

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA
DE LA CIUDAD DE TRUJILLO**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

EDGAR ESCOBEDO DIAZ

PROMOCION 1991-II

"ARTURO ROSELL CALDERON"

LIMA - PERU

1994

INDICE

INDICE

INTRODUCCION	- 1 1 -
CAPITULO I ASPECTOS GENERALES	
1.1 Ubicación Geográfica	- 1 6 -
1.2 División Política	- 1 6 -
1.3 Descripción del territorio	- 1 8 -
1.4 Antecedentes de Desastres	- 1 9 -
1.5 Definiciones básicas	- 2 3 -
CAPITULO II ANALISIS DE LA SITUACION SOCIOECONOMICA	
2.1 Demografía	- 2 5 -
2.2 Características de la Población	- 3 1 -
2.3 Características de la vivienda	- 3 3 -
CAPITULO III TRUJILLO CIUDAD UBICADA EN ZONA DE ALTA ACTIVIDAD SISMICA	
3.1 Generalidades	- 3 6 -
3.2 Historia sísmica de Trujillo	- 3 9 -
3.3 Posibilidades de un sismo de gran magnitud en Trujillo	- 4 5 -
3.4 Escala de Intensidad sísmica Mercalli Modificada para Latinoamerica	- 4 6 -
CAPITULO IV DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE TRUJILLO	
4.1 Evolución Histórica de la ciudad de Trujillo	- 4 8 -
4.2 Evolución Urbana de la ciudad de Trujillo	- 5 5 -
4.3 Características generales del marco urbano	- 6 2 -
4.4 Características de la problemática poblacional y de vivienda	- 6 7 -

4.5 Usos de Suelo	- 7 1 -
4.6 Equipamiento Urbano	- 7 3 -
4.7 Tendencias de crecimiento de la ciudad de Trujillo	- 7 8 -
CAPITULO V	CARACTERISTICAS DEL SUELO DE CIMENTACION
5.1 Geología de la zona	- 8 0 -
5.2 Geomorfología de la zona	- 8 3 -
5.3 Topografía local	- 8 5 -
5.4 Perfiles de Suelos	- 8 5 -
5.5 Nivel freático	- 9 0 -
5.6 Intensidades sísmicas esperadas según el tipo de suelo en la ciudad de Trujillo	- 9 1 -
CAPITULO VI	VULNERABILIDAD SISMICA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO
6.1 Vulnerabilidad sísmica Física de las edificaciones	- 9 7 -
6.2 Vulnerabilidad sísmica física de los asentamientos humanos	- 1 2 4 -
6.3 Grados de vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Trujillo	- 1 2 9 -
CAPITULO VII	AREAS CRITICAS EN LA CIUDAD DE TRUJILLO
7.1 Identificación de las áreas críticas	- 1 3 3 -
7.2 Tratamiento de las áreas críticas	- 1 4 1 -
CAPITULO VIII	LÍNEAMIENTOS PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES Y PLANES DE EMERGENCIA
8.1 Lineamientos generales para la prevención de desastres	- 1 4 7 -
8.2 Planes de Emergencia	- 1 5 0 -
CAPITULO IX	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
9.1 Conclusiones	- 1 5 4 -
9.2 Recomendaciones	- 1 5 9 -

RELACION DE CUADROS

No.	DESCRIPCION
2.1	Población nominalmente censada por area urbana. Según país, región La Libertad, Provincia Trujillo. Años 1940, 1961, 1972, 1981 y 1993.
2.2	Población nominalmente censada por área urbana. Según Metrópoli Trujillo, Ciudad Trujillo y zonas integradas.
2.3	Tasas de crecimiento intercensal. Años 1940, 1961, 1972, 1981 y 1993. Según Metrópoli Trujillo, Ciudad de Trujillo, y zonas integradas.
2.4	Tasas de crecimiento intercensal. Según ciudad de Trujillo y distritos.
2.5	Población nominalmente Censada y proyectada al año 2015 por área urbana. Según Metrópoli Trujillo, Ciudad Trujillo y zonas integradas.
2.6	Viviendas particulares por area urbana. Según ciudad de Trujillo y distritos. Años 1940, 1961, 1972, 1981 y 1993.
2.7	Vivienda urbana. Según tipos de viviendas. Ciudad de Trujillo. Año 1993.
4.1	Evolución urbana de la ciudad de Trujillo.
4.2	Zonificación de la ciudad de Trujillo de acuerdo a su origen y estructura urbana homogénea de los asentamientos.
4.3	Usos de suelos en la ciudad de Trujillo.

- 6.1 Distribución de las viviendas particulares en la ciudad de Trujillo. Según los materiales de construcción por distritos.
- 6.2 Distribución de las viviendas particulares en la ciudad de Trujillo. Según los materiales de construcción por sectores.
- 6.3 Niveles de deterioro en la zona central antigua de la ciudad de Trujillo.
- 6.4 Distribución de los diferentes tipos de edificaciones según sectores en la ciudad de Trujillo.
- 6.5 Estimación de los diferentes tipos de edificaciones en la ciudad de Trujillo.
- 6.6 Grados de consolidación de los asentamientos de la ciudad de Trujillo, según distritos.
- 6.7 Densidad poblacional en la ciudad de Trujillo, según distritos y sectores.
- 7.1 Zona central antigua de la ciudad de Trujillo, población estimada, area bruta y densidad poblacional.
- 7.2 Areas tugurizadas en la ciudad de Trujillo y población afectada.
- 7.3 Tipología de tugurios en la ciudad de Trujillo.

RELACION DE PLANOS

- 1.1 División política de la ciudad de Trujillo.
- 4.1 Evolución urbana de la ciudad de Trujillo.
- 5.1 Topografía de la ciudad de Trujillo
- 5.2 Tipos de suelos en la ciudad de Trujillo.
- 5.3 Distribución de la napa freática en la ciudad de

Trujillo.

- 5.4 Distribución de las máximas intensidades sísmicas de acuerdo al tipo de suelo en la ciudad de Trujillo.
- 6.1 Edificaciones de adobe. Tipos A-1, A-2, A-3, y A-4. Elevaciones.
- 6.2 Edificaciones de adobe. Tipo A-1. Plantas.
- 6.3 Edificaciones de adobe. Tipos A-2, A-3 y A-4. Plantas.
- 6.4 Zonificación de la ciudad de Trujillo. De acuerdo a los tipos y materiales de edificaciones. Edificaciones de adobe.
- 6.5 Zonificación de la ciudad de Trujillo. De acuerdo a los tipos y materiales de edificaciones. Edificaciones de albañilería de ladrillo.
- 6.6 Zonificación de la ciudad de Trujillo. De acuerdo a la antigüedad de las edificaciones.
- 6.7 Zonificación de la ciudad de Trujillo. de acuerdo a la estructura urbana homogénea de los asentamientos humanos.
- 6.8 Zonificación de la ciudad de Trujillo. De acuerdo a los diferentes grados de vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Trujillo.
- 7.1 Ubicación de las áreas críticas en la ciudad de Trujillo.
- 7.2 Area crítica Centro Histórico.
- 7.3 Area crítica Barrio Chicago.
- 7.4 Area Crítica Balneario de Buenos Aires.
- 8.1 Lineamientos del plan de emergencia del Balneario de Buenos Aires.

RELACION DE ANEXOS

- A Escala de Intensidades Sísmica Mercalli Modificada para Latino América 1992. (MMLA-92).
- B Resumen Estudios de Suelos en la ciudad de Trujillo.
- C Información de los Pozos de agua en la ciudad de Trujillo.
- D Formatos de Encuestas.
- E Tabulación y presentación de resultados de las Encuesta.
- F Reparación de viviendas deterioradas
- G Fotografías.

SUMARIO

SUMARIO

La ciudad de Trujillo desde la época colonial hasta nuestros días ha sido sacudida por varios sismos que han causado víctimas y daños en las edificaciones, debido a que se encuentra ubicada en una área comprendida en la zona de influencia de interacción de la Placa Nazca y de la Sudamericana que constituye un lugar de alta sismicidad. Por esta razón se consideró necesario realizar este estudio dentro del contexto del "Programa de Prevención y Mitigación de Desastres en el Perú" para poder evaluar los diferentes factores que condicionan la vulnerabilidad sísmica del área urbana, así determinar las áreas críticas de la ciudad y poder dar tratamiento de la seguridad física, especialmente desde el punto de vista estructural, a dichas áreas.

La ciudad de Trujillo, capital de la región La Libertad, en los últimos 50 años ha tenido un rápido crecimiento de 39,000 hbtes. en 1940 a más de medio millón de habitantes en 1993. De continuar con la misma tendencia de crecimiento que la producida en el periodo intercensal 1981-1993 para el año 2015 se tendría una población cercana al millón de habitantes, prácticamente se estaría duplicando la población actualmente existente en el transcurso de 22 años.

Por su ubicación geográfica, clima apropiado, potencial agrícola, minero e industrial, y cuenta con la infraestructura necesaria como: carreteras, Panamericana que recorre toda la costa y de penetración para la sierra, puerto marítimo de Salaverry, aeropuerto de Trujillo, condiciones que permiten que La Libertad presente ventajas comparativas con el resto de regiones. Además se encuentra en ejecución el Proyecto CHAVIMOCHIC que se extiende a lo largo de la costa de la región La Libertad y derivará parte de las aguas del río Santa, situado al sur del proyecto, las conducirá y distribuirá por un canal de 250 km de longitud que permitirá mejorar el riego de 90,000 hás de tierras cultivadas en los valles de Chao, Virú, Moche y Chicama, regar las tierras eriazas situadas entre ellos con una extensión que puede llegar a 40,000 hás, generar 68 Mw de energía y en abastecer de agua a la población. Convierten a Trujillo en polo de desarrollo de la zona norte del país, en la actualidad es la tercera en población e importancia del Perú, después de Lima y Arequipa.

La historia sísmica nos demuestra que en la ciudad de Trujillo se han producido sismos severos, moderados y leves. Las intensidades máximas estimadas han sido de grado VIII-IX

en la escala Mercalli Modificada que han ocasionado su destrucción total o parcial en tres oportunidades: 1619, 1725 y 1759. El último sismo registrado con intensidad VII ha sido el del 31 de Mayo de 1970, ocasionando daños de diferentes grados en las edificaciones de adobe principalmente. Esto nos da una pauta acerca de que tipos de sismos se podrían producir en un futuro; para lo cual este trabajo de investigación tiene la finalidad de evaluar bajo que condiciones ha crecido y seguirá creciendo la ciudad de Trujillo.

En general la ciudad está cimentada sobre un suelo homogéneo de estratos de arenas pobremente graduada de grano fino a medio, con diferentes grados de consolidación. El estrato duro está compuesto por hormigón, grava pobremente graduada con presencia de piedras medianas y grandes, que se encuentra a partir de los 8 m de profundidad, dependiendo de la topografía del terreno. Por las condiciones locales del suelo hemos considerado 2 zonas que se presentan como sísmicamente desfavorables: El Balneario de Buenos Aires, el estrato superficial está en estado suelto y la presencia de la napa freática se encuentra casi superficial, donde puede presentarse problemas de licuación de suelos; y en los populosos distritos La Esperanza, Florencia de Mora y El Porvenir, asentados sobre depósitos de arenas eólicas en las laderas del cerro "Cabras", estando el estrato superficial es estado suelto, donde se podrían presentarse problemas de densificación de las arenas.

El estudio de la vulnerabilidad sísmica de una ciudad es muy importante porque nos permite conocer el grado de exposición física de los bienes materiales y de la población para poder tomar medidas preventivas ante un desastre. Las condiciones de vulnerabilidad sísmica física de una ciudad se dan cuando se presentan los dos factores siguientes: los asentamientos humanos se ubican en áreas de alta actividad sísmica y la forma de construcción no ofrece resistencia sísmica.

Para evaluar las principales características que muestran las edificaciones y los asentamientos humanos se ha empleado la siguiente metodología:

De acuerdo al estudio de la evolución urbana de Trujillo se zonificó la ciudad por sectores homogéneos.

Para la evaluación de las edificaciones se determinó los diferentes tipos existentes por sectores, mediante muestreo, correlacionando materiales, técnicas de construcción, estructuración (cimentación, espesor y altura de muros, tipos de refuerzo y techos, altura de edificación), antigüedad, estado de conservación y grado de deterioro.

Para la evaluación de los asentamientos humanos se tomó en cuenta la estructura urbana

(disponibilidad de áreas libres, ancho de calles, pasajes y accesos), tipos de edificaciones y la densidad poblacional.

La vulnerabilidad sísmica física de la ciudad de Trujillo se traduce:

En el ámbito de la vivienda a un 62% de edificaciones sísmicamente débiles, distribuidos: 12% de edificaciones de adobe con antigüedad superior a los 40 años, 39% de edificaciones de adobe que presentan deficiente estructuración, espesores de muros entre 15 cm y 25 cm, 8.5% edificaciones de albañilería de ladrillo sin elementos de refuerzo y con techos ligeros y 2.5% de edificaciones de materiales livianos (esteras, quincha, madera) que no garantizan un buen comportamiento sísmico.

En el ámbito de los asentamientos humanos: el Centro Histórico, los barrios antiguos y los pueblos jóvenes no cuentan con espacios libres abiertos como son: plazuelas, parques y complejos deportivos de acuerdo con el volumen poblacional existente para que sean utilizados en casos de emergencia como zonas de refugio temporal. Existen sectores en los barrios antiguos y los pueblos jóvenes que no cuentan con una trama vial regular, las calles son angostas y soportan un tráfico vehicular intenso, además existen calles trucas que impiden una salida rápida de la zona en casos de emergencia.

La zona central antigua presenta la mayor densidad poblacional, acá se ubican los ambientes tugurizados de la ciudad.

Las zonas de vulnerabilidad sísmica alta lo constituyen el Centro Histórico, los barrios antiguos y los pueblos jóvenes, debido a que concentran el mayor número de edificaciones sísmicamente débiles, estructura urbana inadecuada o las condiciones de los suelos son sísmicamente desfavorables. En conjunto alcanzan una población de 330,371 habitantes que representan al 65% de la población total.

Las zonas de vulnerabilidad sísmica media-baja lo constituyen las urbanizaciones de la ciudad, debido a que concentran las edificaciones con mejor comportamiento sísmico, áreas libres adecuadas y baja densidad poblacional. En conjunto suman 178,941 habitantes que representan al 35% de la población total de la ciudad.

Los resultados finales lo presentamos en un plano general de la ciudad, donde zonificamos los sectores que presentan una alta y media-baja vulnerabilidad sísmica.

Correlacionando intensidades sísmicas altas, de grado VIII a IX en la escala MM, como las consideradas en Trujillo, con zonas altamente vulnerables, se concluiría que el riesgo que presentarían dichas zonas también sería alto.

El riesgo implica una condición futura potencial, que será función de la magnitud del peligro natural y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos, en un momento determinado. Puede relacionarse directamente con el concepto de desastre ya que incluye las pérdidas y daños totales que podrían sufrirse después de un peligro natural: personas muertas, personas heridas, daños en la propiedad o perturbación de las actividades de una ciudad.

En este trabajo consideramos 4 áreas críticas, donde se deben tomar medidas urgentes para prevenir o mitigar las pérdidas de vidas o de bienes materiales; y son las siguientes:

Centro Histórico, se presenta crítico no sólo para los pobladores que habitan en el sector sino para la población que concurre diariamente por razones diversas: turismo, trabajo, estudios, compras, gestiones administrativas o financieras. En este sector se conservan las iglesias, conventos y alrededor de 100 casonas de origen colonial y republicano, que forman parte del atractivo turístico de Trujillo. En la actualidad se está elaborando un expediente técnico solicitando a la UNESCO que lo declare como "Patrimonio Cultural de la Humanidad".

La zona comercial del barrio Chicago: formado por el campo ferial "Las Malvinas", el mercado zonal "Palermo", el eje vial que los une, Jr. Sinchi Roca, y las áreas que se encuentran a su alrededor. En esta zona antigua de la ciudad con alta densidad poblacional, se está dando el cambio de uso de las edificaciones, las antiguas casas de adobe se están convirtiendo en tiendas comerciales, se realizan demoliciones parciales o totales, en muchos casos sin la asesoría técnica especializada, que traen como consecuencia el debilitamiento de las mismas edificaciones o de las edificaciones vecinas, según sea el caso. Acá se concentra el comercio ambulatorio de la ciudad.

Los ambiente tugurizados de los barrios antiguos, INADUR estableció que en esta zona existen 470 tugurios, que afecta a una población de 25,000 habitantes y representan al 5% de la población total de la ciudad. En este tipo de ambientes las áreas de uso común pasadizos, patios y escaleras son trampas mortales para los mismos pobladores por el mal estado de conservación que presentan, en muchos casos acumulan desmontes y basura en las zonas de acceso que impiden una salida fluida.

El sector de Buenos Aires, formado por el balneario del mismo nombre y los pueblos jóvenes que se encuentran al sur y norte del mismo, cuenta con una población estimada en 10,500 habitantes y abarca una extensión de 65.5 hás. Edwin Romero en su trabajo "Microzonificación para la Prevención y Mitigación de desastres en la ciudad de Trujillo" hace un estudio del peligro de Tsunami y determina que el balneario de Buenos Aires presenta

zonas potencialmente inundables, aquellas que se encuentran a menos de 4.5 m sobre el nivel del mar. En la actualidad los pueblos jóvenes ubicados en la franja costera al sur del balneario, están siendo afectados por la erosión marina del litoral como consecuencia de la construcción de espigones de defensa en el puerto de Salaverry, que está ocasionando cambios en el litoral. En años anteriores se presentó un problema similar en el Balneario Las Delicias, donde el mar arrastró 150 viviendas, trayendo como consecuencia grandes pérdidas materiales.

El tratamiento de las áreas críticas se puede realizar en los siguientes niveles:

En forma individual (por vivienda): dotar a la vivienda de un lugar seguro, donde puedan permanecer sus ocupantes en caso de un sismo, puede ser un ambiente cerrado o abierto dentro de la vivienda (patio, corralón). Mantener los pasadizos, corredores y patios en buenas condiciones y desocupados. El piso debe estar nivelado y las paredes en caso extremo apuntaladas provisionalmente.

En el caso de edificaciones de adobe: reforzar estructuralmente la edificación: Demoler y reconstruir los muros que presenten grietas que lo atraviesan, desplomes o destrucción parcial. Debe aprovecharse esta oportunidad para bajar la altura de los muros si es excesiva. Cambiar los dinteles por vigas collar de concreto o madera, a fin de amarrar los muros de encuentro. Renovar las vigas de madera que se encuentran deterioradas.

Renovar las tuberías de agua y desagüe que por su antigüedad deben estar carcomidas u obstruidas, también renovar la red de distribución de corriente eléctrica, cordones deteriorados, conexiones empíricas, conductores rotos, desnudos, falta de aislamiento, que son características comunes de las viviendas antiguas.

En el caso de cercos o muros perimetrales, renovarlos y colocar cimientos, sobrecimiento, columnas de amarre y vigas de confinamiento, además colocar juntas de dilatación por tramos.

