a sus propias necesidades de salud.
- 4º Se recomienda hacer estudios de vulnerabilidad sísmica en colegios y centros educativos tanto en los nuevos como en los antiguos identificando fallas constructivas y/o de diseño con miras a reforzar puntos débiles y corregir los defectos. Esto permitirá reducir pérdidas humanas y materiales en caso de desastre.
- 5º Realizar campañas de educación y prevención sísmica tanto en los colegios como en instituciones, realizando simulacros y publicando cartillas de información.
- 6º Realizar campañas destinadas al uso de la quincha como material de construcción económico y resistente, la misma que deberá estar dentro de un plan que incluya el adiestramiento de personal y el cultivo de la caña o bambú, esto bajaría enormemente los costos de construcción disminuyendo efectivamente la vulnerabilidad sísmica y social de la población.
- 7º Determinar el área inundable en caso de tsunami y alertar a los bañistas sobre la existencia de este peligro de tal manera que la población esté preparada en caso de ocurrencia y conozca además las rutas de escape, refugios temporales y el tiempo disponible para la evacuación del área inundable.

Ubicación de Refugios y Vías de Escape en Mollendo

En el primer sector existen dos refugios amplios ubicados convenientemente con respecto al nivel del mar y los asentamientos humanos, estos son la Plaza Grau y la Plaza Bolognesi con áreas abiertas de 2400 y 1200 m² respectivamente.

La primera se encuentra a menor altura que la segunda, tiene mayor área enlozada rodeada por edificios nuevos y antiguos, con acceso directo a calles tradicionales y antiguas con viviendas en alta vulnerabilidad.

La Plaza Bolognesi tiene mayor área de jardines, en esta plaza se encuentra el consejo provincial y distrital, punto de intersección de avenidas principales, está rodeada por edificios modernos pero a pocos metros de ella por vías de acceso directo se encuentran aquellos barrios antiguos con edificaciones altamente vulnerables.

A lo largo de la Av. Mariscal Cáceres hay varios parques y áreas verdes al costado del Hospital de apoyo y en medio de las urbanizaciones (su ubicación se muestra en el plano de "Ubicación de refugios y vías de escape de Mollendo"), estas podrían servir de refugio temporal y puntos de concentración para la ayuda humanitaria en caso de desastre, sin embargo hay zonas completamente urbanizadas que requieren más áreas verdes y parques.

En el sector III las zonas de refugio son los parques y áreas verdes que aparecen en el plano, en el IV no existen muchas áreas verdes extensas que podrían servir como refugio temporal pero el ancho de las calles es de 9 a 12 m. que en relación con la altura de las edificaciones dan cierta seguridad a la zona.

En el sector V no existen áreas libres de refugio temporal por la traza desordenada y adecuada a la topografía irregular del terreno, en todo caso tendría que usarse las calles y avenidas anchas en caso de desastre, lo cual no es adecuado por que así se reducirían las vías de acceso aislando a los sectores más alejados que por lo general son los que más ayuda necesitan en caso de desastre.

En los sectores VI y VII existen muchos espacios abiertos debido a la baja consolidación de la urbanización y amplias calles y avenidas en las que pueden improvisarse zonas de refugio, quedando como dificultad la operatividad de las vías de acceso.

9.2. AREQUIPA

Arequipa es la capital del Departamento de Arequipa y de la provincia y distrito del mismo nombre.

Evolución de la vivienda en Arequipa

Las viviendas en la ciudad de Arequipa pasaron por cuatro etapas o modas constructivas caracterizadas por la forma de sus techos y los materiales empleados, el mortero cal-arena y el sillar se dejaron de lado por el mortero cemento-arena, el concreto y el ladrillo. Este cambio tecnológico se manifiesta en Arequipa en estas 4 etapas claramente definidas. Este desarrollo de la tecnología de la construcción se manifiesta en 4 etapas haciendo campo; siendo estas: los con techos en bóvedas, techo de rieles, techos de loza maciza de concreto armado y techo aligerado con ladrillo de techo las que se describirán a continuación:

Con techos en bóvedas:

Son las construcciones más antiguas, superan los 100 años. Su cimentación es profunda mayor a los 2.00 m, con muros de sillar de 80 cm hasta 1.00 m. y altura de muros entre 3 y 4.5 metros, por lo tanto son muy pesados ejerciendo una alta sobrecarga al piso (4000 Kg/m de muro). Esta característica arroja una elevada densidad de muros, su factor va de 3,4 a 4, vale decir que un metro de muro de éstos equivale a 3,4 o 4 m. de un muro de ladrillo con aparejo en cabeza, es decir de 25 cm. para la evaluación de la densidad.