En forma colectiva, la ciudad de Trujillo está dividida por juntas vecinales y distritos.

A nivel Junta Vecinal: solicitar al Concejo Provincial expropiar terrenos abandonados o playas de estacionamientos con la finalidad que puedan ser destinados como parques o complejos deportivos (Zonas de Refugio temporal). Además abrir calles o pasajes para mejorar la trama vial irregular que presentan, y poder ser utilizadas como rutas de escape.

Promover por manzanas, que los vecinos se organicen para renovar veredas y calles muy deterioradas.

Coordinar con los concejos distritales para renovar las paredes que den a la calle y presenten peligro de desplomarse.

Gestionar puestos asistenciales de salud en su jurisdicción y dotar de material quirúrgico y medicinas básicas.

Los lineamientos para la prevención de desastres en la ciudad de Trujillo son:

Establecer la jurisdicción y responsabilidad para la administración de la prevención de desastres, concientizar a la población y las autoridades la importancia de su participación, mejorar las condiciones de seguridad de las edificaciones existentes, remodelación de las áreas críticas, fortalecer las medidas para hacer la ciudad incombustible, fortalecer medidas para que las nuevas edificaciones sean sismoresistentes, desconcentrar y descentralizar las actividades comerciales y educativas de las zonas críticas que generan densificación, efectuar la expansión de la ciudad teniendo en cuenta las condiciones locales de suelos, designando los lugares más seguros para áreas residenciales y dotar a las nuevas habilitaciones urbanas de amplias calles, zonas libres y servicios básicos.

Se han dado los lineamientos generales para el plan de emergencia del Balneario de Buenos Aires.

Concluyendo

En Trujillo se construye en forma masiva con adobe y albañilería de ladrillo. Las construcciones antiguas de adobe se han hecho vulnerables progresivamente con el tiempo, en cambio las actuales construcciones de adobe son vulnerables desde su origen, debido a que se está generalizando el uso de ladrillos de arcilla sin cocer, disminuyendo el espesor de los muros a 15 cm. En los asentamientos humanos irregulares se está construyendo con albañilería de ladrillo, pero sin vigas collar y techos ligeros, siendo construcciones sísmicamente débiles

El mayor crecimiento de la ciudad se está dando en los pueblos jóvenes, donde se autoconstruye las viviendas sin criterios sismoresistentes, y presentan condiciones de suelos sísmicamente desfavorables..

Se recomienda por medio de las universidades, SENCICO, CAPECO, CISMID y colegios profesionales de arquitectos e ingenieros difundir y promover la construcción de viviendas con un mínimo de criterio antisísmico en adobe y albañilería de ladrillo.

Se recomienda aplicar una política de destugurización y renovación urbana en la zona central

antigua.

También se recomienda hacer estudios de drenaje en las zonas que presentan nivel freático poco profundo, debido a cuando se utilicen las aguas de la irrigación Chavimochic, el nivel de la napa freática se va elevar por la recarga del acuífero afectando principalmente a las zonas bajas.

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Aspectos Generales

La ciudad de Trujillo ubicada en la costa norte del Perú, es la tercera ciudad en importancia y población en el país, después de Lima y Arequipa.

Por su ubicación geográfica y riquezas en la región presenta ventajas comparativas frente a las otras ciudades norteñas, además cuenta con infraestructura necesaria como carretera, puerto marítimo, aeropuerto para ser considerada como polo de desarrollo en el norte del país.

La ciudad de Trujillo fundada en 1535, tiene origen colonial, pero desde época pre-inca, se habían establecido primero los Mochicas y posteriormente el Reino Chimú, desarrollando la ciudad de barro más importante de la época: Chan-Chan.

La ciudad de Trujillo a través de su historia a sufrido de movimientos telúricos de diferentes magnitudes, ocasionando su destrucción total o parcial en tres oportunidades: 1619, 1725 y 1759.

A la ciudad de Trujillo se la puede considerar como una ciudad altamente vulnerable ante un sismo severo, porque tiene antecedentes de sismos destructivos, está asentada sobre suelo blando (arena mal graduada), tiene un alto porcentaje de

edificaciones antiguas, de tierra y en la actualidad los asentamientos humanos se siguen construyendo con adobe sin ningún criterio antisísmico.

En la presente tesis se va desarrollar aspectos generales de la ciudad, un breve análisis de la situación socio-económica, antecedentes de desastres, el desarrollo urbano de la ciudad, evaluación del suelo de cimentación, en una primera parte. Con esta información y con la evaluación que se realice a la ciudad se puede determinar el grado de vulnerabilidad de las edificaciones y de los asentamientos. Para lo cual se van ha determinar cuales van a ser las áreas críticas de la ciudad y poder dar un tratamiento técnico adecuado para dichas áreas.

Además de dar los lineamientos para la prevención de desastres en la ciudad y los planes de emergencia respectivos.

Objetivos

El presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

- 1.- Efectuar una evaluación actualizada de los diferentes factores que condicionan la vulnerabilidad sísmica del área urbana de la ciudad de Trujillo.
- 2.- Determinar las áreas críticas de la ciudad en estudio.
- 3.- Recomendar algunas soluciones técnicas desde el punto de vista de seguridad física, poniendo énfasis en la parte estructural para el tratamiento de las áreas críticas.

- 4.- Dar los lineamientos para la prevención de desastres en Trujillo.
- 5.- Determinar los planes de emergencia.

Metodología

Para el estudio de la vulnerabilidad de la ciudad de Trujillo, se ha empleado la siguiente metodología:

- Recopilar la información acerca de la ciudad de Trujillo sobre temas de interés al de estudio.
- Recopilar planos diversos sobre la ciudad.
- Estudiar en forma minuciosa la evolución urbana de la ciudad para poder determinar las zonas más antiguas.
- Visitar la zona de estudio para verificar la información recabada, además de conocer la problemática de cada zona.
- Zonificar la ciudad con diversos criterios:
 - a) Por su homogeneidad de su estructura urbana y de origen.
 - b) Por la antigüedad predominante de las edificaciones existentes.
 - c) Por el material predominante de las edificaciones
 - d) Por las características del suelo
 - e) Por su topografía

- Determinar las zonas más críticas
- Hacer una evaluación estadística de las zonas críticas. De cada sector se selecciona al azar el 5 % de manzanas y de cada manzana el 10 % de edificaciones, y se les toma una encuesta recogiendo en detalle los datos necesarios para el estudio.
- Tabular la información recopilada
- Dar un diagnóstico de las zonas críticas
- Plantear la solución de la problemática.

Alcances

La presente tesis, evalúa los diferentes factores que condicionan la vulnerabilidad sísmica del área urbana de la ciudad de Trujillo.

Para realizar la evaluación de la vulnerabilidad sísmica física de las edificaciones, teniendo en consideración que la ciudad de Trujillo cuenta con una población superior a los 500,000 hbtes. y el número de viviendas se estima alrededor de 100,000 unidades, no se consideró para la evaluación, a las edificaciones ubicadas en las urbanizaciones, por presentar mejores ventajas comparativas frente a las edificaciones ubicadas en la zona central antigua y asentamientos humanos en general.

Se contó en total con 14 personas para realizar la evaluación

de las edificaciones, por ende se redujo convenientemente la zona de muestreo de la siguiente manera:

- Se tomó en consideración que los distritos de La Esperanza, El Porvenir y Florencia de Mora presentan características similares en referencia a las edificaciones, por lo que se evaluó al distrito de mayor población y que tiende a seguir expandiéndose: La Esperanza, ubicado al norte de la ciudad.
- El distrito de Victor Larco fué evaluado en la zona más crítica que presenta: El Balneario de Buenos Aires.
- Al distrito de Trujillo se evaluó en la zona central antigua, formada por el centro histórico y los barrios antiguos, y a los pueblos jóvenes existentes.

Se centralizó el estudio en edificaciones de adobe, albañilería y una combinación de ambas, por ser los tipos de edificación que se construyen en forma masiva.

CAPITULO I
ASPECTOS GENERALES

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 Ubicación Geográfica

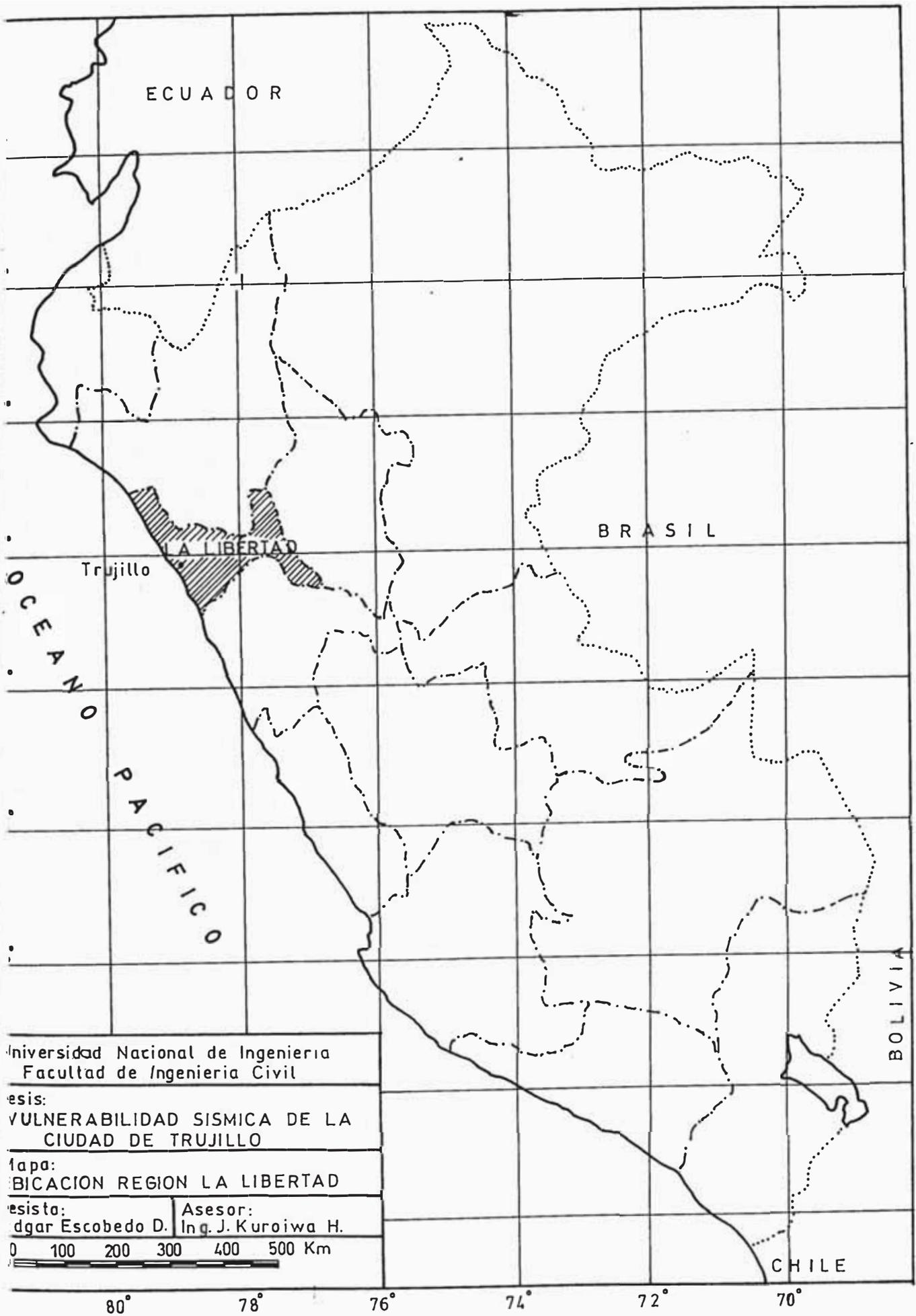
La ciudad de Trujillo se encuentra ubicada en la región "La Libertad", provincia de Trujillo, al nor-oeste del territorio peruano.

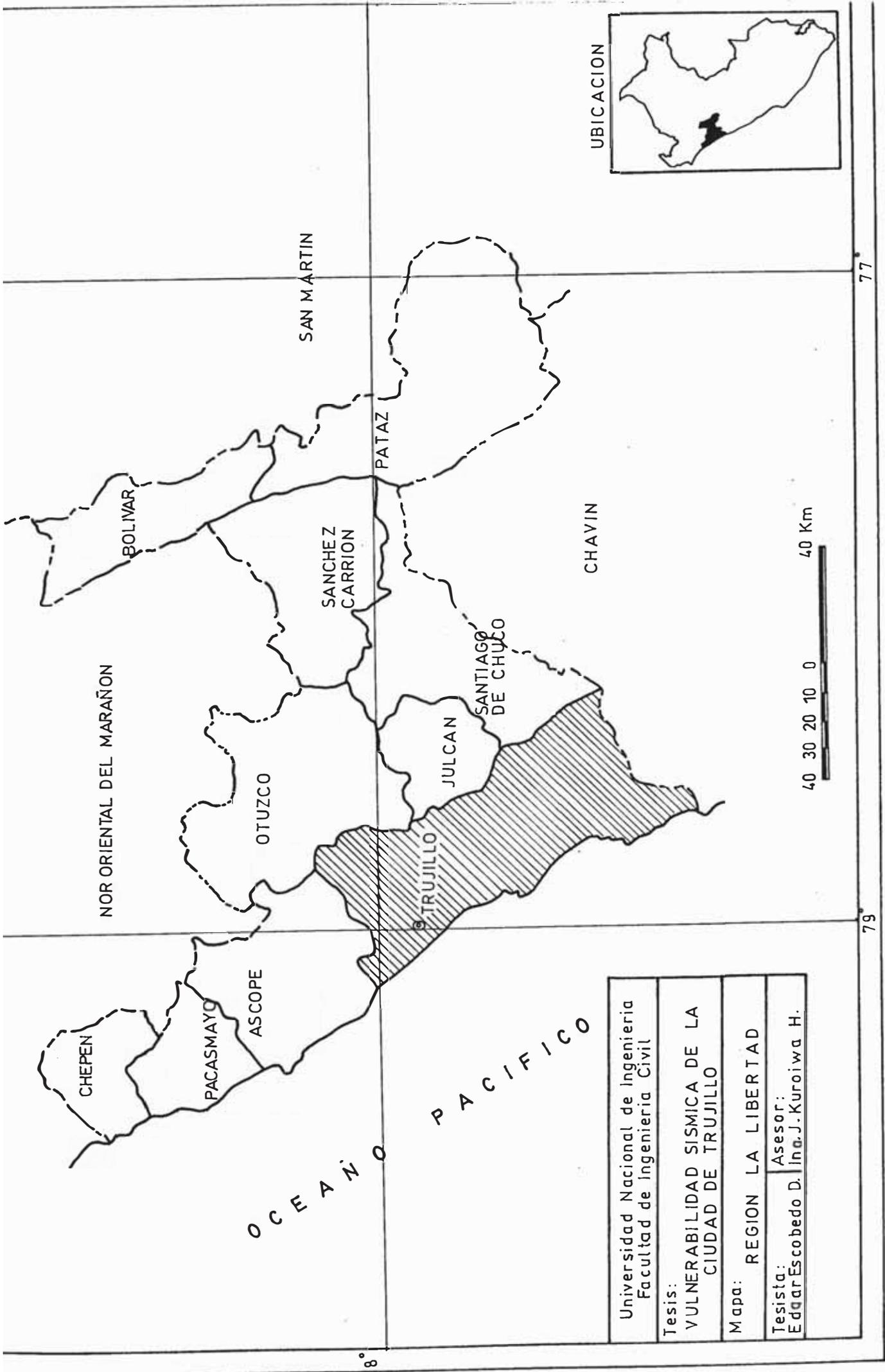
Es una ciudad costeña que se sitúa al norte de Lima, a 4 Km al norte de la margen derecha del Río Moche en el valle de Santa Catalina y frente al mar.

Sus coordenadas geográficas se encuentran entre los 8°06'41" de Latitud Sur y los 79° 01'30" de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich.

1.2 División Política

La región "La Libertad" está formada por diez provincias, que son:





Universidad Nacional de Ingenieria Facultad de Ingenieria Civil	
Tesis: VULNERABILIDAD SISMICA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO	
Mapa:	REGION LA LIBERTAD
Tesista:	Asesor:
Edgar Escobedo D.	Ina. J. Kuroiwa H.

Provincia	Pob.Total Censo 1993 (INEI)
Trujillo	631,989
Ascope	110,715
Bolivar	16,736
Chepén	60,507
Otuzco	114,577
Pacasmayo	79,818
Pataz	65,656
Sanchez Carrión	108,140
Santiago de Chuco	52,788
Julcán	37,334

La provincia de Trujillo está formada por doce distritos que son los siguientes:

Distrito	Pob. Total Censo 1993
(INEI)	
Trujillo	247,028
Huanchaco	19,935
Moche	22,020
Salaverry	8,278
Víctor Larco Herrera	42,169
Laredo	28,019
Poroto	4,401
El Porvenir	80,698
La Esperanza	105,361
Florencia de Mora	35,806
Simbal	3,600
Virú	34,674

La metropoli de Trujillo considera los siguientes

distritos:

Ciudad de Trujillo:

Trujillo

El Porvenir

Victor Larco Herrera

La Esperanza

Florencia de Mora

Zonas Integradas

Moche

Salaverry

Laredo

Huanchaco

1.3 Descripción del Territorio

El centro urbano de la ciudad de Trujillo presenta un relieve plano y dependiente relativamente uniforme varía desde 25 m.s.n.m. hasta 45 m.s.n.m..

Los pueblos jóvenes tienen una topografía variada con pendientes pronunciadas, tales son los casos de los distritos de La Esperanza, Florencia de Mora y El Porvenir que se encuentran ubicados entre los 70 y 100 m.s.n.m..

Los distritos cercanos a las playas: Moche, Salaverry y Víctor Larco se encuentran por debajo de los 10 m.s.n.m., salvo el distrito de Huanchaco, que se

encuentra ubicado en una terraza marina está alrededor de los 20 m.s.n.m..

El contorno urbano de la ciudad de Trujillo está edificado en el valle de Santa Catalina, entre la margen derecha del río Moche y la vaguada denominada "Quebrada del León".

Su marco geográfico se encuentra encerrado entre los cerros "Campana" y "Cabras" por el norte y el cerro "Blanco" por el sur, con vista a las estribaciones de la cordillera occidental del sistema andino por el este y el Océano Pacífico por el oeste.

El clima en Trujillo es per-árido y semi-cálido, la temperatura media anual es de 20°C.

Las precipitaciones son escasas, generalmente menores de 50 mm. por año, y se producen como ligeras lloviznas en los meses de invierno.

1.4 **Antecedentes de Desastres**

A través del tiempo la ciudad de Trujillo ha sufrido dos clases de desastres, que son: sismos e inundaciones.

A partir de datos históricos podemos precisar que la ciudad de Trujillo ha soportado sismos destructores, moderados y leves.

El 14 de febrero de 1619 soportó un sismo destructor

(intensidad X en la escala MM), el 6 de enero de 1725 un sismo semidestructor (intensidad VIII en la escala de MM) y en los siglos y años posteriores también hubieron movimientos sísmicos en intensidades que alcanzaban hasta el grado VII en la escala MM. El último sismo sentido con intensidad VII ha sido el del día 31 de mayo de 1970.