Los techos son bóvedas semicirculares con bloques de sillar cortados en forma de cuñas, que al ser colocados radialmente trabajan conjuntamente a la compresión con un simple mortero. En su parte exterior son protegidas de la lluvia y el intemperismo con una capa de mortero cal-arena o cemento - arena (más reciente) y rematados con unos apoyos en formas de aleros para facilitar el desagüe.

Los techos en bóveda también son muy pesados, ejerciendo una carga de 1000 Kg/m². (Como ilustración se puede decir que una losa maciza de concreto armado de 20 cm de espesor tiene un peso de 480 Kg/m² y una losa aligerada de 25 cm de unos 350 Kg/m², ambas capaces de resistir luces y sobrecarga tres veces más que la de sillar).

Este conjunto muro-techo tiene una enorme masa que produce una gran fuerza de inercia horizontal que fisura los muros a pesar de su densidad a través del mortero de cal-arena, que si bien es bueno cuando fresco, con el tiempo reacciona con el sillar y se vitrifica perdiendo sus propiedades de adherencia y resistencia al esfuerzo horizontal.

Las bóvedas se agrietan casi siempre por su eje de simetría debido al movimiento de los muros que la sostienen y en algún momento hacen trabajar a estas a tracción.

Techos de rieles:

Esta técnica se usó en edificaciones entre 50 a 100 años, la profundidad de la cimentación es algo menor que las anteriores (de 1.50 a 2.00 m), muros más esbeltos entre 40 a 60 cm de espesor y techos planos hechos con bloques de sillar trabados entre rieles de acero a manera de viguetas, arriostrados transversalmente por pernos largos. El sistema es protegido exteriormente del intemperismo con una capa de 8 a 15 cm. de mortero.

Las cargas muertas siguen siendo muy altas, el techo así construido alcanza cargas de 500 Kg./m², presentando además una elevada cuantía de acero que produce una diferencia de rigideces entre el bloque de sillar y las rieles, que junto con la falta de arriostramiento horizontal producen rajaduras a lo largo del armado.

Techos de losa maciza de concreto armado:

Con la introducción del concreto armado en la construcción se dejó de lado las bóvedas y techo de rieles para sustituirlas por losas delgadas de concreto armado.

Su época pertenece al período entre 20 y 50 años de antigüedad. Debido a su mayor ligereza y a su disminución en sus alturas a 2.50 o 3.00m, redujeron el ancho de los muros a 40 ó 45 cm. y algunos hasta de 25 cm. disminuyendo considerablemente la densidad de muros. Reemplazaron los dinteles de sillar por dinteles de concreto armado, desechando el uso del mortero de cal-arena y dando más acogida al de cemento-arena, pero sin incluir elementos estructurales como vigas y columnas. Estas viviendas presentan leves daños típicos, generalmente con fisuras horizontales a lo largo del encuentro de la losa con los muros por no llevar ningún anclaje entre éstos (la losa va directamente apoyada sobre los muros, sin ninguna viga collar o refuerzo adicional), es común también la caída de revestimiento de los techos, especialmente en luces grandes, las típicas fallas por tracción diagonal y las grietas verticales en el encuentro de muros.

Techos aligerados:

Construcciones convencionales de albañilería confinada, reforzada con elementos de concreto armado (hay también edificaciones recientes que por razones económicas obvian los

elementos de refuerzo) muros y tabiques de 25 y 15 cm. respectivamente, adecuada cimentación y techos de losa aligerada con ladrillos huecos de techo. Son construcciones no mayores a los 30 años. La losa aligerada permite cubrir mayores luces por su menor peso, pero dada la drástica reducción de la densidad de muros se puede producir deficiencia de ésta que origina debilitamiento y fisuras en la albañilería.

Expansión Urbana

Entre los años 1950 - 1955, se inicia en Arequipa la creación de urbanizaciones populares en las zonas periféricas como una respuesta a la necesidad de vivienda de la población residente en el cercado. Posteriormente a la sequía que afectó a la zona del Altiplano entre los años 1955-60 se incrementó notablemente la migración hacia Arequipa debido a la hambruna que se generó a raíz de este problema.