En la actualidad la actividad sísmica es mínima.

Por la geografía sísmica del Perú, Trujillo se encuentra dentro del contexto de la tectónica de placas.

En la costa Peruana hay lo que se denomina "Gaps", vacíos sísmicos de los segmentos de placa en los que no se ha experimentado repetición de un terremoto en más de una década, se considera en que ocurrirá un futuro evento sísmico.

Otro fenómeno que ha ocurrido en la ciudad de Trujillo en forma periódica, son las inundaciones, ya sea por las avenidas de aguas por la Quebrada de León (1925) o por el desborde de la acequia Mochica (1983) como consecuencia de lluvias torrenciales por el Fenómeno del Niño.

Los temores de una inundación, en la ciudad de Trujillo, se dejan sentir cada vez que se acerca el verano, generalmente en el mes de Marzo.

En la costa norte del Perú, existen períodos cíclicos de lluvias torrenciales, cada cierto número de años. Se

tienen registrados los siguientes: 1576, 1578, 1701, 1720, 1728, 1747, 1858, 1891, 1925, 1973 y 1983.

Geográficamente la ciudad de Trujillo se encuentra ubicada en zona ecuatorial. El clima debería tener temperatura entre 25 a 40 grados centígrados, con lluvias torrenciales, como en otras zonas similares. No sucede esto, porque cerca de la costa norteña pasa la corriente de Humbolt, se trata de un río de agua fría en medio del mar, que discurre de sur a norte. Y este fenómeno natural enfría y desvía la corriente del Niño de aguas calientes, que es la que produce evaporación y lluvias.

Se tiene referencia acerca de las lluvias ocurridas en el año 1925, que ocasionó las avenidas de aguas (aluvión) por la Quebrada de León, que los antiguos pobladores Mochicas y Chimus, construyeron el Mampuesto, un muro de defensa de tres metros de altura por seis de ancho aproximadamente. Este, casi destruido por la erosión y por las gentes, se inicia desde el cerro la Cruz de El Porvenir hasta el Cerro Cabras en La Esperanza. Sigue con dirección hacia el mar, con el fin de que las aguas sigan este curso.

El último año que se produjo el Fenómeno del Niño en gran magnitud en Trujillo, fue en 1983. El 31 de Marzo de ese año, por la media noche, se produjo un fuerte aumento de aguas en el Río Moche. El río Lucumar, seco casi todo el año creció, arrasando todo Río Bar en Simbal. Parte del puente de este pueblo, y avanzó hacia el río Moche del que es afluente y sumó su caudal. La

fuerza incontenible destruyó totalmente el puente de fierro de Quirihuac. La masa de agua continuo destruyendo la toma de la Acequia Vichanzao, en Cerro Blanco. Siguió su curso y la toma de la acequia La Mochica, fue arrancada de raíz. Sin compuertas en las tomas, las acequias se desbordaron y sobrellenaron la acequia La Mochica. A la altura de la toma de la Mochica Baja, en El Porvenir, la compuerta de la Mochica Alta estaba a medio cerrar, lo que ocasionó que mayor cantidad de lo normal llenara el canal de la Mochica Baja. A la altura de la Prolongación Santa detrás del Cuartel Ramón Zavala, se desbordó. Lo mismo sucedió en la Urb. Primavera y en la Urb. Mochica. Las aguas avanzaron por las callen céntricas de Trujillo. Pasaron por la Plaza de Armas, avanzando por la Av. Victor Larco, Av. Juan Pablo II, hasta Buenos Aires.

En diversos sectores, se estancó el agua, ocasionando la aparición de plagas de insectos al igual que muchas enfermedades.

La "Mochica" es un canal de regadío sin revestir que parte de las aguas del río Moche, desde la toma "La Mochica" y divide a la ciudad en dos zonas :

Una es la zona alta, que no es afectada, formada por los distritos populosos (La Esperanza, Florencia de Mora y el Porvenir) y la otra zona, que viene ha ser la parte baja, que sí es afectada es la zona urbana de la ciudad de Trujillo.

Este canal distribuye agua a varias zonas de cultivo:

cañaverales de la cooperativa Laredo, a una pequeña zona entre La Esperanza y Trujillo, cañaverales de la cooperativa "El Cortijo" y a la comunidad de Huanchaco.

1.5 **Definiciones Básicas**

1.5.1 **Desastre Natural**

Un desastre natural se produce como resultado de la coincidencia entre fenómenos naturales peligrosos (como los terremotos) y determinadas condiciones socioeconómicas y físicas vulnerables (como situación económica precaria, viviendas mal construidas, mala ubicación de la vivienda, etc).

En otras palabras se puede decir que hay un alto riesgo de desastre si uno o más fenómenos naturales peligrosos ocurriese en situaciones vulnerables.

1.5.2 **Peligro**

Es la probabilidad de que se produzca en un período determinado y en una zona dada, un fenómeno natural extremado potencialmente dañino que induce movimientos de la tierra, el agua o el aire, los cuales afectan a una zona determinada. La magnitud del fenómeno, la probabilidad de su ocurrencia y la extensión

de su impacto, pueden variar y ser determinados en algunos casos.

1.5.3 **Vulnerabilidad**

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

1.5.4 **Riesgo**

El riesgo puede relacionarse directamente con el concepto de desastre, ya que incluye las pérdidas y daños totales que podrían sufrirse después de un peligro natural: personas muertas, personas heridas, daños a la propiedad, perturbación de la actividad, etc.

El riesgo implica una condición futura potencial, que será función de la magnitud del peligro natural y de la vulnerabilidad de todos los elementos expuestos, en un momento determinado.

CAPITULO II

ANALISIS DE LA SITUACION

SOCIOECONOMICA

CAPITULO II

ANALISIS DE LA SITUACION SOCIOECONOMICA

2.1 Demografía

2.1.1 Población Censada en el año 1993.

La región La Libertad, conformada por el departamento del mismo nombre, tiene una población de 1,279,472 hbtes, que significa el 5.8% del total de la población nacional, según el IX Censo de Población de Julio de 1993 realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). A nivel departamental alcanza el tercer lugar después de Lima y Piura. La Población por sexos se divide en masculina en un 49.1% y femenina en un 50.9%. En cuanto al tipo de población tenemos que mayoritariamente es urbana en un 68.2%, la población rural representa el 31.8% del total regional.

Trujillo es la provincia de mayor población en la región La Libertad, con 631,989 hbtes que significa

CUADRO No. 2.1

**POBLACION NOMINALMENTE CENSADA POR AREA URBANA
SEGUN PAIS, REGION LA LIBERTAD, PROVINCIA TRUJILLO.**

AÑO	POBLACION PAIS		POBLACION REGION		POB. PROVINCIA	
	TOTAL	URBANO	TOTAL	URBANO	TOTAL	URBANO
1940	6207967	2197133	383252	119071	116682	58538
1961	9905746	4697178	582243	243056	225140	149346
1972	13538208	8058495	763728	470291	394273	343929
1981	17005210	11091923	1032949	697960	538770	484179
1993	22128466	15567602	1279472	872889	631989	588638

FUENTE. INEI. Censos Nacionales de Población: 1940, 1961, 1972, 1981 y 1993.
Elaboración: Propia.

CUADRO No. 2.2

**POBLACION NOMINALMENTE CENSADA POR AREA URBANA.
SEGUN METROPOLI TRUJILLO, CIUDAD TRUJILLO Y ZONAS INTEGRADAS.**

AREAS Y DISTRITOS	1940	1961	1972	1981	1993
METROPOLITANA	50175	124117	265922	388803	570356
CIUDAD TRUJILLO	39152	104833	240322	354301	509312
DIST. TRUJILLO	38428	85252	125888	193731	245984
DIST. VICTOR LARCO H.	688	2890	13990	20822	41463
DIST. EL PORVENIR	11	11358	(*)58331	(*)77198	80698
DIST. LA ESPERANZA	25	5333	42113	62550	105361
DIST. FLORENCIA MORA	0	0	0	0	35806
ZONAS INTEGRADAS	11023	19284	25600	34502	61044
DIST. MOCHE	2148	2939	4640	7906	18354
DIST. SALAVERRY	3403	4605	5037	5523	8182
DIST. LAREDO	4952	10734	13269	15189	20069
DIST. HUANCHACO	520	1006	2654	5884	14439

FUENTE. INEI. Censos Nacionales de Población 1940, 1961, 1972, 1981 y 1993.
Elaboración: Propia.

(*) Incluye al actual Dist. Florencia de Mora.

el 49.4%, de los cuales la población urbana es 588,638 hbtes y sólo 43,351 hbtes es población rural que representan al 93.1% y 6.9% de la población provincial respectivamente.

La región La Libertad considerada como la más pequeña a nivel nacional, tiene como capital a la ciudad de Trujillo, que ha tenido un rápido crecimiento en los últimos 53 años, producto de los flujos migratorios que ha sufrido y a las altas tasa de natalidad que registra, que lo han logrado colocar como la tercera ciudad más poblada del Perú, después de Lima y Arequipa.

La ciudad de Trujillo con una población de 509,312 hbtes, tiene a dos distritos que superan los 100,000 hbtes y son: Trujillo con 245,984 hbtes y La Esperanza con 105,361 hbtes, complementan la ciudad los distritos de Victor Larco con 41,463 hbtes, El Porvenir con 80,698 hbtes y Florencia de Mora con 35,806 hbtes.

(Cuadros Nos. 2.1, 2.2)

2.1.2 Crecimiento Demográfico y Proyección de la Población al año 2015.

En el año de 1940 la ciudad de Trujillo estaba formada por el distrito de Trujillo y tenía una población de 39,152 hbtes.

En el periodo intercensal 1940-1961 la población

creció con una tasa promedio de 3.87%, alcanzando en el año 1961 la ciudad una población de 104,833 hbtes, de los cuales el distrito de Trujillo significaba el 82%; en 1943 ya se había creado el distrito de Victor Larco y a inicios de la decada del cincuenta ya se habían formado las barriadas de El Porvenir y La Esperanza, que en su conjunto ya tenían una población superior a los 17,000 hbtes.

Para el año 1972 la ciudad había sufrido un crecimiento explosivo, contaba con una población de 240,322 hbtes, el distrito de Trujillo tenía una población de 125,888 hbtes, entre el 61-72 había crecido con una tasa promedio anual de 3.61% y representaba el 52.4 % de la población total de la ciudad; en el año de 1965 se crearon los distritos de El Porvenir y La Esperanza, que conjuntamente con el distrito Victor Larco habían crecido con tasas anuales de 17%, consideradas entre las mas altas del país. En forma global la ciudad creció con una tasa promedio de 7.83%.

En el año 1981 la población de la ciudad era de 354,301 hbtes, el distrito de Trujillo tenía una población de 193,731 hbtes, entre el 72-81 había tenido una tasa de crecimiento de 4.9%, en los otros distritos disminuyeron las tasa de crecimiento en forma considerable a 4.1% en promedio, alcanzando una población de 114,434 hbtes. En conjunto la ciudad tuvo un crecimiento de 4.41%.

CUADRO No. 2.3

TASAS DE CRECIMIENTO INTERCENSAL: 1940, 1961, 1972, 1981, 1993.
SEGUN: TRUJILLO METROPOLITANO, CIUDAD DE TRUJILLO Y ZONAS INTEGRADAS.

AREAS	TASA DE CRECIMIENTO			
	1940-1961	1961-1972	1972-1981	1981-1993
METROPOLITANA	4.4	7.2	4.3	3.2
CIUDAD	4.8	7.8	4.4	3.1
ZONAS INTEGRADAS	2.7	2.6	3.4	4.9

Fuente: INEI. Censos Nacionales de Población 1940, 1961, 1972, 1981, 1993.
 Elaboración: Propia.

CUADRO No. 2.4

TASAS DE CRECIMIENTO INTERCENSAL: 1940, 1961, 1972, 1981, 1993.
SEGUN: CIUDAD DE TRUJILLO Y DISTRITOS.

AREAS	TASA DE CRECIMIENTO			
	1940-1961	1961-1972	1972-1981	1981-1993
CIUDAD DE TRUJILLO	4.8	7.8	4.4	3.1
DIST. TRUJILLO	3.9	3.6	4.9	2.0
DIST. VICTOR LARCO	7.1	15.4	4.5	5.9
DIST. EL PORVENIR		16.0	3.2	3.5
DIST. LA ESPERANZA		20.7	4.5	4.4
DIST. FLORENCIA M.				

Fuente: INEI. Censos Nacionales de Población. 1940, 1961, 1972, 1981, 1993.
 Elaboración: Propia.

(1) Creado en 1943.

(2) Creado en 1965

(3) Creado en 1985. Anteriormente formaba parte del Distrito El Porvenir.

CUADRO No. 2.5

POBLACION NOMINALMENTE CENSADA Y PROYECTADA POR AREA URBANA.
SEGUN AREA METROPOLITANA TRUJILLO, CIUDAD TRUJILLO Y ZONAS INTEGRADAS.

AREAS	POBLACION					
	1940	1961	1972	1981	1993	2015
Metropolitana	50175	124117	265922	388803	570356	1171818
Ciudad	39152	104833	240322	354301	509312	996953
Zonas integ.	11023	19284	25600	34502	61044	174865

FUENTE: INIE. Censos Nacionales de Población 1940, 1961, 1972, 1981 y1993.
 Elaboración: Propia.

En el año 1993 la población de la ciudad fué de 509,312 hbtes, el crecimiento del distrito de Trujillo fué moderado con una tasa promedio entre 81-93 de 2.01%, los distritos El Porvenir y Florencia de Mora (creado en 1985) crecieron con una tasa de 3.49%, La Esperanza con 4.44% y el Victor Larco con 5.91%. En forma conjunta la población a crecido en 3.07%.

En el transcurso de 53 años la ciudad de Trujillo a aumentado de población 12 veces. De continuar la tendencia de crecimiento de la ciudad de Trujillo con la misma tasa anual del periodo intercensal 1981-1993, se tendría para el año 2000 una población estimada en 630,000 hbtes, para el 2005 aproximadamente 730,000 hbtes, para el 2010 cerca de 850,000 hbtes y para el 2015 una población estimada en 990,000 hbtes, practicamente en el lapso de 22 años se estaría duplicando la población actual existente.

(Cuadros Nos. 2.3, 2.4, 2.5)

2.1.3 **Indicadores demográficos**

a) **Estructura por Edades de la Población**

De acuerdo al IX censo de población realizado en Julio de 1993 por el INEI, tenemos para la ciudad de Trujillo la siguiente distribución por edades:

Grupo de edades	Población	%
0- 4	65,599	12.88
5-14	133,185	26.15
15-24	116,632	22.90
25-34	71,406	14.02
35-44	49,200	9.66
45-54	33,309	6.54
55-64	20,525	4.03
65 <	19,456	3.82
Total	509,312	100.00

Uno de los problemas económicos de la población está relacionado con la estructura por edades de los habitantes, la misma que tiene que ver con la relación existente entre los miembros jóvenes y viejos. En este tipo de análisis se suele dividir a la población en tres grandes grupos; el primero corresponde a los menores de 14 años, el segundo a los que están entre los 15 y 64 años de edad o potencialmente productivos, y el tercer grupo que comprende a los mayores de 65 años llamada también población de tercera edad.

En la ciudad de Trujillo se tiene una población de 198,784 hbtes menores de 14 años, que representa al 39.03%; la población potencialmente productiva suma 291,072 hbtes y significa el 57.15%; y la población mayor de 65 años alcanza a 19,456 hbtes que representa al 3.82% del total de la población.

La relación entre los productores y los dependientes es en consecuencia significativa para el bienestar de una región.

Además nos permite conocer que aproximadamente el 13% de la población está compuesta por niños menores de 5 años y alrededor del 4% por adultos mayores de 65 años, así que casi el 17% de la población tendría problemas para ponerse fuera de peligro a tiempo, en caso de un sismo.

b) **Indice de Masculinidad**

La estructura de la población por sexo se expresa a través del Índice de Masculinidad que representa cuantos varones hay por cada 100 mujeres.

De acuerdo al censo de 1993, tenemos:

<u>Región</u>	Indice de Masculinidad
La Libertad	96.90
Provincia	
Trujillo	95.00

Distritos

Trujillo	88.70
Victor Larco Herrera	93.30
El Porvenir	96.60
La Esperanza	95.30
Moche	96.80
Salaverry	102.20
Huanchaco	99.60
Trujillo Metrop.	96.10

Se puede concluir que en general, la Región La Libertad, La provincia de Trujillo, y la metropoli de Trujillo tienen índice de masculinidad menores de 100, por tanto son poblaciones expulsoras de población masculina. Esto significa que la migración tiende a ser mayor entre los varones que entre las mujeres.

2.2 **Características de la población**

2.2.1 **Población Económicamente Activa**

En 1993 la población total de la ciudad era de 509,312 hbtes, de los cuales la población económicamente activa (PEA) mayor de 15 años sumaba 291,072 hbtes y sólo 143,983 hbtes se encontraba ocupada. Relacionando la PEA ocupada mayor de 15 años con la población total de la ciudad representa el 28.27%.

Distribuyendo la población económicamente activa ocupada mayor de 15 años por distritos tenemos: en Trujillo 72,655 hbtes, El Porvenir 21,910 hbtes, Florencia de Mora 9,743 hbtes, Victor Larco 12,160 hbtes y La Esperanza 27,515 hbtes.

Distribuyendo a la población económicamente activa ocupada mayor de 15 años de acuerdo a su ocupación principal tenemos:

Los trabajadores independientes representan el 30.4%, los comerciantes y vendedores ambulantes el 29.10%, los profesionales, tecnicos y trabajadores asimilados el 19.1%, los trabajadores de los servicios públicos el 9.90%, personal administrativo el 8.4%, los trabajadores dedicados a la agricultura y pesquería el 2%, los funcionarios públicos y supervisores generales el 0.8% y los que no tienen una ocupación específica el 0.3%.

2.2.2 **Estratificación Social**

INADUR en su Estudio "Tugurios en las Areas Centrales de la Ciudad de Trujillo" divide a los hogares trujillanos en los siguientes estratos sociales:

Nivel alto que representa al 5% del total de la población, son familias dedicadas a grandes o medianas actividades comerciales, agrícolas o industriales, desempeñándose como propietarios, profesionales, gerentes o funcionarios de empresas públicas o privadas.

Nivel medio alto que significa el 8% de la población de la ciudad dedicados al comercio y servicios de menor magnitud del caso anterior.

Nivel medio que representa al 22% del total de la población y se desempeñan como pequeños o medianos propietarios de establecimientos comerciales, industriales o de servicios, empleados, técnicos, profesionales, funcionarios, gerentes y agricultores.

Nivel bajo y extrema pobreza que significan el 37% y 28% de la población total respectivamente, conformado por trabajadores vinculados al comercio minorista y a los servicios formales e informales. También encontramos obreros y empleados.