En la década del 70 el crecimiento de los pueblos en la periferie está estrechamente ligado a la acción del estado. Un rápido crecimiento y la mala planificación ocasionó problemas en los servicios básicos. En el año 1983 se produce una nueva sequía en el Altiplano que produjo una nueva corriente migratoria hacia Arequipa y otras ciudades costeras del Sur del Perú. Ultimamente debido a la gran necesidad de vivienda ocasionada por nuevas sequías en el Altiplano, la presencia del terrorismo en provincias alejadas y el exagerado crecimiento demográfico asentado por las crisis económica que ha venido atravesando el país, se ha generado una fuerte presión para la construcción de nuevos asentamientos, los que no siempre siguen un proceso planificado. Se está empezando a invadir terrenos muy peligrosos, cubriendo áreas (rellenando) las torrenteras¹, que al permanecer inactivos (secos) durante unos 20 años aproximadamente a dado la impresión de ser seguros para personas que migran del exterior. El proceso de urbanización de Arequipa en relación a los sectores populares puede sintetizarse en dos periodos:

- 1^º Definido por una expansión semicontrolada, con estratos sociales medios y de la misma región afectadas por terremotos que precipitan su desplazamiento de la zona urbana tradicional (cercado) hacia la periferie.

¹Las Torrenteras son causas de torrentes, flujos de agua de gran volumen a que adquieren fuertes velocidades debido a la pendiente del terreno que se activan cada cierto período a causa de presipitaciones exageradas. En Arequipa dicho periodo es de aproximadamente entre unos 20 a 25 años y el último fenómeno de éste tipo se registró en 1970 de lo que se puede deducir que la probabilidad de ocurrencia aumenta.

- 2º Caracterizado por el surgimiento masivo de asentamientos humanos no planificados (ilegales) de crecimiento descontrolado, formados en su mayoría por migrantes.

Zona Norte:

En los asentamientos ubicados en esta zona el incremento de población decrece notoriamente en relación a lo ocurrido en las décadas del 60 y 70 debido fundamentalmente a la saturación del espacio habitable, por las limitaciones topográficas (torreteras, cerros, etc.). La expansión natural sobre terrenos eriazos (Gráficos, Apurímac, Edificadores Misti, etc.) entre otros han sido los factores decisivos para el asentamiento de la población y que ha facilitado su proceso de consolidación. En los últimos años esta zona está volviendo a incrementar su población en forma muy desordenada y peligrosa. Se está invadiendo las torreteras (San Lázaro, Paucarpata, M. Melgar y progresista) no sólo con rellenos sanitarios (con las complicaciones en materia de salubridad que eso significa) sino incluso asentando poblaciones en el mismo cauce, suscitando un peligro potencial que produciría embalses e inundaciones que afectarían a urbanizaciones antiguas ya consolidadas.

Zona Sur:

Los principales factores que indujeron a la población a instalarse en esta zona (Ciudad mi Trabajo, 13 de Enero) fueron los sismos del año 1958 y 1960 y las facilidades en la adquisición de terreno (4 de Octubre). En la actualidad están ya consolidados y con cierto ordenamiento. Esta zona está ya completamente poblada, alternando zonas de densificación urbana con áreas verdes de cultivo. (las singulares campiñas arequipeñas)

Zona Sur-Oeste:

Esta zona desde sus inicios y hasta la actualidad mantiene un elevado coeficiente de edificación, tuvo un lento proceso de consolidación en sus inicios, pero ultimamente ha avanzado mucho en éste aspecto. Su población eminentemente migrante ha construido sus viviendas con deficiente asesoría técnica, sin embargo, la zona consolidada con varios años de existencia ya, tiene edificaciones construidas con buen material. (Urb. Jacobo Hunter). Su topografía accidentada (una cadena de cerros) con suelos relativamente competentes, ha condicionado el trazo urbano de una forma caprichosa.

Zona Nor-Oeste:

Esta zona presenta desde hace mucho tiempo el más alto índice de crecimiento, puesto que posee áreas con mejores posibilidades de expansión urbana por la existencia de grandes extensiones de terrenos eriazos con infraestructura vial que facilita su accesibilidad. Esta zona requiere un trato especial para planificación urbana, estudios de microzonificación, etc. por la importancia que está adquiriendo debido a la expansión urbana (Alto Jesus, etc.).