2.3 Características de la Vivienda

En la ciudad de Trujillo, de acuerdo al IV censo de vivienda realizado en Julio de 1993 por el INEI existen

99,864 viviendas particulares en la zona urbana, las cuales se distribuyen por tipos de la siguiente manera: las casas independientes significan el 90.7%, los departamentos en edificios el 2.9%, las viviendas en quintas el 1.3%, las casas en vecindad en 2.3%, las viviendas improvisadas en un 2.2% y las viviendas no aptas para vivir en un 0.6% del total de viviendas de la ciudad respectivamente.

Se puede deducir que Trujillo tiene una expansión horizontal de la ciudad, debido principalmente al tipo de vivienda que se construye tradicionalmente, sólo 2,896 viviendas son departamentos en edificios, esta forma de crecimiento trae como consecuencia que se requieran mayores áreas de terreno para la expansión urbana de la ciudad, mayor inversión en cuanto a habilitación urbana, tendido de redes de agua, desagüe, electrificación, asfaltados de pistas, edificación de colegios, postas médicas, puestos policiales, etc, y los pobladores necesitan mayor tiempo y dinero para desplazarse de un lugar a otro.

En cuanto al número de habitaciones que cuenta cada vivienda particular de la zona urbana de la ciudad de Trujillo podemos precisar: una habitación cuenta el 10.3%, dos habitaciones el 16.5%, tres habitaciones el 19.7%, cuatro habitaciones el 19.6% y más de 4 habitaciones el 33.9% del total de viviendas.

Considerando que un hogar promedio está compuesto por 5 miembros, las viviendas particulares potencialmente hacinadas son las que tienen menos de 3 habitaciones y

CUADRO N.º 2.6

**VIVIENDAS PARTICULARES POR AREA URBANA.
SEGUN CIUDAD DE TRUJILLO Y DISTRITOS.
AÑOS 1940, 1961, 1972, 1981, 1993.**

AREA	AÑOS				
	1940	1961	1972	1981	1993
CIUDAD TRUJILLO	7833	20934	47791	64163	99864
DIST. TRUJILLO	7686	17050	25071	35562	48232
DIST. VICTOR LARCO	140	590	2875	3768	8130
DIST. EL PORVENIR	2	2227	11424	13475	15823
DIST. LA ESPERANZA	5	1067	8421	11358	20659
DIST. FLORENCIA M.				(*)	7020

Fuente: INEI. Censos Nacionales de Vivienda. 1940, 1961, 1972, 1981, 1993.
Elaboración: Propia

(*) El distrito de Florencia de Mora fué creado en 1985. Anteriormente formaba parte del distrito El Porvenir.

CUADRO No. 2.7

**VIVIENDA URBANA. SEGUN TIPOS DE VIVIENDAS. CIUDAD DE TRUJILLO
AÑO 1993.**

TIPOS DE VIVIENDAS	No. VIVIEN.	PORCEN.
CASA INDEPENDIENTES	90527	90.7
DPTOS. EN EDIFICIO	2896	2.9
VIVIENDAS EN QUINTAS	1328	1.3
CASAS EN VECINDAD	2307	2.3
VIVIENDAS IMPROVISADAS	2207	2.2
VIVIENDAS NO APTAS	599	0.6

Fuente: INEI. Censo Nacional de Vivienda 1993.
Elaboración: Propia.

suman 29,192 unidades que significan al 26.8% y alberga a una población estimada en 96,000 hbtes.

(Cuadros Nos. 2.6, 2.7)

CAPITULO III

TRUJILLO CIUDAD UBICADA EN

ZONA DE ALTA ACTIVIDAD SISMICA

CAPITULO III

TRUJILLO CIUDAD UBICADA EN ZONA DE ALTA ACTIVIDAD SISMICA

3.1 Generalidades

3.1.1 Origen de los Sismos

Aunque el conocimiento del origen de los sismos no es completo, se sabe lo suficiente sobre ellos como para afirmar que algunos tienen origen volcánico otros son causados por derrumbes de cavernas, deslizamientos u otros elementos de menor importancia, y otros son de origen tectónicos. Estos últimos son los de mayor interés desde el punto de vista de la sismología por cuanto la energía liberada es extraordinariamente mayor que la de los otros tipos y por lo tanto los de mayor potencia. Esta potencia es la que hace que sean estos mismos procesos tectónicos los que han contribuido principalmente a la formación de los accidentes naturales tales como montañas y valles, que caracterizan y contribuyen a la

belleza del paisaje terrestre.

La ocurrencia de estos sismos tectónicos es tan violenta que pueden provocar resultados desastrosos en zonas donde no se han considerado medidas para prevenir sus efectos destructores.

La mayoría de los sismos tectónicos detectados hasta la fecha han tenido su origen a profundidades no mayores de 60 Km. Se les considera sismos superficiales y su origen está asociado a las deformaciones de la corteza terrestre, la que se encuentra en un permanente estado de deformación .

Durante los últimos años la teoría de la tectónica de placas y deriva de los continentes terrestres han recibido una creciente y extensa aceptación por parte de geólogos y geofísicos como hipótesis para explicar la estructura de los continentes.

La más reciente versión de esta idea, conocida como "Tectónica de placas", supone que los cincuenta a cien Kms. superiores de la tierra se componen de un número de placas rígidas en un continuo movimiento relativo.

El tipo de movimiento de dos placas, una contra otra, que corresponde a la situación de las regiones de mayor actividad sísmica de la

tierra, es que una placa monta sobre la otra y la empuja hacia abajo en el manto.

3.1.2 **Ubicación Sísmica del Perú**

Dentro del contexto de la tectónica de placas los fenómenos sísmicos son en su gran mayoría, resultado de la interacción entre bordes de grandes placas litosféricas que convergen junto a los márgenes continentales activos. A lo largo de la costa Occidental de la América del Sur, entre Ecuador y la Cordillera de Chile en el Pacífico, existe una zona de convergencia.

Isacks (1970) a partir de los estudios del mecanismo focal de los terremotos postula que allí la placa litosférica de Nazca es subducida bajo el continente Sudamericano (placa continental) en dirección E-NE.

Los terremotos de la zona costera caracterizados por subducción interplaca son de gran magnitud. Muchas veces están asociados a la producción de maremotos.

A los vacíos sísmicos (Gaps) de los segmentos de placas en los que no se ha experimentado repetición de un terremoto en más de una década, se les considera en que ocurrirá un

futuro evento sísmico.

3.2 Historia Sísmica de Trujillo

3.2.1 Antecedentes

La ciudad de Trujillo desde la colonia hasta nuestros días ha sido sacudida por varios terremotos que han causado víctimas y daños en sus edificaciones; estos sismos han ocurrido en los alrededores de Trujillo dentro una área de influencia, constituida por un cuadrángulo limitado por las coordenadas 5° y 12° Latitud Sur y de 76° a 82° de Longitud Oeste; área comprendida en plena zona de Interacción de la Placa de Nazca y de la Sudamericana que constituye un lugar de alta sismicidad, no de ahora sino desde la época inicial de la formación de los Andes, hace 600 millones de años. Lamentablemente hasta 1619 no existe registro histórico escrito que asevere lo manifestado anteriormente. A partir de 1619 comienza la historia sísmica de la ciudad de Trujillo, pero se tiene que considerar que los relatos históricos escritos no están basados en aspectos técnicos ni en las descripciones propias de la época; los historiadores y comentaristas sociales han hecho generalmente mayor énfasis en el aspecto religioso, señalando que éstos fenómenos ocurrían por

mandato divino.

Considerando la influencia religiosa de quienes describieron estos fenómenos, Silgado (1978), ha podido extraer el concepto básico de cada acontecimiento, efectuando una evaluación de daños y efectos descritos para la consiguiente estimación de la intensidad sísmica registrada; así por ejemplo el sismo del 19 de Febrero de 1619, que causó total destrucción de las edificaciones de la época (adobe barro) y también el agrietamiento del suelo y afloramiento de aguas gredosas formando torrentes en las campiñas; produjo intensidades VIII-IX en la escala Mercalli modificada (MM); una de las disposiciones que se dió por este desastre fue que la ciudad de Trujillo fuera trasladada a otro lugar, cosa finalmente que no se llevó a cabo.

Otro de los sismos que ha dañado notablemente a la ciudad de Trujillo es el ocurrido el 2 de Setiembre de 1759, causando la caída de bóvedas, arquerías y torres, tanto de edificios públicos como de viviendas, estimándose por estos hechos que el sismo halla causado una intensidad de VII-VIII (MM).

Posteriormente, el 31 de Mayo de 1970, ocurrió un sismo del que se tiene la mayor información técnica-instrumental, y así como de efectos y daños para la evaluación de intensidades, los

que una vez estudiados han dado intensidades de VII- VIII (MM) para la ciudad de Trujillo, lo que corrobora que las intensidades estimadas para los sismos de 1619 y 1759 sean correctas.

A continuación detallamos la recopilación de los sismos de carácter histórico que han sacudido a la ciudad de Trujillo desde 1619, tomados de Enrique Salgado de su obra "Historia de los sismos más notables en el Perú" (1978).

En general se puede concluir que la ciudad de Trujillo sufrirá en el futuro sacudidas similares a las del pasado.

3.2.2 **Cronología y Actividad Sísmica de la Zona**

- 1619. Febrero 14, a las 11 am. Terremoto en el norte del Perú que arruinó los edificios de Trujillo y sus templos extendiéndose la destrucción a las villas de Saña y Santa. Según la crónica del padre Calancha el movimiento fue sentido en más de 300 leguas de Norte a Sur (+- 2,000 Kms.) y en más de 60 leguas de Este a Oeste (+- 330 Kms.).

El citado sacerdote refiere "En un breve credo que duró el temblor arruinó desde los templos más fortalecidos hasta los edificios más livianos no valiendo la fortaleza para

hacerle resistencia, ni la calicanto para ponerse a un soplo del viento", luego hace saber que el movimiento no sólo demolió edificios en los llanos y sierras contiguas sino que agrietó la tierra en varias partes, de las cuales surgió un lodo negruzco.

A este efecto, Feijoo decía "que el material viscoso y pestilente expelido envuelto en agua gredosa de que se formaron ríos que corrieron por las campiñas de que el río de la villa Santa, el de Barranca y otros tiñeron sus corrientes con tal maligna inundación".

De los relatos se desprende que hubo otros efectos en las vertientes, en algunos lechos secos de ríos apareció agua, mientras que en otros riachuelos el agua dejó de correr.

Murieron aquel día 350 personas, de las cuales 130 quedaron sepultadas en las ruinas.

- 1725. Enero 06, a las 23:25 Hrs. Un notable movimiento sísmico ocasionó diversos daños en Trujillo.

- 1759. Setiembre 02, a las 23:15 Hrs. Un gran temblor causó cinco víctimas en Trujillo y averió sus construcciones. La catedral sufrió en sus bóvedas arquerías y torres. Sentido a lo largo de costa entre el pueblo de San Pedro, Lambayeque, hasta la villa de Santa. En

los pueblos de las sierras de Huamachuco fue intenso.

- 1828. Marzo 30, a las 07:35 Hrs. Un terremoto causó grandes daños en los edificios y viviendas de Lima. En Trujillo se sintió fuerte.
- 1912. Julio 24, a las 06:50 Hrs. Terremoto en el norte del país, arruinó la ciudad de Piura y poblaciones circunvecinas. Sieberg (1930) estimaba una intensidad de X a XI en el área epicentral. En Trujillo se estimó una intensidad de grado XI en escala MM.
- 1917. Mayo 20, a las 23:45 Hrs. Fuerte temblor en Trujillo que agrietó paredes en edificios públicos. Palacio Arzobispal, Local de la Beneficencia, Hospitales, Iglesias, Monasterios y en muchas viviendas.
- 1937. Junio 21, a las 10:13 Hrs. Gran temblor sentido en la costa desde el paralelo 5° hasta el 11° de latitud sur y hacia el interior unos 180 Kms. Area probable de percepción : 315,000 Km². En la ciudad de Trujillo ocasionó caída de cornisas y rajaduras de paredes. Intensidad VI en escala MM.
- 1940. Mayo 24, a las 11:35 Hrs. La ciudad de Lima y sus poblaciones cercanas fueron sacudidas por un terremoto cuya intensidad se

aproximó al grado VII-VIII MM. En Trujillo se apreció intensidades de IV-V MM.

- 1951. Junio 23, a las 20:44 Hrs. Sismo originado en el Océano, frente a las costas del litoral norte. En la ciudad de Trujillo se apreció una intensidad de grado V en la escala MM.
- 1962. Noviembre 15, a las 18:25 Hrs. Sismo originado en las costas frente a Trujillo. Daños leves en construcciones pobres.
- 1969. Febrero 04, a las 23:11 Hrs. Las ciudades del norte del país, especialmente Trujillo y Chiclayo, fueron sacudidas por un violento sismo.
- 1970. Mayo 31, un domingo por la tarde ocurrió uno de los más catastróficos terremotos de la historia del Perú. En la región costera quedó destruida Casma ciudad de viejas construcciones de adobe, sufrió grandes daños Chimbote, menor destrucción se apreció en Trujillo. En Trujillo se sintió con intensidad de VII-VIII MM. De acuerdo a Berg y Husid (1970), la ciudad de Trujillo sufrió menos daños que Chimbote, pero muchas construcciones de adobe colapsaron parcialmente o completamente y algunas de ladrillo y concreto armado fueron dañadas. El Seminario regional sufrió daños en las columnas de sus unidades

en el primer y tercer piso. El colegio Claretiano y la fábrica de fideos Nicolini sufrieron daños en las ventanas altas y bajas así como en los muros.

3.3 **Posibilidades de un sismo de gran magnitud en Trujillo**

Ernesto Deza en su estudio "Evaluación del riesgo sísmico de la ciudad de Trujillo" concluye:

" De la historia sísmica se conoce que Trujillo ha sido sacudida hasta con intensidades de grado IX MM.

Del análisis sísmico instrumental resulta que la zona ubicada en el mar al suroeste de Trujillo, es el area que ha generado y generará los sismos mas destructores para la ciudad.

La tectónica de placas indica que la subducción en ésta zona es de bajo ángulo y que la actividad sísmica, mayoritaria y más peligrosa proviene de la interacción de placas.

El análisis estadístico señala que el sismo máximo que podemos esperar en 100 años sería de magnitud 6.8 Mb o que es equivalente a una magnitud 8.3 Ms, que es la magnitud calculada usando ondas superficiales y que es mas ampliamente conocida. La distancia crítica para el sismo máximo es de 50 km ,al sur de la ciudad y en la zona del mar, de acuerdo a las soluciones de mecanismo focales. Para ésta distancia crítica y considerando como tipo las atenuaciones de las intensidades del sismo de

Nazca de 1942 a Trujillo le correspondería una intensidad de IX MM. "

3.4 **Escala de Intensidad Sismica Mercalli Modificada para Latinoamerica**

La intensidad sismica se define de la manera como la perciben las personas y por lo tanto es importante definir el estado y ambiente en que se encuentran al ocurrir el sismo; los daños que causan en las estructuras, por lo que se hace imprescindible clasificarlas por tipos de acuerdo a su resistencia sismica y por los efectos que causan en la naturaleza.

La escala de intensidades sismicas Mercalli Modificada para Latinoamérica MMLA-92, propuesta por el Ing. Julio Kuroiwa, es una adaptación de la escala Mercalli Modificada y está diseñada con parámetros, concordantes a la idiosincracia del poblador y las edificaciones existentes en Latinoamerica.

Los grados se expresan en números romanos y los efectos sismicos serán presentados en detalle en el Anexo "Escala de Intensidad Sismica Mercalli Modificada para Latinoamerica".

Los grados bajos de la escala, hasta V, donde no se producen daños, ésta se refiere a la manera como la percibe el hombre y que ocurre a su alrededor, como oscilación de puertas abiertas, caídas de objetos, etc.

Los grados intermedios VI a IX son mejor definidos por

los daños que causan a las edificaciones, por lo que sus características deben corresponder a las de la escala que se aplica.

Los grados altos X a XII, donde los daños son tan severos o la mayoría de construcciones han colapsado, que no permiten diferenciar los grados, están mejor definidos por los efectos que causan en la naturaleza.

CAPITULO IV

DESARROLLO URBANO

DE LA CIUDAD DE TRUJILLO

CAPITULO IV

DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE TRUJILLO.

4.1 Evolución Histórica de la Ciudad de Trujillo.

La ciudad de Trujillo fue la única ciudad del Perú fundada por Francisco Pizarro y Diego de Almagro, pero tubo como antecedentes asentamientos humanos desde la época preincaica, así que nos referiremos desde aquella época.

4.1.1 En la época preincaica

Según las referencias arqueológicas, alrededor de los 2,500 a 3,000 años a.c. aproximadamente, en las tierras de los valles Moche, Virú y Chicama, se establecieron los primeros grupos precolombinos.

Estos grupos humanos dieron lugar al nacimiento de culturas de tipo formativo, cuya mayor significación alcanzó en los mochicas entre los 100 y 800 años d.c. que edificaron las Huacas del Sol y de la Luna.

Por los años del 900 d.c. la expansión del Imperio Huari-Tiahuanaco llegó a la zona mochica, influencia de la cual son las huacas del Dragón y Tacainamo.

Luego de este período de sometimiento cultural de los mochicas, allá por los años XIII y XVI, floreció la cultura Chimú con su organización de tipo imperial como un renacer de la cultura mochica, cuya extensión abarcó casi toda la costa norte partiendo desde muy cerca de Lima en el sur.

La capital del imperio Chimú fue Chan Chan, construida entre los siglos XIII y XV d.c.. Sus primeras estructuras arquitectónicas, distan 600 mts. de la línea de costa, cuya extensión se calcula en 18 Km².

Estaba formado por 10 grandes unidades generalmente rectangulares. Cada unidad se encontraba rodeada por muros de altura superior a los 9 mts. que encerraba un emparrillado de calles, casas grandes y pequeñas, grandes pirámides, depósitos de víveres y estanques de agua. El área de cada barrio mide 335 mts. x 480 mts., es decir, más de 16 Has.

Si bien la prosperidad era general, la gran diferencia en el tamaño y calidad de las casas, da una idea de la existencia de

diversas clases sociales, basadas en la fortuna y nacimiento. De los grupos arquitectónicos existentes en Chan Chan, Tshudi es el más conocido, los mismos que sirvieron a los monarcas chimús como palacios en vida y tumbas veneradas en su muerte.

La población estimada era de 50,000 habitantes. Chan Chan se estableció y edificó sobre una área baldía.

Los materiales de construcción en su totalidad es de procedencia local. Los grandes muros y paredes que constituyeron sus diversas estructuras se han levantado con adobes pequeños, unidos con mortero de barro, sobre una cimentación ordinaria a base de grandes piedras y cantos rodados.

A Chan Chan se le considera como la ciudad de barro más grande del Mundo y el complejo urbanístico más importante de los tiempos precolombinos.

4.1.2 **En la época Incaica**

Fundado el Imperio de los Incas sus campañas de expansión violentaron el Imperio Chimú, de modo que los aguerridos quechuas, al capturar la capital Chimú hacia 1470, cambiaron la vida socioeconómica de la región, aunque supervivieron a la conquista inca muchos de

los elementos culturales Chimú.