Cabe notar que muchos pueblos jóvenes se han consolidado (Victor A. Belaunde, La tomilla, etc.) y no siempre con una debida planificación urbana, presentandose problemas que surgen de esta deficiencia.

Zona Este:

La población de esta zona proviene también de migraciones, sobretodo en las zonas altas (Alto San Martín, Ciudad Blanca, etc.). los que están en proceso de consolidación. Los asentamientos como Manuel Prado, F. Mostajo etc. han alcanzado ya un alto grado de consolidación, fueron construidas en buena medida con asesoría técnica, pero las condiciones topográficas han condicionado la ocupación, encareciendo el tendido de las redes sanitarias.

Descripción de las zonas

Zamácola y Rio Seco

El 80 % de las construcciones son de ladrillo, albañilería confinada con columnas y vigas de refuerzo y, techo rígido y pesado; mientras que el 20 % restante son de sillar, algunas de ellas sin columnas ni vigas de amarre y techo flexible.

Hay una buena cantidad de viviendas que están a medio construir, generalmente el segundo piso, muestran débiles paredes de ladrillo sin anclaje lateral, pues las columnas aún no han sido vaciadas. En general en las construcciones se emplean varios tipos de materiales de construcción: ladrillo, sillar y bloques de concreto. La zona urbana puede ser considerada homogénea en las características mencionadas, por lo que se puede concluir que el 75% de las viviendas es del tipo 4 y el 25% restante es del tipo 2 (viviendas sin refuerzos).

El peligro de los cables eléctricos aéreos es muy común, los postes de madera muchas veces dañados en el pie a causa de la humedad e insectos. En caso de sismo estos postes pueden caer sobre las vías de acceso y, obviamente si la energía eléctrica que trasportan no ha sido desconectada, se agravaría la situación.

Alto La Libertad

Está asentada sobre un depósito puzolánico de gran potencia, las edificaciones son en un 85% de sillar y el resto de ladrillo por lo que existe una alta vulnerabilidad en ésta zona.

La topografía del terreno es muy irregular con elevaciones, depresiones y quebradas, todos del mismo material altamente erosionable.

Independencia

La parte consolidada es íntegramente de ladrillo, con edificaciones que tienen una edad promedio de 20 a 30 años. La zona de expansión se está asentando sobre depósitos de sillar y roca suelta, las construcciones en esta zona son en un 95% de sillar y sólo el 5% restante son de ladrillo. Muchas casas de sillar no tienen columnas ni vigas de amarre y su techo es ligero y flexible e incluso también algunas casas de ladrillo carecen de estos elementos de refuerzo.

Hunter

Es un distrito que ha registrado mucho crecimiento últimamente. Sus primeras viviendas fueron construidas de sillar y actualmente algunas conservan uno que otro muro interior de este material.

Hoy sus calles y avenidas están asfaltadas y las edificaciones son de albañilería confinada construidas con ladrillo y bloquetas de concreto (en menor proporción). La zona de expansión ubicada hacia el Sur en cambio tiene sus edificaciones en gran cantidad de sillar acomodadas en una traza urbana que sigue las condiciones del terreno, su topografía es accidentada, los asentamientos urbanos están ubicados sobre cerros que se levantan detrás de la zona antigua del distrito.

En estas zonas hay gran pobreza, las viviendas de albañilería no tienen columnas ni vigas de amarre, su techo flexible no funciona como diafragma, y las edificaciones son en general muy pequeñas y rústicas.

Pampas del Cusco

Es una zona rural con construcciones de ladrillo confinado, con columnas y vigas de amarre, y amplias zonas abiertas y verdes.

Sachaca

Sachaca y Palacio Viejo son urbanizaciones residenciales con edificaciones muy nuevas y modernas. Su traza urbana sigue modelos modernos con amplios jardines y zonas verdes ubicados en la zona plana y baja de esta urbanización.

La capacidad económica de su población es de buena a muy buena. Las instalaciones eléctricas son en buena parte subterráneas disminuyendo los riesgos por electrocución. En la

zona antigua y tradicional aún existen edificaciones de adobe muy antiguas edificadas sobre roca, la capacidad económica de la población que en ellas habitan no es como la de la parte baja.