4.1.3 **En la Conquista**

A fines de 1534, Almagro a su paso por el valle de Moche, encargó a Miguel de Estete buscar un lugar apropiado donde fundar una ciudad. Y así la fundación fue precaria.

En Marzo de 1535, Pizarro lo ratificó al nombrar al Cabildo, repartir solares y encomiendas, hasta que Trujillo recibió el título de Ciudad Por Real Cédula el 20 de Noviembre de 1535 y el escudo de armas por Real Cédula del 7 de Octubre de 1537.

4.1.4 **En la Colonia**

La sociedad y el territorio quedaron sujetos a una administración directa del centro colonial, Lima, cuya dominación se orientó a la apropiación en gran escala de los recursos minerales y productos agropecuarios.

Desde el inicio de la dominación colonial, las ciudades que fueron apareciendo se vincularon a la Metrópoli central cumpliendo un papel intermediador en la dominación en las zonas rurales.

La urbanización en el período colonial estuvo

orientada a garantizar el funcionamiento de la cadena del poder-burocracia, dueños de haciendas, de las minas, comerciantes y artesanos, configurando Trujillo un eje de salida rápida de la riqueza de la zona.

En el siglo XVII fue designada sede de un obispado el mismo que fue instalado el 6 de Julio de 1609.

Tras el violento sismo de 1619 que destruyó la ciudad, vino la reconstrucción, pero esta vez destacaron los templos, uno de los cuales y el más importante es la catedral.

Entre 1685 y 1687 se construyó una muralla de adobe, en forma elíptica con 15 bastiones y 4 portadas, que encerraba este núcleo antiguo, compuesto por 62 manzanas. Fue construido por disposición del Rey de España para defender a la ciudad del ataque de corsarios y piratas.

Con la desaparición de Saña, Trujillo toma la hegemonía en lo social y comercial, de la región norte, aún superando los terremotos de 1725 y 1759, que otra vez asolaron la ciudad.

4.1.5 **En la Independencia**

Gestado ya tiempos atrás el movimiento de independencia en el sur del país, Trujillo asumió el papel preponderante en el norte

peruano.

El 29 de Diciembre de 1820 el Marqués de Torre Tagle proclamó la independencia de Trujillo, abriendo con ello las puertas de una ayuda franca y decidida para la proclamación de la independencia del Perú y campañas ulteriores.

4.1.6 **En la República**

Después de la independencia nacional Trujillo mantuvo su hegemonía en el norte, con su activa participación en sucesos de la confederación y hechos posteriores. Su crecimiento moderado, entre 1830 y 1879 se vio influenciado por las galas del estilo neoclásico.

No obstante, el advenimiento de la vida republicana, robusteció más aun el papel central de Lima; la inserción del espacio económico en la red de la dominación capitalista comercial permitió el surgimiento relativo de la costa norte, donde se desarrollaron haciendas dedicadas al monocultivo de caña de azúcar y algodón. Ninguna de estas actividades reportó un desarrollo armónico en su entorno, generando más bien riquezas articuladas a los mercados externos.

Más tarde la ocupación chilena que duró casi

cinco años paralizó gran parte de las actividades sociales y económicas de la ciudad; pero a fines del siglo XIX Trujillo fue entrando en una etapa de progreso y crecimiento industrial debido al ingreso de capitales y ciudadanos extranjeros que aportaron nuevos sistemas de explotación agrícola.

A lo largo de las cuatro primeras décadas de este siglo, Lima siguió concentrando la mayor parte de las actividades administrativas, políticas, comerciales, etc..

Por aquellos años en Trujillo se dio también el crecimiento urbano con parques y barrios en el exterior de la muralla, lo mismo que la llegada de Europeos y Chinos como consecuencia de bonanza económica.

A inicios de la década de 1940, el panorama del Perú era el de un país con preponderancia del medio rural. Ello se mostraba de una parte, en el hecho de que la población rural constituía dos tercios de la población total; por otro lado el 65% de la población económicamente activa, mayor de 15 años estaba ocupada en actividades primarias (ganadería, agricultura, caza y pesca).

Durante las últimas décadas ésta tendencia ha cambiado completamente, la ciudad ha tenido un

crecimiento explosivo debido al éxodo de la población andina atraída por el progreso industrial y comercial, sin embargo, el crecimiento sucesivo de Chiclayo y Chimbote ha disputado la hegemonía norteña entre 1950 y 1960. Esta competencia ha motivado el mejoramiento de las instalaciones urbanas e industriales con notable ventaja de Trujillo sobre las principales ciudades del norte.

La ciudad ha crecido con urbanizaciones planificadas a partir de 1950; y además densos pueblos jóvenes, hoy convertidos en florecientes distritos.

4.2 **Evolución Urbana de la Ciudad de Trujillo**

La ciudad de Trujillo fué la única ciudad del Perú fundada por Francisco Pizarro y Diego de Almagro, pero tubo como antecedentes asentamientos humanos desde la época preinca.

A fines de 1534, Almagro a su paso por el valle de Moche, encargo a Miguel de Estete buscar un lugar apropiado donde fundar una ciudad, y así la fundación fué precaria.

El primer trazo fué hecho por Estete en forma de cuadrícula o damero con manzanas de 120 a 160 m por lado, contenían unicamente 3 solares. Las calles con un perfil transversal que varían entre 10 y 12 m.

En Marzo de 1535, Pizarro lo ratificó al nombrar al cabildo, repartir solares y encomiendas entre los 80 pobladores que existían en sus inicios.

En 1575 Trujillo contaba con una población de 4,109 hbtes, y la ciudad consistía en pocas manzanas alrededor de la Plaza Mayor.

Tras el violento sismo que destruyó la ciudad, vino la reconstrucción, pero esta vez destacaron los templos, uno de los cuales y el más importante es la catedral.

Entre 1685 y 1687 se construyó una muralla de adobe, en forma elíptica con 15 bastiones y 4 portadas, que encerraba éste núcleo antiguo. Fué construido por disposición del rey de España para defender a la ciudad del ataque de corsarios y piratas.

La construcción de la muralla en 1687 definió claramente los límites del área urbana. La zona de expansión tanto al interior como fuera de las murallas correspondían a ejidos municipales, los mismos que han guardado una estrecha relación con la expansión de la ciudad, dado que la parcelación de éstos han sido el origen tanto de la urbanizaciones, como de los asentamientos espontáneos y habilitaciones clandestinas.

En 1760 la población alcanzaba 9,941 hbtes y había crecido la ciudad a lo largo del actual jirón Pizarro, todavía quedando zona de expansión de la ciudad dentro del contorno de la muralla.

Para 1860 Trujillo tenía una extensión de 110.79 hás y la muralla encerraba a 62 manzanas.

Hasta 1890 la dinámica urbana fue moderada. Los ejidos municipales que quedaron dentro de la muralla adquirieron un gran valor por su condición de urbanos, no así los que quedaron fuera que conservaron su condición rústicos, destinados a la agricultura. En esta época es posible apreciar un crecimiento de la ciudad en la zona de extra muros, siguiendo el camino de la portada de la Sierra y la portada de Miraflores, siendo estos los orígenes de los barrios Mansiche, Chicago y La Unión.

Es en las primeras dos décadas del presente siglo que se acusó un mayor crecimiento del área urbana ocupándose los terrenos libres periféricos, la ocupación de estas áreas se produce sin contar con un trazado previo de ordenamiento urbano, que orientara el crecimiento de la ciudad, por lo que el concepto de lotización es casi inexistente en las zonas mas antiguas. Es en esta época que se consolida la primera etapa de expansión de la ciudad, gran parte de estas áreas son en la actualidad las zonas tugurizadas, formada Mansiche, Chicago y la Unión. En 1916 la extensión de la ciudad era de 136.98 hás.

Al iniciarse la década del 30, se ejecutan obras públicas, principalmente de mejoramiento urbano. Se construye la planta de agua potable del Cerro Pesqueda y las Redes de Abastecimiento de Agua y colectora de desague.

Las murallas de la ciudad de Trujillo, antiguos límites de ésta, son desbordados hacia 1940. Parte de ellas se destruyen, y sobre sus huellas se construye la Av. Circunvalación (actualmente la Av. España).

En 1942 se tiene el primer plano regulador de la ciudad, que se destaca por su sistema de anillos, uno que sigue la misma línea de la muralla y otro que envolvía al primero con una distancia de 600 a 1,000 m. Entre anillo y anillo se contempla la zonificación de las áreas urbanas. Para 1943 la extensión de la ciudad era de 232.04 hás y se crea el distrito de Victor Larco, formado por el balneario de Buenos Aires, que estaba habitado por menos de 100 familias y por un conjunto de casa dispersas y desordenadas, eran viviendas de pescadores.

En 1945 se acrecienta la dinámica urbana, la presión por demanda de viviendas de nuevos contingentes poblacionales sobre pasa la oferta a partir de la construcción de los barrios fiscales y aparecen las habilitaciones clandestinas de la Intendencia y Aranjuez en las inmediaciones del Barrio La Unión.

Es a partir de 1948 que se inicia el proceso de invasiones en forma masiva y la ocupación de terrenos eriazos y periféricos, sin mediar ninguna acción de habilitación urbana previa, correspondiendo este período a la segunda etapa de proceso de expansión de la ciudad de Trujillo.

En los terrenos de la huaca (hoy Torres Araujo), donde

se planeaba una urbanización municipal, fueron invadidos. Los pobladores que habían residido en callejones de la Av. Perú, la Unión y ocupado terrenos del Concejo Provincial en la Av. América (barrio Unión) son desalojados y conjuntamente con otras familias pauperizadas de los tugurios de la ciudad se dirigen a construir sus viviendas en los arenales de El Porvenir.

A partir de 1956 empiezan a formarse las urbanizaciones residenciales, San Fernando y California fueron las primeras, donde se dirigen los sectores medios acomodados, los industriales, comerciantes y los hacendados. Posteriormente aparecen la Primavera, Los Granados, Santa María, San Nicolás, Fátima, Pay Pay, El Molino, Santo Dominguito, El Bosque y Palermo.

A finales de la década del cincuenta, otro pueblo joven, La Esperanza, aparece en la escena urbana, se desarrolla sobre terrenos eriazos al norte de Trujillo, son pobladores provenientes de los suburbios de Trujillo, jubilados del Valle Chicama y migrantes de la serranía de los departamentos de La Libertad y Cajamarca.

Para 1960 la extensión de la ciudad alcanzaba las 728.83 hás. La amplitud que va tomando la producción fabril y el comercio va a ser mucho mas significativo a partir de mediados de la década del 60. En 1965 se crean los distritos de La Esperanza y El Porvenir. Articulando a este proceso se va desarrollando y concentrando los servicios urbanos y la población migrante en Trujillo. El ritmo de crecimiento urbano es fuerte comparable con el resto de ciudades; su tasa anual es de 8%.

A consecuencia del sismo del 31 de Mayo de 1970, el avance de las urbanizaciones y de los pueblos jóvenes puede observarse en el aumento de las construcciones de viviendas, este crecimiento es provocado también por la política de incentivos (exoneraciones de impuestos hasta 1973) que el aparato estatal da para las construcciones de la zona afectada.

El distrito de Victor Larco experimenta un crecimiento intenso, familias de Chicago y otros barrios populosos, que sufrieron la destrucción de sus viviendas, emigraron a esta zona formando los pueblos jóvenes de Vista Alegre, Tupac Amaru, San Vicente de Paul y Liberación Social.

En el distrito de El Porvenir aparecen los sectores de Gran Chimú y Miguel Grau.

En el distrito de Trujillo, aparecen los pueblos jóvenes Santa Isabel, El Alambre, Monserrate, El Bosque y la prolongación de la Av. Santa; que se establecen en terrenos abandonados colindantes con las urbanizaciones.

En 1972 Trujillo ya cuenta con 55 urbanizaciones y 22 pueblos jóvenes. Por el lado de los pueblos jóvenes, la expansión es aún más intensa que en la ciudad. En menos de una década El Porvenir y La Esperanza se habían extendido considerablemente quedando unidos por el pueblo joven, Florencia de Mora, completando un extenso cinturón, de población asentada sobre las faldas del cerro Cabras.

La expansión urbana de Trujillo y sus pueblos jóvenes nos dan una fisonomía diferente a la que se expresa en el Plano Regulador de 1955. Allí la ciudad está separada de los pueblos jóvenes por las tierras de los hacendados en cultivo o simplemente no trabajadas. En los Planos de 1972 y 1975 se encuentra que Trujillo ha cubierto con creces el segundo anillo (Av. América) y la ciudad, prolongada por sus urbanizaciones, prácticamente ya colinda y articula geográficamente con los pueblos jóvenes.

De acuerdo a la división de control urbano de la Municipalidad de Trujillo, la ciudad creció entre los años de 1960 a 1980 en 3049.27 hás.

En los últimos 13 años la ciudad se ha expandido por medio de las urbanizaciones Monserrate, Santa María, El Sol, El Bosque, La Rinconada, Gran Chimú, Los Jardines, Mochica, San Isidro, La Esmeralda, Trupal, Vista Hermosa, Covirt, La Merced y San Andrés V etapa.

El Balneario de Buenos Aires experimentó un rápido crecimiento longitudinal paralelo a la línea costera, hacia el norte y sur, constituyendo una faja costera.

En los distritos de La Esperanza, Florencia de Mora y El Porvenir se acentuó el crecimiento en las zonas próximas a las existentes en forma precaria.

Para 1993 se estima que la ciudad de Trujillo ocupa un área urbana de 4,372.79 hás.

(Cuadro No. 4.1) (Plano No. 4.1)

CUADRO No. 4.1

EVOLUCION URBANA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO

PERIODO	AÑOS	AREA (hás)	AREA ACUMULADA
1534-1860	326	110.79	110.79
1860-1916	56	26.19	136.98
1916-1943	27	95.06	232.04
1943-1960	17	496.79	728.83
1960-1980	20	3049.27	3778.1
1980-1993	13	594.69	4372.79

Fuente: Forum Trujillo-2000- División de Control Urbano.
Elaboración: Propia.

CUADRO No. 4.2

ZONIFICACION DE LA CIUDAD DE TRUJILLO DE ACUERDO A SU ORIGEN Y ESTRUCTURA URBANA HOMOGENEA.

ZONA	POBLACION	EDIFICACIONES	AREA URBANA
Centro Histórico	20000	3900	110 hás
Barrios Antiguos	55000	11000	280 hás
Pueblos Jóvenes	255000	50000	1520 hás
Urbanizaciones	179000	35000	1360 hás
TOTAL	509000	99900	3270 hás

Fuente: Municipalidad Provincial de Trujillo
Elaboración: Propia.

4.3 Características Generales del Marco Urbano

La ciudad de Trujillo se la zonificado por sectores de acuerdo a su origen y a las características urbanas homogéneas que presenta distinguiendose:

a) **Centro Histórico**

También denominada núcleo principal, centro cívico o zona monumental.

Formada por la antigua ciudad de origen colonial que se encuentra encerrada por la Avenida España, ocupando una extensión de 101.02 hás y albergando en la actualidad una población aproximada de 20,000 hbtes y 3,900 viviendas.

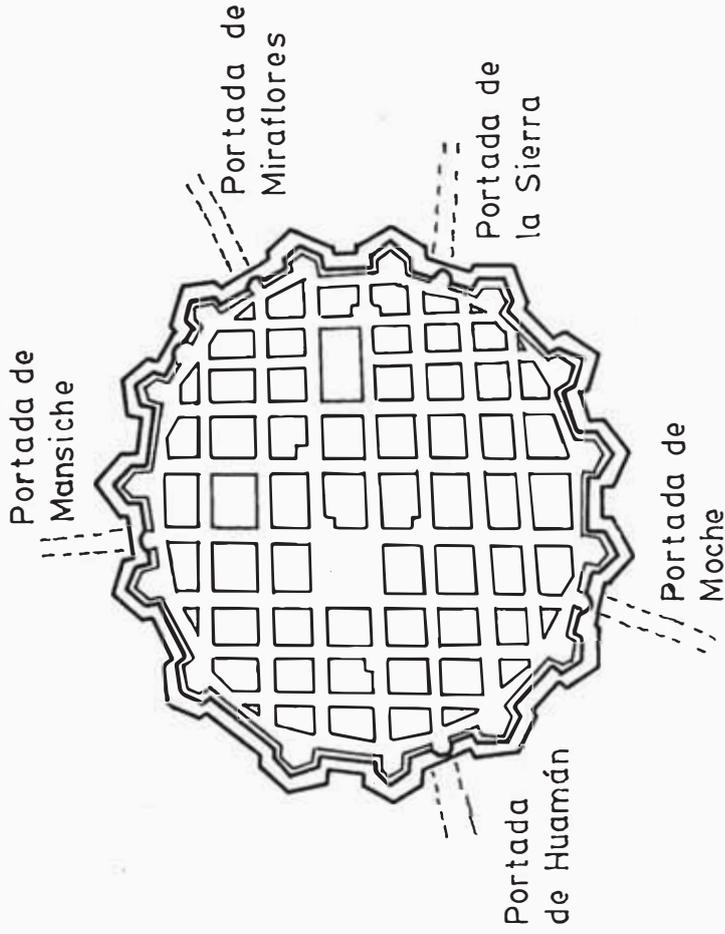
Donde están localizadas las actividades Institucionales, Comerciales, Financieras y de Servicios.

En esta zona destacan por su valor histórico numerosas casonas coloniales (Siglo XVII y XVIII), muchas de ellas modificadas en la época republicana (Siglo XIX), además destacan los templos de origen virreynal con sus características torres y cúpulas, que por su continuidad y conservación forman parte del atractivo turístico de la ciudad.

También se puede observar edificaciones de trazo irregular, como resultado de la distribución indiscriminada de las propiedad inmuebles. Las

TRUJILLO COLONIAL

O C E A N O P A C I F I C O



Plano Miguel Feijóo de Sosa

Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil	
Tesis: VULNERABILIDAD SISMICA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO	
Plano: TRUJILLO COLONIAL	
Tesista: EdgarEscobedo D.	Asesor: Ing. J. Kuroiwa H.

antiguas manzanas de 120 x 160 mts. contenía únicamente 3 solares, pero se han subdividido en el transcurso de los siglos, sin sujeción a norma alguna, primero por razones de herencia y sucesiones, y mas recientemente por razones especulativas, ya que por encontrarse en zonas céntricas aumenta su valor comercial.

En este sector se puede apreciar construcciones de diferentes materiales: las mas antiguas de adobe y quincha, las mas recientes de albañilería y concreto armado. La gran mayoría son edificaciones menores de 3 pisos de altura, hay poca edificación mayor de 3 pisos.

b) **Barrios Antiguos Fuera del Centro Histórico**

Formadas por áreas próximas a la Av. España, que con anterioridad a 1950 se habían constituido como zona urbano marginal y se caracterizan por su alto grado de tugurización y cumple con dotar a Trujillo con un area de comercialización a nivel micro regional de productos agropecuarios y terminal de transporte a nivel regional.

Estas áreas forman parte de la primera expansión de la ciudad que en las dos primeras décadas del presente siglo podemos reconocerlas en las zonas denominadas Mansiche, Chicago, Unión, y a partir de 1940, en Moche, el Molino, la Intendencia y Aranjuez. Areas que se han localizado entre el primer y segundo anillo de la ciudad, ocupando una

extensión aproximada de 245.52 hás y albergando en la actualida una población estimada en 53,300 hbtes y 10,500 viviendas.

En éstos barrios se instaló gente que habían migrado de las serranías de los departamentos de La Libertad, Cajamarca y Ancash. Vivían en forma precaria con edificaciones de un solo piso de adobe en mayor proporción, y de quincha como material de construcción, con el transcurso de los años se fueron edificando callejones y quintas que dieron problemas de hacinamiento y tugurización.

Esta zona se caracteriza por el mal estado y las inadecuadas condiciones de habitabilidad de las viviendas, condiciones que también alcanza a un gran porcentaje de edificaciones destinadas a otros usos y al espacio urbano, cuya conservación y mantenimiento es deficiente y su nivel de deterioro alto, con una configuración urbana y regular y una trama vial trunca, que limita la continuidad del proceso de consolidación, transformación y redesarrollo de esta zona.

c) **Zona de Urbanizaciones**

Formado a la periferia de las dos anteriores y constituye la expansión planificada de Trujillo, a partir de 1955.

En la actualidad cuenta con una extensión total

estimada en 1,336.87 hás y alberga una población de 179,000 hbtes y 35,000 viviendas.

Esta zona está edificada sobre los terrenos de cultivo que rodeaban a Trujillo Colonial. Dando origen a una expansión horizontal de la ciudad.

Contando con amplias avenidas, calles y grandes parques.

Las edificaciones son en su totalidad de albañilería de ladrillo con altura predominante de 2 pisos, destinadas eminentemente a residencias.

d) **Zona de Pueblos Jóvenes**

En la ciudad de Trujillo se pueden diferenciar 3 tipos de pueblos jóvenes:

d.1 **Pueblos Jóvenes Periféricos Zona Alta**

A inicios de la década del cincuenta se forman las barriadas El Porvenir y La Esperanza dando origen posteriormente a los actuales distritos El Porvenir, Florencia de Mora y La Esperanza; se encuentran rodeando al distrito de Trujillo por el Noreste y Norte a manera de cinturón urbano. Cuentan en total con una extensión aproximada de 1,200 hás y alberga en la actualidad a una población de 215,000 hbtes.

Son asentamientos humanos de generación espontánea que ocupan las laderas de los cerros "El Presidio", "Las Animas", "Cabras" y otras zonas.

Presentan un trazo regular, con excepción de la zona antigua de la barriada El Porvenir.

Las edificaciones son adobe como material de construcción y de un piso en general.

d.2 **Pueblos Jóvenes Periféricos Cercanos al Mar**

Formado por los pueblos jóvenes del distrito de Victor Larco Herrera, se encuentra al Oeste del distrito de Trujillo, a orillas de Océano Pacífico a 2 m.s.n.m.. En la actualidad cuenta con una población estimada en 29,000 hbtes, ocupando una extensión de 190 hás.

Presenta un trazo regular, con edificaciones de un piso de adobe en su gran mayoría.

El nivel freático se encuentra 0.50 m. de profundidad, que ocasiona el humedecimiento de las cimentaciones y paredes.

d.3 **Pueblos Jóvenes ubicados dentro de la Ciudad**

Estos se forman con invasiones que se realizaron en terrenos abandonados, por

numerosas familias que vivían en callejones y quinta del Centro Cívico y Barrios Antiguos (La Unión, Chicago, Moche y Mansiche), que perdieron sus viviendas como consecuencia del sismo del 31 de Mayo 1970.

A esta zona corresponde los sectores:

- Liberación Social
- Gran Chimú - Monserrate
- Santa Isabel
- El Alambre
- Prolongación Av. Santa

Presentan un trazo irregular, con calles angostas, edificaciones de adobe, sin parques.
(cuadro No. 4.2)

4.4 **Características de la Problemática Poblacional y de Vivienda**

De acuerdo a la información estadística, la región La Libertad, ha tenido un cambio radical en cuanto a tipo de población rural a urbana.

En el censo de 1940 la población urbana representaba el 31.1%, en 1972 el 60% y en 1993 significa el 68.2% de la población total de la región.

Esta conversión ha traído como consecuencia que algunas provincias hallan concentrado mayor población que otras; como es el caso de Trujillo que en 1940 significaba el

30.4% y en 1993 a pasado a representar el 49.4% de la población regional.

En forma particular la ciudad de Trujillo ha tenido un crecimiento explosivo, que la ha convertido en la tercera ciudad más poblada del país, siendo uno de los factores los fuertes flujos migratorios que ha sufrido en diferentes épocas y por causas diversas.

A partir de 1940 se ha venido produciendo flujos migratorios progresivos de población rural y de centros urbanos menores de la provincia de Trujillo, del resto del departamentro de La Libertad, y de los departamentos de Cajamarca y Ancash, ocasionando problemas de hacinamiento y tugurización en la zona central antigua y dando origen a los pueblos jóvenes perifericos de la ciudad.

En 1970 como consecuencia del terremoto del 31 de Mayo, el flujo migratorio se incrementó, especialmente por la población afectada de la sierra de Ancash y Chimbote.

A inicios de la década de los ochenta, también se incrementó el flujo migratorio como consecuencia de las acciones terroristas en algunas provincias de los Departamentos de Cajamarca, La Libertad, Ancash y Huanuco que originó que las declaracen como zonas de emergencia.

Estas corrientes migratorias sólo pueden explicarse a través de factores históricos que han contribuido a su formación dentro de los cuales Trujillo ha desempeñado

su papel privilegiado de capital política del norte, desde la época colonial, hasta el presente, reflejando el mismo centralismo administrativo que caracteriza al país en su conjunto.

El proceso migratorio, el crecimiento vegetativo de la población y las consecuencias del terremoto de 1970 han determinado la configuración actual de la ciudad de Trujillo.

Mencionaremos algunos problemas que se presentan en la ciudad de Trujillo:

a) **Adaptación de las Areas Antiguas a Nuevas Funciones**

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

b) **Tugurios**

Las casas antiguas que había sido utilizadas como viviendas unifamiliares son dejadas por sus propietarios que se trasladan a nuevas zonas urbanas; como la renta que debía producir la propiedad así desocupada no puede normalmente ser soportada por una sola familia, se procede a alquilarla por departamentos a varias familias, algo más tarde se constituyen nuevos departamentos en los espacios abiertos, y lo que antes era una

vivienda unifamiliar se convierte en un tugurio. Esto es lo que ha ocurrido en el sector central de Trujillo.

c) **Deterioro de Viviendas**

Hay zonas urbanas antiguas, donde las viviendas paulatinamente se han ido deteriorando y que no han sido reparadas adecuadamente, no obstante la ocurrencia de un sismo fuerte como el del año 1970.

d) **Insuficiente abastecimiento de agua potable.**

La producción de agua potable, representa alrededor del 50 % de la demanda que requiere actualmente Trujillo. Lo que origina un desabastecimiento de este elemento líquido vital.

e) **Contaminación del medio ambiente**

Las aguas servidas de la ciudad de Trujillo se evacuan directamente al mar sin tratamiento alguno, lo que determina la contaminación del medio ambiente.

f) **Perdida considerable de terrenos agrícolas en el valle de Santa Catalina (Moche)**

En los diferentes Planes Reguladores de Trujillo han utilizado los terrenos agrícolas del valle de

Santa Catalina como zona de expansión urbana, disminuyéndolo considerablemente. Las chacras de piña, cana de azúcar, verduras han sido reemplazadas por urbanizaciones residenciales donde predomina una baja densidad poblacional.

4.5 Usos de Suelos

El área urbana de la ciudad de Trujillo tiene en la actualidad una extensión aproximada de 4,372.79 hás y se distribuye de acuerdo al uso de suelo en:

a) **Zona Comercial**

La zona comercial de la ciudad de Trujillo, ocupa un área aproximada de 196.08 hás que representa al 4.5% del área total. Está localizada principalmente en el centro cívico, donde se realizan las actividades financieras, comerciales, administrativas, y de servicios para toda la región, ocupando una extensión estimada de 40.40 hás.

Los barrios antiguos también cumplen con dotar a la ciudad con un área de comercialización a nivel micro regional de productos agropecuarios, vestido y calzado, y terminal de transporte a nivel regional, ocupando en su conjunto una extensión aproximada de 65.80 hás.

En las urbanizaciones, a lo largo de los

principales ejes viales partiendo de la Av. España y alrededor de la Av. América, también se pueden encontrar establecimientos comerciales, que brindan sus servicios a nivel metropolitano, ocupando una extensión de estimada de 45 hás.

En los pueblos jóvenes de la ciudad también se pueden encontrar establecimientos comerciales alrededor de los mercados de abastos y en las avenidas principales que brindan sus servicios a nivel local, calcula una extensión de 44.88 hás en total.

b) **Zona Residencial**

La zona residencial de la ciudad de Trujillo ocupa un área de 3,071.97 hás que representa al 70.3% del área total.

Se distribuye en la zona central antigua en 60.62 hás, en los barrios antiguos en 197.39 hás, en las urbanizaciones en 1,325.83 hás y en los pueblos jóvenes en 1,488.13 hás.

c) **Zona Industrial**

La zona industrial de la ciudad de Trujillo, ocupa un área total de 1,104.74 Hás y está localizada en 3 sectores:

La urbanización Santa Leonor con una extensión de 34.44 hás, en la Panamericana Sur, antes de entrar

CUADRO No. 4.3

USOS DE SUELOS EN LA CIUDAD DE TRUJILLO

USO	ZONAS	AREA (hás)	AREA TOTAL (has)
RESIDENCIAL	Centro Histórico	60.62	3071.97
	Barrios Antiguos	197.39	
	Urbanizaciones	1325.83	
	Pueblos Jóvenes	1488.13	
COMERCIAL			196.08
INDUSTRIAL	Centro Histórico	40.40	1104.74
	Barrios Antiguos	65.80	
	Urbanizaciones	45.00	
	Pueblos Jóvenes	44.88	
	Santa Leonor	34.44	
	Panamericana Sur	124.60	
	Parque Industrial	945.70	

Fuente: Municipalidad de Trujillo
Elaboración: Propia.

a la ciudad ocupando un área de 124.6 hás y en el Parque Industrial ubicado en la Panamericana Norte con un área aproximada de 945.70 hás.

(Cuadro No. 4.3)

4.6 **Equipamiento Urbano**

4.6.1 **Abastecimiento de Agua**

La zona donde se encuentra ubicada la ciudad de Trujillo se identifica por no tener recursos hídricos de régimen regular disponibles de tipo superficial originando que la única fuente de agua provenga en su totalidad del subsuelo, hecho que caracteriza o tipifica la problemática del abastecimiento de agua potable.

La empresa encargada de la administración del servicio de agua potable en Trujillo es SEDAPAT.

En el año 1991 la producción de agua potable alcanzaba en promedio aproximadamente 540 lts, esta cifra representaba el 50 % de la demanda requerida por los pobladores de la ciudad de Trujillo. Este déficit se agudiza mas con la empresa que administra la energía eléctrica para la ciudad (HIDRANDINA), por la restricción de energía, ya que los pozos que almacenan y generan la entrega de agua sólo se

activan con electricidad.

La capacidad de almacenamiento de agua en 1991 era aproximadamente de 25,000 m³, distribuidos en 22 reservorios.

La red de tendido de agua potable para Trujillo Metropolitano, alcanza a 645,239 de tuberías.

A mediano con la intensificación de la explotación de aguas superficiales del Proyecto Especial CHAVIMOCHE, se piensa resolver el abastecimiento de agua en forma integral.

Llegada el agua al valle de Santa Catalina, se construirá una planta de tratamiento de agua potable en la margen izquierda del río Moche. Concluida las tres fases de la futura atarjea, se alimentará con 4 m³/s al sistema de agua de la ciudad.

Asegurando el abastecimiento hasta el año 2030, en que la metrópoli de Trujillo tendrá mas de 2 millones de habitantes.

A corto plazo, se estudia trabajos de ampliación y rehabilitación de zonas críticas de abastecimiento de agua potable, en zonas de expansión y en áreas de concentración urbana

de los Distritos de La Esperanza, Víctor Larco, Florencia de Mora y en Vista Hermosa.

En la Esperanza se contempla la construcción de un reservorio elevado de 1500 m³, en el sector Manuel Arevalo con su línea de impulsión, línea de aducción y equipo de cámara de bombeo.

En el Distrito de Víctor Larco, se estudia la construcción de un reservorio en la urbanización El Golf.

También se contempla la rehabilitación de 10 reservorios.

4.6.2 **Sistema de Alcantarillado**

La administración de servicio de alcantarillado de la ciudad de Trujillo, también está a cargo de SEDAPAT.

Las aguas servidas de la ciudad de Trujillo se evacúan directamente al mar sin tratamiento alguno, situación que viene siendo estudiada por SEDAPAT, para disminuir el fenómeno de contaminación ambiental y posible recuperación de este recurso de este recurso hídrico para las actividades agrícolas e industriales.

Para la evacuación de aguas residuales se

prevé la construcción de una planta de tratamiento de aguas servidas.

Ubicándose las lagunas de oxidación en el Cortijo, Buenos Aires, Covirt, La Mochica y La Encalada.

En la actualidad se están efectuando trabajos de rehabilitación de colectores en el centro cívico y reequipamiento de la cámara de bombeo.

4.6.3 **Servicio Eléctrico**

El servicio eléctrico es administrado por HIDRANDINA.

El Sistema Interconectado Centro Norte (SICN) suministra la energía eléctrica a Trujillo a través de una línea de transmisión, cuya fuente principal es la Central Hidroeléctrica del Cañón del Pato (Huallanca).

La capacidad instalada de energía eléctrica en Trujillo es de 82,400 KW, que incluye: un turbo gas (instalado en la subestación Sur de Trujillo) de 20,000 KW, que actualmente está siendo reparado por ELECTROPERU. Una subestación Norte ubicada frente al Parque Industrial con una capacidad instalada de 29,000 KW.

El rápido crecimiento urbano en los últimos años ha originado el agotamiento de la capacidad y la antigüedad de la infraestructura eléctrica instalada.

Para lo cual se están realizando los estudios para superar el déficit energético existente.

Aprovechando las aguas del PE CHAVIMOCHIC, se construirá 3 centrales hidroeléctricas llamadas Cola, Virú y Pie de Presa, que se podrían conectar a las líneas de transmisión Chimbote y Trujillo.

En la actualidad HIDRANDINA prevé la renovación de la línea que une los Patios Norte y Sur (5 Km) que está semi inutilizada, haciendo un nuevo tendido de redes con mayor capacidad de transmisión para superar la sobrecarga. A la vez se ve la posibilidad de adquirir un nuevo turbo gas, electrificar los asentamientos humanos con líneas de 10 KW y mejorar los subsistemas de distribución primaria de Trujillo.

4.6.4 **Servicio Telefónico**

La ciudad de Trujillo cuenta con una central telefónica que está bajo la administración de ENTEL PERU. A principios de los 80 se instaló un sistema semi electrónico que tiene discado directo, favoreciendo a los usuarios para las

llamadas de larga distancia.

A partir de 1990 se cuenta con el servicio de faximil y en 1993 con los teléfonos celulares. Dotando a la ciudad de Trujillo con los últimos avances de la telefónica nacional.

4.7 Tendencias de Crecimiento de la ciudad

La ciudad de Trujillo con una población actual cercana a los 510,000 hbtes ocupa una área urbana de 4,372.79 hás

De acuerdo a las tasas de crecimiento de la población y a la forma como se ha venido expandiendo la ciudad de manera horizontal, edificandose viviendas particulares unifamiliares, la demanda de tierras con fines de expansión urbanos será grande, teniendo en consideración que para el año 2015 la población de la ciudad será cercana al millón de hbtes, prácticamente se duplicará en el transcurso de 22 años, se requieren tomar políticas de destugurización en la zona central antigua y densificación de las urbanizaciones y pueblos jóvenes, de lo contrario se de seguir el crecimiento espontaneo de la ciudad se requerirá de una área equivalente a la que existe en la actualidad.

La tendencia de crecimiento de la ciudad es ocupar las áreas próximas a las existentes, las urbanizaciones residenciales nuevas tienden a seguir ocupando los terrenos de cultivo del valle de Santa Catalina (Moche).

En la actualidad se está urbanizando la zona oeste y noroeste de la ciudad, en los antiguos cañaverales de la Cooperativa El Cortijo.

Los pueblos jóvenes siguen creciendo por medio de ocupación precaria o compras irregulares de terrenos eriazos al norte de la ciudad, en la zona que corresponde a la comunidad campesina de Huanchaco, arqueológica de Chan Chan y al Parque Industrial.

El distrito de La Esperanza crece a lo largo de la carretera Panamericana, la parte alta y el distrito de Florencia de Mora continúan escalando progresivamente las laderas del Cerro Cabras, formado por un manto de arena eólica suelta, El Porvenir tiende a seguir ocupando el sector de río Seco.

De acuerdo al último censo Victor Larco ha tenido el mayor crecimiento poblacional y se expande a lo largo del litoral del Balneario de Buenos Aires.

CAPITULO V

CARACTERISTICAS DEL

SUELO DE CIMENTACION

CAPITULO V

EL SUELO DE CIMENTACION

5.1 Geología de la zona

La ciudad de Trujillo se encuentra ubicada, en el sector costero comprendido entre Paracas y Paita, forma parte del complejo geológico ribereño, caracterizado por haber sido formado por una sucesión de eventos geológicos de la corteza que ha delineado su configuración actual.

En terminos generales, los procesos geológicos han sido: sucesivas sedimentaciones en ambientes continentales y marinos, magmatismo y tectonismo moderados, acompañados de sismos sobreimpuestos en el cuaternario por modelado sub-aéreo en relación con acarreo, de sedimentación y erosión fluvial en ambiente árido; erosión y sedimentación eólica y erosión y sedimentación marina en plataforma continental de poca profundidad.

Trujillo, ubicado en el valle del río Moche, se asienta sobre terrenos de formación geológica aluvional, del periodo cuaternario reciente, constituidos por depósitos de escombros fluviales y torrenciales interdigitado con restos de sedimentos marinos de ribera, esencialmente

son: lodos, limos, arcillas, arenas, gravas, que reposan en paquetes de tipo lenticular entrecruzado, cubiertos por escasos centímetros de suelos arcilloso-arenoso orgánico y por acumulaciones eólicas de arena. Estos depósitos están aún en un incipiente proceso de litificación y poseen espesores que varían entre 8 y 150 m.

En los fondos del valle del río Moche y las áreas de inundación en ambos casos tienen acumulaciones de limo, lodo y restos orgánicos mezclados con lentejones de arena y grava, gradualmente clasificadas en el sentido del escurrimiento fluvial.