Simón Bolívar

Las construcciones son de ladrillo en un 90%, con columnas y vigas de amarre; en las partes más alejas de la concentración urbana las edificaciones son de sillar sin elementos de refuerzos coincidentemente con la capacidad económica de su población.

Las calles son amplias y no están asfaltadas. Los cables eléctricos son aéreos y existe el peligro de que caigan en un movimiento sísmico, los postes de madera están torcidos y dañados por la acción de insectos y la humedad.

Paucarpata

El 95% de las edificaciones son de ladrillo con columnas y vigas de amarre; y el 5% restante de sillar sin elementos de refuerzo. El peligro de los cables eléctricos aéreos colgados de rústicos y deteriorados postes de madera subsiste.

El Porvenir

Caracterizado por su fuerte pendiente en terreno de depósito aluvial con un estrato superficial de arena. El 80% de las edificaciones son de sillar, el 15% de ladrillo y el 5% de bloques de concreto. Cerca a la torrentera las casas son muy débiles, generalmente de sillar, la vulnerabilidad se intensifica a medida que se acerca a los márgenes de la zona urbana.

En la torrentera la realidad es muy parecida a la torrentera de Paucarpata, se está depositando basura sobre el cause, ganándole terreno a la quebrada mediante rellenos que la torrente encontrará a su paso y serán motivo de inundaciones y embalses. Una característica común de estas viviendas es que en las viviendas de sillar las fachadas son de ladrillo y buen acabado dando otra apariencia. Es muy común también las viviendas de varios materiales, el primer piso de sillar y el segundo de ladrillo y bloques de concreto.

Edificadores Misti

Sus construcciones son más recientes, construidos de ladrillo, por lo general bien acabados de uno y dos pisos. Las calles son amplias aunque en fuerte pendiente, las edificaciones van bajando de categoría de resistencia sísmica a medida que se alejan de la avenida Tarapacá (av. principal). La población va creciendo en este sentido, invadiendo últimamente torrenteras donde las viviendas adquieren características precarias, normalmente

de sillar sin columnas ni vigas de amarre de sillar o mixturas de sillar y ladrillo con techo ligero y flexible.

Miraflores

Es la parte más antigua de la zona, sus construcciones son de ladrillo y sillar con antigüedades que van de 30 a 60 años respectivamente.

Están visiblemente mal conservadas y deterioradas, sus calles bastante sinuosas se desarrollan en una topografía accidentada. El 75% más dos pisos, 10% de dos pisos y el 15% de un solo piso.

Conclusiones

Como podemos observar en la Lámina 9.3 la vulnerabilidad se concentra en los márgenes de la ciudad (barriadas de estrato económico bajo) y el casco urbano (casonas antiguas de hasta 100 años de antigüedad con alta densidad de población)

La población no está sujeta a la vulnerabilidad sísmica sólo por el aspecto físico de sus viviendas, sino también por aspectos de educación, organización social, salud, alimentación, etc. Es decir población no está preparada para afrontar una emergencia catastrófica.

Zonas marginales como los extremos de Hunter Ciudad Blanca, Alto La Libertad, etc. están creciendo en forma desordenada y sin planificación, se está tomando terrenos sumamente peligrosos como el cause de las torrenteras, rellenos sanitarios por lo general de topografía muy irregular.

En los colegios y en especial en los Centros Educativos de los Pueblos Jóvenes, no se han hecho simulacros a pesar de que hay un dispositivo de que se hagan este tipo de ensayos por lo menos una vez al año.

Hay varios centros de salud, educación, oficinas, etc. cuya infraestructura no cuenta con medidas de seguridad como extintores de incendios, pasadisos suficientemente anchos y libres de obstáculos, incluso academias y colegios funcionan en casonas antiguas de sillar con alta vulnerabilidad sin elementos de refuerzo.

Es necesario realizar estudios de vulnerabilidad en los edificios importantes y en aquellas edificaciones de importancia como hospitales, centros públicos, etc., señalizando las zonas de seguridad, vías de escape, etc. aspectos que no cubre el presente trabajo.

Varias calles céntricas cercanas a la plaza de armas y las aledañas al mercado San Camilo están llenas de vendedores ambulantes que obstaculizan por completo el tráfico, en caso de producirse el terremoto en horas de alta concentración humana se ocasionarían varios accidentes causados por el tráfico.