Debajo de la cobertura, observable en afloramientos ocasionales expuestos por erosión, tectonismo o por obras, en Trujillo se hallan algunos afloramientos de sedimentos mesozoicos, constituidos por: lutitas, limonitas, areniscas, cuarcitas, calcarenitas, calizas, y estratos volcanicos sedimentarios conformados por derrames y brechas andesíticas con intercalaciones de lutitas calcarenitas carbonosas oscuras. El espesor de estas rocas varía entre 400 y 2800 m, siendo ellas muy diagenizadas y macizas. Estas rocas forman la roca de soporte de mayor profundidad.

Intruyendo a las rocas mesozoica, alrededor de la ciudad de Trujillo, se hallan afloramientos de rocas plutónicas de las familias de granito y granodiorita, conformando el subsuelo macizo del sector. Estas rocas conformantes del batolito costero, no se ha establecido aún su espesor.

En el contexto regional del área estudiada los rasgos estructurales guardan estrecha relación con la naturaleza de las rocas expuestas. Las rocas sedimentarias, principalmente las que afloran en el cuadrángulo de Otuzco, se hallan fuertemente plegadas y falladas, en cambio las rocas de fases volcánico-sedimentaria que afloran en la costa y pendientes bajas de los andes, muestran un tectonismo muy moderado. El extenso manto volcánico del lado oriental de Otuzco y Salaverry presentan suaves ondulaciones y pequeños fallamientos locales, finalmente, los numerosos cuerpos intrusivos además de su carácter transgresivo están fuertemente diaclasados.

Dentro de los rasgos estructurales mas importantes tenemos:

- La configuración sinuosa e irregular de las rocas macizas del subsuelo, que subyacen discordantemente a los depósitos cuaternarios, condición que vulnerabiliza por sectores a los suelos en función del espesor de los mismos, con relación a la roca maciza y compacta que le sirve de soporte.
- El intenso diaclasamiento de las rocas plutónicas y volcánicas que conforman la roca basamento del área, se ha observado que el diaclasamiento penetra debajo de la cobertura de depósitos cuaternarios, siendo difícil pronosticar su comportamiento y magnitud en caso de vibraciones sísmicas.

5.2 **Geomorfología de la Zona**

La zona en estudio está clasificada como unidad geomorfológica: Pampa costera. Esta unidad geomorfológica se desarrolla a manera de una faja paralela a la costa, desde el nivel del mar hasta una altitud aproximada de 200 mts. y presenta notables ensanchamientos en las porciones correspondientes a los valles.

La geomorfología local lo describimos a continuación: El sector Salaverry- río Moche tiene una forma triangular, mas o menos plana, y está constituido por depósitos eólicos y marinos en el extremo sur cerca del puerto de Salaverry y por depósitos eólicos-aluviales, predominantemente finos, hacia los alrededores de Moche. En el lado oriental afloran rocas intrusivas en los cerros Blanco, Chico y Ochiputur que están parcialmente cubiertos por depósitos eólicos. Al pie de estos cerros se encuentran depósitos aluvionales antiguos, que terminan en una fuerte pendiente y más de 50 m de desnivel que se continua en el escarpado cerro Salaverry y hacia el sur. Este escarpe debería su origen a la erosión marina.

El sector río Moche-río Seco, tiene una formación casi rectangular y se halla limitado hacia el este por el pilar tectónico que constituyen los cerros Cabras, El Porvenir, Pesqueda y que se continúan en alinamiento de cerro Blanco. Al norte, el cerro La Virgen establece el levantamiento del basamiento hacia este sector.

En el río Seco se observa una secuencia completa de terrazas fluvio aluvionales.

La terraza fluvioaluvional antigua se presenta acantilado en la línea de costa tanto al norte como al sur de Huanchaco. Un corte observado en un pequeño barranco al norte de Huanchaco, de paredes casi verticales presenta de 6 a 8 m de materiales subangulosos a subredondeados constituidos por rocas intrusivas, volcánicas, cuarcitas y más raro calizas.

Las gravas y cantos rodados tienen tamaño de 2 a 6 cm y 8 a 10 cm que predominan y bloques de 30 a 50 cm. La matriz es arena gruesa de disgregación y arena fina de origen eólico, debajo se observa unos 5 m de arena predominantes de origen eólico y de disgregación, con lentes delgados de gravas y en la base unos 15 m de materiales gruesos subangulosos y subredondeados.

Los depósitos aluviales actuales y de la última terraza presentan características similares lo que indica condiciones de sedimentación muy semejantes.

Los depósitos de la quebrada de León, mayormente angulosos y permeables constituyen un cono aluvial que se extiende al este y noreste de la ciudad de Trujillo. Entre este cono y la línea de costa los sedimentos han sido retrabajados constituyendo un cono -terracea fluvioaluvional.

Una parte de la ciudad de Trujillo tiene una cubierta de arena eólica de 5 a 6 m de espesor en promedio que se

hace muy gruesa en la zona de La Esperanza, Florencia de Mora y El Porvenir donde alcanzarían hasta 34 m.

En las margenes del río Moche se presenta la última terraza fluvial que entre Barraza y la línea de costa llega a casi 2 km. de ancho, en su borde norte se observa un canal antiguo del río que llega hasta cerca del mar al sur de Trujillo y Victor Larco.

5.3 **Topografía local**

Las zonas ocupadas por el Centro Histórico, los barrios antiguos y las urbanizaciones residenciales tiene una topografía plana, con una pendiente entre 1% y 1.5%, y está a una altura sobre el nivel del mar comprendida entre los 18 metros a los 50 metros.

Los terrenos comprendidos entre el mar (Buenos Aires) y los 18 metros de cota son sin embargo de menor pendiente de apenas 0.5%.

Las laderas de los cerros "Cabras", "Mampuesto" y el "Presidio" ocupadas por los distritos de "La Esperanza", "Florencia de Mora" y "El Porvenir", respectivamente, poseen una topografía menos uniforme y de pendientes pronunciadas y están comprendidos entre las cotas sobre el nivel del mar de 70 metros a los 150 metros.

(Plano No. 5.1)

5.4 **Perfiles de Suelos**

En el presente trabajo se ha recopilado la información

de 23 estudios de suelos realizados en la ciudad de Trujillo, distribuidos en los diferentes sectores de la ciudad de acuerdo al plano 5.2. Donde se puede observar el perfil de suelos, naturaleza del terreno, la clasificación correspondiente de los mismos de acuerdo al SUCS y la resistencia admisible a nivel de cimentación superficial.

A continuación presentamos el resumen de los perfiles de suelos encontrados por distritos y sectores:

- Distrito de Trujillo

En la zona central antigua, el perfil de suelo es uniforme y está constituido por una capa superior de material de relleno, formado por arena limosa, pedazos de ladrillo, y pajas en estado suelto; alcanza profundidades que varían hasta los 2 m. A continuación encontramos, arena fina (SP-SM), pobremente graduada, mezclados con pequeños lentes de limo y arcilla, color amarillento, variando su densidad relativa con la profundidad, de baja a mediana. Varía en profundidad de 2 a 7 m. En el estrato subyacente, encontramos arena fina y gruesa con limo inorgánico no plástico, fuertemente cimentada (SM), en profundidades que varían de 7 a 11 m. En esta zona la capacidad admisible del terreno es de 1 kg/cm².

En las urbanizaciones residenciales ubicadas alrededor de la zona central antigua, encontramos perfiles de suelos homogéneos. Constituidos por una

capa superior de de tierra de cultivo, arcilla de baja plasticidad, en profundidades que varían hasta los 2 m según los sectores. En la capa subyacente encontramos arena limosa (SP-SM), pobremente graduada de grano fino y redondo, algo húmeda y de color amarillo, con limo inorgánico plástico. Se presenta lentes de arena gruesa. Presenta densidad relativa media. Varía en profundidad hasta los 5 m. En esta zona la capacidad admisible del terreno es de 1 kg/cm².

En el sector de la Ciudad Universitaria encontramos, arena limosa (SM), arena pobremente graduada de grano fino y redondo, con inclusiones de grava de 1/2", medianamente densa. El espesor del estrato superior tiene 3m. En el estrato subyacente se tiene arena bien graduada de grano redondo con pequeño porcentaje de limo inorgánico no plástico (SW-SM). Presencia de grava de 1 1/2" a 1/4". Densidad relativa muy densa. En profundidades que varía hasta los 6.50 m. La capacidad admisible del terreno es de 2 kg/cm².

- En el Distrito de Victor Larco

El perfil de suelo encontrado: en la capa superficial arena limosa (SM), de grano fino contaminada con material orgánico, alcanza profundidades de 1.20 m. El estrato subyacente es arena limosa pobremente graduada de grano fino (SP-SM), color amarillo y plomo con diferentes porcentajes de limo orgánico no plástico,

medianamente densa. Alcanza profundidades de 4 m.

En esta zona encontramos el nivel freático casi superficial.

La capacidad admisible del terreno es de 0.5 kg/cm² para una profundidad de cimentación superficial de 1 m de profundidad.

- En el distrito de El Porvenir

El perfil de suelo encontrado: en el estrato superficial arena pobremente graduada de grano muy fino (SP-SM), de forma redondeada, seca de color marrón claro. Presencia de conchuelas. Densidad relativa: suelta hasta los 0.50 m, medianamente densa hasta 1 m de profundidad. Varía el espesor del estrato hasta 1.50 m. En el estrato subyacente encontramos arena pobremente graduada de grano fino (SP), seca color marrón claro. Presencia de limo inorgánico no plástico en un 5%. Densidad relativa: densa. El espesor del estrato varía hasta los 3.50 m.

- Distrito de La Esperanza y Florencia de Mora

El perfil de suelo encontrado: Arena fina con pequeños porcentajes de de limo (SP), arena pobremente graduada de grano fino, de forma redondeada, seca de color marrón claro, con 4% de limo inorgánico no plástico. Estrato de características uniformes. Densidad relativa: Hasta

los 0.50 m suelta, a 1 m medianamente densa, a los 3.50 m densa.

En el sector del Parque Industrial, los perfiles estratigráficos son homogéneos, variando sólo en su potencia y compacidad. Superficialmente encontramos arena de origen eólica, hasta 0.50 m, de granulometría fina a media, continuando el mismo tipo de arena (SP-SM), con pequeños lentes de limos arenosos hasta los 3 m, con presencia de gravillas y gravas, en estado relativamente seco. Luego encontramos el estrato de conglomerado (GP-SP), arena semigruesa con bajos porcentajes de finos que empaca grava y gravillas subangulosas en un 40% a 60%, así como bolones que alcanzan 10" de diámetro, este estrato tiene mediana compacidad. La capacidad admisible en este sector varía de 1.5 kg/cm² a 2 kg/cm².

Concluyendo podemos precisar:

- En general la ciudad de Trujillo presenta un suelo homogéneo: arena pobremente graduada de grano fino a medio, que varían en potencia, compacidad y resistencia en los diferentes sectores de la ciudad.
- El primer estrato con una profundidad de 2 m. se lo puede considerar material de relleno o tierra de cultivo dependiendo del sector.

- Los estratos sucesivos son una combinación de arena pobremente graduada de grano fino a medio con pequeños porcentajes de limo y/o arcilla.
- En el distrito de La Esperanza en la zona destinada al Parque Industrial se puede apreciar la existencia de hormigón, grava pobremente graduada con presencia de piedras medianas y grandes.

5.5 Nivel Freático

La ciudad de Trujillo es abastecida de agua potable a través de la explotación del agua del subsuelo por medio de pozos.

De acuerdo a la información proporcionada por la Empresa SEDAPAT sobre la evaluación de la extracción de agua a Noviembre de 1992, se pudo determinar el nivel estático de la napa freática (Anexo Información de los Pozos de Agua de la Ciudad de Trujillo). Reflejada dicha información en el Plano 5.3 se zonificó la ciudad de Trujillo de la siguiente manera:

ZONA	PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (m)
1.- Distritos La Esperanza y Florencia de Mora	55 a 65 mts.
2.- Distrito El Porvenir	30 a 50 mts.
3.- Central Antigua	25 a 35 mts.

4.- Urb. Residenciales al Norte del Centro Civico	30 a 40 mts.
5.- Urb. Residenciales al Sur del Centro Civico	15 a 25 mts.
6.- Distrito de Victor Larco	0 a 10 mts.
6.1 Balneario de Buenos Aires	0 a 3 mts.

Concluyendo:

- El nivel freático se encuentra a pocos metros de la superficie en la zona Oeste (Distrito de Victor Larco) y Sur (Cerca al Río Moche) de la ciudad de Trujillo.
- El acuífero es recargado por la filtración de agua del río Moche, especialmente en los meses de verano.

5.6 Intensidades sísmicas esperadas según el tipo de suelo en la ciudad de Trujillo

Como se ha visto en los capítulos anteriores en la ciudad de Trujillo se esperan intensidades sísmicas altas para un sismo de determinada magnitud. De acuerdo a las condiciones naturales de sitio, la historia sísmica y tomando como referencia los daños producidos por sismos anteriores en las diferentes ciudades del Perú que tienen similares características que Trujillo

y en concordancia con el estudio de "Microzonificación para la Prevención y Mitigación de desastres de la ciudad de Trujillo" de Edwin Romero (1994), se zonificó a la ciudad de la siguiente manera:

- Zona I

Suelo intermedio, compuesto por capas de arenas de 0.5 a 8 m de profundidad, con densidad relativa media, mal graduadas. Después de los 8 m encontramos material conglomerado. La napa freática se encuentra a una profundidad de 20 m a 40 m, dependiendo de la topografía.

Esta zona comprende el Centro Histórico, los barrios antiguos, y las urbanizaciones residenciales que se encuentran a su alrededor.

En esta zona no hay posibilidad de asentamientos de edificaciones de pocos pisos por densificación durante sismos. Sin embargo la interacción suelo estructura pueden ser mayores que en otras zonas. En general se puede afirmar que en esta zona se tiene mejor comportamiento sísmico que en las demás. Posible amplificación de ondas. Se esperan intensidades sísmicas probables de grado VIII en la escala MMLA-92.

- Zona II

Suelo intermedio, compuesto por estratos de arenas de sueltas a medianamente densas con la

profundidad, sobre capas de arena semicompactas. El estrato conformado por gravas se encuentran a profundidades mayores de 10 m. El nivel freático se encuentra entre los 5 y 15 m de profundidad.

Esta zona comprende las urbanizaciones residenciales que se encuentran al sur oeste de la ciudad, se esperan intensidades sísmicas probables de grado VIII+ en la escala MMLA-92. Los asentamientos debido a densificación durante acciones sísmicas para edificaciones de dos pisos pueden ser despreciables. Para mayores niveles la cimentación debe ser correctamente diseñada.

- Zona III

Suelos sísmicamente desfavorables.

Compuesto por capas de arena muy suelta en los estratos superficiales, con nivel freático casi superficial. Esta zona comprende el balneario de Buenos Aires (distrito de Victor Larco), puede presentarse problemas de licuación de suelos debido a efectos sísmicos.

Se esperan intensidades sísmicas probables de grado IX en MMLA-92.

- Zona IV

Compuesto por arenas eólicas, faldas del cerro "Cabras", sueltas en los estratos superficiales a

semicompactos en los estratos subyacentes. Puede haber amplificación de ondas. Esta zona comprende los populosos distritos de La Esperanza, Florencia de Mora y El Porvenir.

En esta zona se espera intensidades sísmicas de grado IX MMLA-92. Puede presentarse problemas de asentamientos para las edificaciones debido a la densificación durante acciones sísmicas.

(Plano 5.4)

CAPITULO VI

VULNERABILIDAD SISMICA

DE LA CIUDAD DE TRUJILLO

CAPITULO VI

VULNERABILIDAD SISMICA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO

La vulnerabilidad de cualquier elemento estructural o socioeconómico expuesto a un peligro natural es su probabilidad de ser destruido, dañado o perdido.

El estudio de la vulnerabilidad de una ciudad es muy importante porque nos permite conocer el grado de exposición física de los bienes materiales y de la población para poder tomar medidas preventivas ante un desastre.

La ciudad de Trujillo desde la época colonial hasta nuestros días ha sido sacudida por varios sismos que han causado víctimas y daños en las edificaciones, debido a que se encuentra ubicada en una área comprendida en la zona de influencia de interacción de la Placa de Nazca y de la Sudamericana que constituye un lugar de alta sismicidad.

Las condiciones de vulnerabilidad sísmica física de una ciudad se dan cuando se presentan los dos factores siguientes:

- Los asentamientos humanos se ubican en áreas de alta actividad sísmica, y
- La forma de construcción no ofrece resistencia sísmica.

En este capítulo vamos a evaluar las principales características que muestran las edificaciones y los asentamientos humanos.

La metodología empleada ha sido la siguiente:

De acuerdo al estudio de la evolución urbana de Trujillo, se zonificó la ciudad por sectores homogéneos.

Para la evaluación de las edificaciones se determinó los diferentes tipos existentes por sectores, mediante muestreo, correlacionando materiales, técnicas de construcción, estructuración (cimentación, espesor y altura de los muros, tipos de refuerzos y techos, altura de edificación, etc.).

Para la evaluación de los asentamientos humanos se tomó en cuenta la estructura urbana (disponibilidad de áreas libres, ancho de calles, pasajes y accesos), tipos de edificaciones y la densidad poblacional.

Interrelacionando los aspectos físicos de las edificaciones y los asentamientos humanos, con las condiciones locales de suelos, estudiadas en el capítulo anterior, se ha podido determinar los diferentes grados de vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Trujillo.

6.1 **Vulnerabilidad sísmica física de las edificaciones.-**

De la muestra tomada a las edificaciones en los diferentes sectores de la ciudad se ha podido comprobar que en Trujillo se construye en forma masiva con adobe y albañilería de ladrillo, en poca proporción se ha encontrado otro sistema constructivo.

6.1.1 **Tipos de edificaciones :**

De acuerdo a las características generales de las edificaciones hemos determinado 4 tipos de edificaciones de adobe, 3 tipos de edificaciones de albañilería de ladrillo y 1 tipo de edificación de concreto armado. Existe un grupo formado por edificaciones de quincha, madera y esteras que no han sido considerados en esta parte del estudio por representar porcentajes poco significativos en la ciudad.

a) **Edificaciones de tierra.-**

En Trujillo se ha construido con tierra desde tiempos prehispanicos, y se ha continuado en la colonia, república hasta nuestros días. De acuerdo a las características que presentan se las han clasificado:

(Plano No. 6.1, 6.2, 6.3)

Tipo A-1

Son las edificaciones de origen colonial y la

república. La gran mayoría son de 1 piso, en poca proporción se encuentran de 2 pisos. Presenta cimentación de piedra con barro.

En el caso de las viviendas de 1 piso, los muros son de tapial o adobe, con espesores de 40 a 80 cm, con techo de vigas de madera y cobertura de caña o esteras.

En las viviendas de 2 pisos, el segundo piso son muros de adobe o quincha; el techo del primer piso son vigas y entablado de madera, el techo del segundo piso son vigas de madera con cobertura de caña o esteras.

La altura de entrepiso es de 3.50 m. Los dinteles son de madera. Tienen una antigüedad superior a los 100 años. Las dimensiones del terreno son: ancho de 10 a 25 m y largo de 30 a 50 m..

Localización: Este tipo de edificación se encuentra en el centro histórico.