Recomendaciones:

En vista del rápido crecimiento de la ciudad se debe planificar una zona de expansión urbana para Arequipa, en la Zona Norte se ha planificado una, pero en la realidad las viviendas se están instalando con cierto desorden desconociendo las disposiciones. Actualmente hay aún pocas viviendas construidas en este Cono Norte y es justamente por lo que se debe hacer un mayor esfuerzo para que su crecimiento sea ordenado y dotándole de servicios.

En la lámina 9.4 (b) se ha señalado las vías de acceso que deben ser ordenadas para que estén operativas y libres de obstáculos en todo momento, son arterias principales que unen las diferentes partes de la ciudad. Igualmente se han marcado las zonas abiertas libres de obstáculos que puedan servir como refugio en caso de desastre. Se han ubicado también los hospitales más importantes, en los que se debe poner más cuidado y realizar refacciones como medida de precaución a terremotos.

El Hospital Goyoneche se encuentra en malas condiciones físicas, su infraestructura muy antigua carece de refuerzos estructurales y la edificación en sí está debilitada por sismos anteriores. Se recomienda zonificar y rehacer rehabilitaciones y/o demoliciones donde fuese necesario.

Realizar campañas de educación en los colegios preparando a la población para un evento sísmico de grandes proporciones, realizar simulacros en los colegios y centros de trabajo continuamente, debe recordarse las inadecuadas dimensiones de los pasadizos y gradas en centros público.

Se usa mucho el Sillar como material de construcción especialmente en zonas marginales por su bajo costo, pero es un material cuya dificultad principal radica en la mala adherencia al mortero de cemento o cal y su baja capacidad portante. Se recomienda el uso de Quincha Prefabricada revestida con cemento como material económico de construcción y realizar estudios enfocados a solucionar principalmente estos dos deficiencias del sillar. (Se han

hecho varios estudios e intentos de aplicación masiva de sillar en construcciones, pero con resultados no satisfactorios).

Capítulo 10

Conclusiones y Recomendaciones

Las poblaciones están creciendo sin planificación, en ciudades como Arequipa y Mollendo (ciudades capitales) grandes masas de inmigrantes se asientan y establecen en terrenos peligrosos, incluso topográficamente muy difíciles, sin vías de acceso adecuadas, terrenos de fuerte pendiente en medio de torrenteras, etc. toman e invaden terrenos de cultivo de parques o áreas verdes, situación que está generando desabastecimiento de servicios, tugurización y muchos problemas sociales.

Otras ciudades como Chala por ejemplo está sufriendo una transformación. La ciudad antigua, planificada de cierta forma con la típica cuadrícula española, se está trasladando longitudinalmente a la vera del camino (de la carretera panamericana) haciendo que las distancias sean innecesariamente extensas, encareciendo los servicios de agua, desagüe y el de electricidad.

Esta transformación obedece a fuerzas económicas siendo el principal y casi único ingreso de los habitantes el comercio que se realiza en la ruta, venta de alimentos preparados, frutas, etc.

En Mejía, balneario exclusivo muy preferido por sus hermosas playas, y el verdor de su camíña (su ecosistema) está creciendo desordenadamente, se está destinando zonas con riesgo de tsunami como de expansión urbana, se tomando también zonas protegidas

como las Lagunas de Agua Dulce (parada de aves migratorias) poniendo en peligro a especies y destruyendo aquello que es justamente su atractivo principal.

Por lo menos el 80 % de las viviendas son auto construidas con insuficiente dirección técnica o sin ella. Carecen de elementos sismorresistente, usan materiales de construcción con poca adherencia (caso del Sillar) o con poca resistencia mecánica y vulnerables a la humedad (adobe y tapial) en zonas lluviosas, edificaciones de albañilería con deficiencias como baja densidad de muros, columna corta (concentración de esfuerzos), grandes asimetrías que producen torsión, etc.

A causa de la extrema pobreza se han levantado edificaciones con materiales de desecho (altamente vulnerables) en los que viven ascuinados varias personas en condiciones infrahumanas, la falta de servicios vitales y la crianza de animales en malas condiciones convierten estas zonas en focos de enfermedades que amenazan la salud de la población en conjunto. En caso de desastre este problema podría agravarse aún más amenazando la salud de los sobrevivientes.

Conclusiones Generales

Existe una gran vulnerabilidad en 5 de las 7 ciudades estudiadas y solo en una de ellas (Mejía), la vulnerabilidad es relativamente baja.

Se ha encontrado que la vulnerabilidad por origen¹ se concentra en la periferie y es originada principalmente por la instalación de migrantes. La vulnerabilidad por defecto se ubica en las zonas centrales (más antiguas) cuyos pobladores son en su mayoría de escasos recursos económicos. De los dos el más peligroso es el segundo, por que cada vivienda de este tipo concentra a un mayor número de personas, además la edificación tiene mayor peso, su desplome causaría mayores pérdidas humanas que una vivienda precaria liviana de la periferie.

En provincias como en las ciudades adicionalmente a esta vulnerabilidad de las edificaciones la población de bajos recursos vive en constante vulnerabilidad económica, social, educativa, de salud, etc en las que un terremoto causaría mayores estragos después que durante el movimiento telúrico. Al no poder atender sus propios requerimientos de emergencia, la ciudad, el poblado o villa sufriría probablemente

¹ La vulnerabilidad sísmica es de dos tipos: por defecto y por origen, la primera se da cuando dicha vulnerabilidad se origina por el deterioro de una edificación, mientras que la segunda se refiere a la que se origina desde que nace la vivienda, por mala calidad de construcción, materiales constructivos diferentes, etc.

muchas pérdidas humanas, no podría atender por ejemplo una enfermedad gastrointestinal o broncopulmonar, muy comunes en las zonas alejadas y que aún en situaciones normales son casos derivados a la ciudad principal, la mala organización y escasa preparación en caso de emergencia de sus pobladores haría más difíciles e las acciones de rescate.

Ante un evento sísmico de grandes proporciones ni la población ni su infraestructura están preparados para afrontar una emergencia, los colegios ocupan muchas veces (especialmente en provincias) edificaciones débiles tipo 1 ó 2, la atención de salud es deficiente, las vías de transporte hacia poblaciones de la Sierra son precarias y se encuentran en malas condiciones.

Recomendaciones Finales:

Se recomienda realizar campañas de rehabilitación y reforzamiento de las edificaciones antiguas, señalizando las rutas de escape, zonas de refugio, verificar el ancho efectivo de las escaleras y puntos de acceso, etc. y organizar a la población que en ella vive para que pueda reaccionar favorablemente ante una emergencia.

Tomar atención a las urbanizaciones y barriadas de la periferie que viven en construcciones no aptas para viviendas y en zonas de alta contaminación, esta situación debe corregirse, por que de producirse la emergencia es en estas zonas donde pueden originar epidemias o ser foco de enfermedades infecto contagiosas. No sólo "ellos" están en peligro, sino toda la ciudad es por ello que su atención no es sólo de carácter social o filantrópica -por así decirlo- es una acción necesaria para la sobrevivencia de toda la comunidad, especialmente si tomamos en cuenta la incapacidad para atender una emergencia de salud aun en condiciones normales.

Hacer campañas de educación más acordes con la realidad existente en cada lugar, que los alumnos conozcan desde pequeños qué peligros amenazan a su comunidad (terremotos, huaycos, embalses, etc.) y que precauciones deben tomar, con que recursos cuentan, que necesidades tiene su comunidad. etc.

Hacer conocer a las personas que auto construyen sus viviendas los nuevos métodos constructivos de bajo costo como el adobe reforzado en la sierra a la quincha pre-fabricada en la costa, etc. que han dado buen resultado en las pruebas realizadas. Las cartillas elaboradas para una forma práctica de construcción, deben conocerse en provincias desde el colegio a una edad en que naturalmente puedan entenderla.

Bibliografía

- 1.- WILCHES CHAUX, GUSTAVO: Desastres, Ecologismo y Formación Profesional. SENA, 1989
- 2.- CAPRA, FRITJOF: El punto Crucial, Ed. Rutas del viento, Barcelona 1985
- 3.- AUREL A. BELES, MIHAIL Y A. GARCIA YAGÜE: "Elementos de Ingeniería Sísmica". Ed. Omega S.A.
- 4.- OSSERVATORIO VESUVIANO-DIRDN: STOP DISASTER, Vol. N° 12/Marzo 1993
- 5.- KUROIWA, JULIO: Natural Disaster for the Grau Region, Peru and their Mitigation Planning. Rep. presentado para UNCRD - Nagoya, Japón.
- 6.- UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA: Revista "Tecnica", Vol. N°2, Nov-1983
- 7.- ORIHUELA PABLO: "Sismo Arequipa 16/02/79" (Tesis de Grado - Facultad de Ingeniería Civil - UNI 1981)
- 8.- TAPIA, CESAR: "Microzonificación de la Ciudad de Tumbes" (Tesis de Grado - Facultad de Ingeniería Civil - UNI 1991)
- 9.- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA, Dirección Nacional de Censos y Encuestas. Información impresa y magnética de los Censos 1981 y 1993.
- 10.- BELTRAN TAFUR, S. LESLY: "Comportamiento de Estructuras de Concreto Armado en Arequipa con el Sismo 16/02/79". (Tesis de Grado - Facultad de Ingeniería Civil - UNI)
- 11.- GIESECKE, A. SILGADO: "Terremotos en el Perú". Ed. Rikchay Perú. Lima 1981.
- 12.- LOPEZ A., PETER: "Prevención de Desastres en un Sistema Gráfico de Cómputo". (Tesis de Grado - Facultad de Ingeniería Civil - UNI)
- 13.- JAVIER PIQUE Y MIGUEL ESTRADA: "Digitación de Mapas" 9° Congreso de Ingeniería Civil - Ica.
- 14.- VARGAS A., MARTINES: "Geotecnia de los Suelos Aluviales en el Perú"
- 15.- ERIK P. ECKHOLM: "La Tierra que Perdemos"

- 16.- KUROIWA H., JULIO: "Microzonificación Sísmica aplicada al Planeamiento Urbano"
- 17.- KUROIWA H., JULIO: "Terremoto de San Salvador 10/10/86"
- 18.- KUROIWA H., JULIO: "Los Tsunamis, las obras Civiles, el Planeamiento Urbano y la protección de la población"
- 19.- ASOC. PERUANA DE INGENIERIA SISMICA. Vol. N°1 "Sismo Arequipa - 1979"
- 20.- INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU: Boletín Anual N°1 "Estatigrafía región Arequipa"
- 21.- AGUILAR BARDALES, ZENON: "Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Arequipa". (Tesis de Grado - Facultad de Ingeniería Civil - UNI).
- 22.- VASQUEZ HUAMANI: "Informe Preliminar del Sismo 23/07/91 - Maca"
- 23.- RODRIGUEZ A. BUEN DIA: "Estudios de Ingeniería Antisísmica en Chuquibamba y Pampacolca - Sismo 16/02/79". Tesis de Grado - Facultad de Ingeniería Civil - UNI).
- 24.- KUROIWA H., JULIO: "Quincha Modular Prefabricada"
- 25.- RIOS VARA FRANCISCO: "Estudio de la Vulnerabilidad y Medidas de Prevención Sísmica en el Cercado de Lima".
- 26.- COMITE PERUANO DE DISEÑO SISMORRESISTENTE: "Normas Básicas de Diseño Sismorresistente".
- 27.- REUNION ANDINA DE SEGURIDAD SISMICA: "Regionalización Sísmica del Perú mediante intensidades"
- 28.- PROY. DE SISMICIDAD ANDINA -SISA.N (Ocalo, Leonidas): Vol. IV, Catalogo Sísmico del Perú.
- 29.- RUSENFELD DEL CAMPO: "Reducción de Efectos Sísmicos de Edificaciones Mediante Sistemas Dinámicos de Absorción".
- 30.- OMAR DARIO LARDONCI Y J. PABLO SARMIENTO: "Análisis de Vulnerabilidad y evaluación de Riesgos para la Salud de una Ciudad expuesta a Desastres".
- 31.- VARGAS NEWMAN, JULIO: "Consideraciones sobre Tópicos diversos de Códigos Sismorresistentes".
- 32.- INADUR: "Diagnóstico Sobre Vulnerabilidad y riesgo de Areas Críticas de Lima metropolitana" - Plan Alfa Centauro.

- 33.- ANDREW MASKREY Y GILBERTO ROMERO. PREDES: "Urbanización y Vulnerabilidad Sísmica en Lima Metropolitana".
- 34.- ANDREW MASKREY: "El Manejo Popular de los Desastres Naturales".
- 35.- PAREDES VARGAS, RAFAEL A.: "Estudio Sísmico de las Viviendas en el Distrito del Rimac Bajo la Hipótesis de un Sismo Destructor en Lima Metropolitana".