Tipo A-2

Son edificaciones de principios de este siglo. Tienen cimentación de tapial, los muros son de adobe de 40 cm de espesor. Las dimensiones de cada adobe son: 40x18x8 cm.. La altura de entrepiso va de 3 a 3.50 m. No tiene viga collar.

Se diferencian del caso anterior porque tienen entre 40 y 100 años de antigüedad, y las dimensiones del terreno son mucho menores: ancho de 4 a 10 m por largo de 20 a 30 m.

Localización: Este tipo de edificación se encuentra en el centro histórico y barrios antiguos.

Tipo A-3

Este tipo de edificación se ha utilizado en los últimos 40 años. No tiene cimentación, en el mejor de los casos colocan las tres primeras hiladas con la mayor dimensión del adobe. Utilizan unidades de adobe de 40x18x8 cm o ladrillo de arcilla sin cocer de 24x 14x 9. Los espesores de muros son de 20 y 25 cm respectivamente. Son de 1 piso, con altura de entrepiso de 2.20 a 2.50 m.. Tiene dinteles de madera o de concreto. El techo es ligero con vigas de madera cobertura de caña, esteras, calamina, eternit, ondulit, etc.. No presenta viga collar. Las dimensiones del terreno son: ancho de 5 a 10 m por largo de 15 a 20 m.

Localización: Este tipo de edificación se encuentra en los barrios antiguos y en los actuales distritos El Porvenir, Florencia de Mora, La Esperanza y Victor Larco.

Tipo A-4

Este tipo de edificación se está utilizando en los últimos 25 años. Tiene cimentación corrida de concreto. Los muros son de ladrillo de arcilla sin cocer, con dimensiones de la unidad de albañilería de 24x14x9 cm, el espesor de muros es de 15 cm, en algunos casos presenta reforzamiento con columnas de amarre de concreto, el techo por lo general es ligero como en el caso anterior, en casos aislados se ha observado techos de concreto aligerados. Las dimensiones del terreno son similares al caso anterior.

Localización: Este tipo de edificación se encuentra en los pueblos jóvenes del distrito de Trujillo, y en los actuales distritos El Porvenir, Florencia de Mora, La Esperanza y Victor Larco.

- b) **Edificaciones de albañilería de ladrillo de arcilla.**

Tipo B-1

Son edificaciones que tienen mas de 30 años de antigüedad. El sistema constructivo es el de muros portantes, tiene los siguientes elementos: cimentación corrida de concreto ciclópeo, muros portantes en aparejos de

cabeza (25 cm espesor de muros), muros de tabique en aparejos de soga (15 cm espesor de muros), no presenta columnas de amarre, dinteles de concreto y techo de losa aligerada con un espesor de 20 cm.

En su gran mayoría son edificaciones de 1 y 2 pisos, en menor escala se encuentran edificaciones de 3 y 4 pisos. En casos aislados se observa que los pisos adicionales cuentan con columnas de amarre de concreto. La altura de entrepiso es de 2.40 m. Las dimensiones de los terrenos son de 10 a 15 m de ancho por 20 a 30 m de largo.

Localización: Este tipo de edificación se encuentra en el centro histórico, barrios antiguos y primeras urbanizaciones.

Tipo B-2

Son edificaciones que tienen menos de 30 años de antigüedad. El sistema constructivo utilizado es el de muros portantes, tiene los siguientes elementos: cimentación corrida de concreto ciclópeo, muros portantes en aparejos de cabeza (25 cm de espesor de muros), muros tabiques en aparejos de soga (15 cm de espesor de muros), columnas de amarre de concreto espaciadas de 3 a 5 m, vigas de amarre en muros, vigas soleras y dinteles de concreto armado, techo de losa aligerada con un espesor

de 20 cm. La altura de entrepiso es de 2.40 m. En mayor proporción son edificaciones de 1 o 2 pisos, en menor proporción son de 3 o 4 pisos. Las dimensiones de los terrenos son de 8 a 10 m de ancho por 20 a 25 m de largo.

Localización: Este tipo de edificación se encuentra en toda la ciudad.

Tipo B-3

Son edificaciones que tienen menor de 25 años. La cimentación es corrida de concreto o no la tiene. Los muros son de ladrillo de arcilla con espesores de 25 y 15 cm. El mortero es de barro o arena- cemento . No tienen elementos sismos resistentes y el techo es ligero con vigas de madera y cobertura de caña, esteras, calamina, eternit, ondulit, etc. La altura de entrepiso es de 2.20 a 2.40 m.

La dimensión del terreno es de 6 a 8 m de ancho por 15 o 20 m de largo.

Localización: Este tipo de edificación se encuentran en los pueblos jóvenes de Trujillo, y los distritos de El Porvenir, Florencia de Mora, La Esperanza y Victor Larco.

c) **Edificaciones de concreto armado**

Son construcciones de concreto armado que tienen estructuración aporticada. La cimentación son zapatas para las columnas y cimientos corridos de concreto ciclópeo para los muros. Los muros son de albañilería de ladrillo de arcilla cocido. El techo es de concreto aligerado. En general la altura de entrepiso para el primer nivel es de 3.0 a 3.50 m, para los pisos sucesivos 2.40 m.

Localización: Este tipo de edificación se encuentra en el centro histórico, barrios antiguos y urbanizaciones.

6.1.2 **Evaluación de las edificaciones**

a) **Materiales usados en las edificaciones:**

En este punto vamos a tomar como base los resultados finales del censo de vivienda realizados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en el año 1993.

Para el caso de viviendas particulares, se han encontrado los siguientes materiales de construcción:

Muros:

Material	Edificaciones	Porcentaje
- Ladrillo:	46,309	46.4%
- Tierra:	50,902	50.9%
- Esteras:	2,098	2.1%
- Otros:	555	0.6%
Total:	99,864	100.0%

Techos:

- Concreto armado:	38,556	38.6%
- Caña o esteras:	48,558	8.6%
- Madera:	510	0.5%
- Calamina o fibra de cemento:	8,048	8.1%
- Otro material:	4,192	4.2%
Total:	99,864	100.0%

De acuerdo a la muestra que se ha tomado y a la zonificación utilizada en este trabajo se ha estimado como se distribuyen las edificaciones en función de los materiales de construcción.

La mayor concentración de edificaciones de adobe se dan en los distritos El Porvenir, Florencia de Mora, los pueblos jóvenes de los distritos La Esperanza y Victor Larco en porcentajes que varían del 80% al 85% del

CUADRO No. 6.1

DISTRIBUCION DE LAS VIVIENDAS PARTICULARES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO.
SEGUN LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION, POR DISTRITOS.

DISTRITO	POBLACION	VIVIENDAS	LADRILLO	ADOBE	ESTERAS	OTRO
TRUJILLO	245.984	48.232	36.388	11.579	-	265
PORVENIR	80.698	15.823	1.890	13.157	688	88
FLORENCIA	35.806	7.020	840	5.821	320	39
ESPERANZA	105361	20.659	4.075	15.539	929	116
VICTOR L.	41.463	8.130	3.116	4.808	161	45
TOTAL	509.312	99.864	46.309	50.904	2.098	553
Porcentaje		100.0	46.4	51.0	2.1	0.5

FUENTE: INEI: Censos Nacionales de Vivienda 1993.
Elaboración : Propia

CUADRO No. 6.2

DISTRIBUCION DE LAS VIVIENDAS PARTICULARES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO.
SEGUN SECTORES.

DISTRITOS	POBLACION	VIVIENDAS	MATERIALES DE CONSTRUCCION			
			LADRILLO	ADOBE	ESTERAS	OTRO
TRUJILLO	245984	48232	36388	11579	0	265
C.Histórico	20000	3922	1365	2457	0	100
Barrios Ant.	53267	10445	3004	7276	0	165
Urbanizacion	159117	31199	31199	0	0	0
PPJJ	13600	2666	820	1846	0	0
PORVENIR	80698	15823	1890	13157	688	88
FLORENCIA	35806	7020	840	5821	320	39
ESPERANZA	105361	20659	4075	15539	929	116
Urbanizacion	7361	1443	1443	0	0	0
PPJJ	98000	19216	2632	15539	929	116
VICTOR L.	41463	8130	3116	4808	161	45
Barrios Ant.	1700	333	30	288	0	15
Urbanizacion	12463	2444	2444	0	0	0
PPJJ	27300	5353	642	4520	161	30

FUENTE: INEI. Censo Nacional de vivienda 1993.
Elaboración: Propia

total de viviendas en dichos sectores. En el Centro Cívico y los barrios antiguos y pueblos jóvenes del distrito de Trujillo alcanzan del 60% al 70% del total de las edificaciones.

La mayor concentración de edificaciones de albañilería de ladrillo, se da en las urbanizaciones residenciales de los distritos de Trujillo, Victor Larco, y La Esperanza, en casi un 100% . En el Centro Cívico, los barrios antiguos y en los pueblos jóvenes del distrito de Trujillo alcanzan del 30% al 35%. En los pueblos jóvenes de los distritos La Esperanza, Victor Larco, y los distritos El Porvenir y Florencia de Mora en un 12% a 15%.

En los nuevos pueblos jóvenes que se están formando en los distritos de La Esperanza, El Porvenir, Florencia de Mora y Victor Larco se encuentran edificaciones de esteras, representando del 3.5% al 5.5% del total de viviendas existentes en dichos sectores.

En las zonas antiguas de la ciudad de Trujillo se han encontrado edificaciones de quincha, representando al 2% del total de viviendas de dichos sectores.

(Plano No.6.4, 6.5) (Cuadros Nos. 6.1, 6.2)

b) **Estructuración de las edificaciones**

Los diferentes tipos de edificaciones de adobe

y ladrillo que se han encontrado en Trujillo, nos dan una pauta de como ha ido cambiando la estructuración de las edificaciones de acuerdo con la evolución de la ciudad.

En el caso de las edificaciones de adobe el espesor de los muros ha ido disminuyendo paulatinamente; en las edificaciones de los tipos A-1 y A-2, se tienen espesores de que varían de 40 cm a 80 cm; en las del tipo A-3, se tienen espesores que varían de 20 cm a 25 cm y en las del tipo A-4 son de sólo 15 cm. Esto se debe a la reducción de las dimensiones de los lotes del terreno y al uso de ladrillos de arcilla sin cocer.

En forma general las edificaciones de adobe no presentan refuerzos (horizontales y verticales), ni elementos de confinamiento (columnas de amarre y vigas collar), y el techo es ligero.

En el caso de las edificaciones de albañilería de ladrillo, a raíz del terremoto del 31 de Mayo de 1970, se ha generalizado la estructuración en base a muros portantes con elementos de confinamiento. Anteriormente se construía sin columnas de amarre.

Un defecto estructural que presentan las edificaciones de albañilería de ladrillo, es que tienen una adecuada densidad de muros en

el eje longitudinal de la edificación, y baja densidad de muros en el eje transversal. Esto se debe a la forma rectangular que tienen los lotes de terreno.

Ultimamente en las nuevas urbanizaciones y en los pueblos jóvenes se está construyendo edificaciones del tipo B-3, que tienen techos ligeros y los muros no presentan vigas collar.

Las edificaciones de concreto armado son pocas y están estructuradas en base a pórticos, se utilizan por lo general en locales comerciales y en edificios de departamentos.

En el caso de las edificaciones de concreto armado, se puede observar que la mayoría presenta un defecto estructural, debido a la presencia de columnas cortas. Los casos más frecuentes se dan en las edificaciones de uso comercial en su primer piso, debido a que requieren ambientes altos para el almacenamiento de ciertos productos, la altura de entrepiso puede alcanzar de 3 a 3.50 m., y en zonas de puertas y ventanas se presenta este caso.

En cuanto a la altura de edificación y número de pisos, la ciudad de Trujillo está considerada como una "ciudad chata", debido a que la gran mayoría de las edificaciones son de 2 o 1 pisos. Esto se debe en gran medida a

los materiales que se utilizan para la edificación de viviendas y al tipo de suelo que tiene la ciudad. Por lo general las edificaciones mayores de 3 pisos son utilizados como hoteles, centro comerciales y oficinas

En las edificaciones antiguas de adobe la altura de entrepiso es de 3.50 m y en las mas recientes es de 2.20 m. En las edificaciones de albañilería de ladrillo de arcilla la altura de entrepiso es de 2.40 m por lo general.

En la muestra que se tomó para realizar este trabajo de investigación obtuvimos los siguientes resultados:

Para edificaciones de adobe se encontró que un 58.8% tienen altura de entrepiso de 2.20 a 2.40 m, el 41.2% tiene altura de entrepiso entre 2.50 a 3.50 m; edificaciones de 1 piso en un 91.2% y edificaciones de 2 pisos en un 8.8%.

Para edificaciones de albañilería de ladrillo se encontró 50.0% de 1 piso, 47.4% de 2 pisos y sólo 2.6% mayor de 3 pisos.

c) **Antigüedad de las edificaciones**

De acuerdo a la evolución urbana de la ciudad

se ha podido determinar en forma global la antigüedad de las edificaciones teniendo en consideración que en Trujillo la renovación de las viviendas se dan en casos aislados y no por políticas municipales ni gubernamentales.

Las edificaciones mayores de 60 años se estiman en 5,750 que representan al 5.8% de las edificaciones actualmente existentes y se localizan en el Centro Histórico y la primera etapa de expansión de los barrios antiguos: Chicago, La Unión, Miraflores y Mansiche.

Las edificaciones entre 40 y 60 años de antigüedad se estiman en 10,200 unidades que representan el 10.2% de las edificaciones existentes actualmente y se encuentran localizadas en el Centro Histórico; en los barrios antiguos anteriormente mencionados y en su expansión posterior; además en El Molino, Moche, Torres Araujo, Mampuesto, Huamán, Buenos Aires; en las primeras urbanizaciones: Santa Inés, 1ra. Etapa de Palermo, San Andres, California y en las primeras invasiones que formaron las barriadas El Porvenir y La Esperanza, posteriormente convertidos en los distritos del mismo nombre.

Las edificaciones entre 20 y 40 años de antigüedad se estiman en 31,900 unidades que representan el 31.9%. En el distrito de Trujillo suman aproximadamente 11,600 y se

localizan en las urbanizaciones que aparecieron hasta inicios de la de la década de los setenta; en los pueblos jóvenes que aparecieron después del terremoto del 31 de Mayo de 1970 como son: Monserrate, El Bosque, El Alambre, y Santa Isabel. En el distrito de Victor Larco se estiman 2,450 viviendas. En el distrito de El Porvenir se estiman 10,050 viviendas y en el distrito de La Esperanza aproximadamente 7,750 viviendas.

Las edificaciones con menor de 20 años estiman en 52,073 unidades que representan al 52.1% del total de viviendas existentes. Distribuyendo por distritos tenemos: Trujillo 23,161 unidades, Victor Larco 5,255 unidades, El Porvenir 4,399 unidades, La Esperanza 12,238 unidades y Florencia de Mora 7,020 unidades.

(Plano 6.6)

En la muestra que se tomó se obtuvieron los siguientes resultados:

Para edificaciones de adobe el 29.4% tiene antigüedad mayor de 40 años; 38.2% antigüedad entre 20 y 40 años y 32.4% antigüedad menor de 20 años.

Para edificaciones de albañilería de ladrillo el 30.3% tienen una antigüedad mayor de 20 años, 42.1% antigüedad entre 11 y 20 años, y

27.6% edificaciones menor de 10 años.

d) **Estado de conservación y grado de deterioro de las edificaciones**

De la muestra que se tomó se obtuvieron los siguientes resultados:

Para las edificaciones de tierra se han encontrado que un 39.7% presentan mal, 50% regular y 10.3% buen , estado de conservación. El 58.8 % presentan fisuras en los muros de diferente magnitud.

En el caso de las edificaciones de albañilería de ladrillo sólo el 4% presenta un mal estado de conservación, el 42.1 % regular y el 53.9% buen estado de conservación.

Las edificaciones antiguas de adobe ubicadas en el Centro Histórico y los barrios antiguos de la ciudad son las que muestran mayor grado de deterioro. Se observa en los muros debilitamiento en su parte inferior, por efectos de humedad o erosión, además de la presencia de rajaduras producidas por sismos anteriores, especialmente el de Mayo de 1970. Las vigas de los techos y los dinteles de madera se encuentran debilitadas por la acción de los insectos.

CUADRO No. 6.3

**NIVEL DE DETERIORO EN LA ZONA CENTRAL ANTIGUA
TUGURIZADA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO**

NIVEL DE DETERIORO	Sector 1	%	Sector 2	%	Sector 3	%	Sector 4	%	Sector 5	%	Sector 6	%
MUY ALTO			0.16	0.40								
ALTO	0.89	1.90	2.30	5.80					14.34	18.40	1.48	10.21
MEDIO	12.78	27.29	10.63	26.80	2.95	43.01	4.37	23.53	23.53	30.20	1.02	7.03
BAJO	33.16	70.81	26.58	67.00	3.11	56.99	5.79	40.05	40.05	51.40	12.00	82.76
TOTAL	46.83	100.00	39.67	100.00	6.06	100.00	10.16	77.92	77.92	100.00	14.50	100.00

Fuente: INADUR

Elaboración: Propia

Leyenda:

- Sector 1: Centro Histórico
- Sector 2: Chicago
- Sector 3: Moche - Torres Araujo
- Sector 4: Mansiche
- Sector 5: El Molino - La Intendencia - Aranjuez.
- Sector 6: Miraflores - Huerta Grande.

Las edificaciones de adobe ubicadas en los pueblos jóvenes presentan menor grado de deterioro.

Las edificaciones de albañilería de ladrillo, en su gran mayoría presenta un bajo nivel de deterioro, en casos aislados se encuentran con un nivel medio de deterioro.

Según INADUR en su estudio "Evaluación de las áreas Centrales Tugurizadas: Caso Trujillo", determina que alrededor del 10% de las edificaciones de esta zona tienen un nivel alto de deterioro, aproximadamente el 28% de las edificaciones, tienen un nivel medio de deterioro y el 62% de las edificaciones tienen un nivel bajo de deterioro.

(Cuadro No. 6.3)

6.1.3 **Distribución de los diferentes tipos de edificaciones**

En el cuadro No. 6.4 se ha estimado como se distribuyen los diferentes tipos de edificaciones por sectores y distritos en la ciudad de Trujillo.

En forma global se ha estimado del total de edificaciones existentes en la ciudad:

(Cuadro No.6.5)

CUADRO No. 6.4

**DISTRIBUCION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE EDIFICACIONES.
SEGUN SECTORES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO**

SECTOR	VIVIENDAS	TIPOS DE EDIFICACIONES					PORCENTAJES					TOTAL
		A-1	A-2	A-3	A-4	B-1	B-2	B-3	C	OTRO		
TRUJILLO	48232											
C.Histórico	3922	10.0	55.0			10.0	20.0		2.5	2.5	100.0	
Barrios Ant.	10445		70.0			7.5	11.0	8.5	1.5	1.5	100.0	
Urbanización	31199					2.5	90.0	6.5	1.0		100.0	
PPJJ	2666			37.5	31.5		16.0	15.0			100.0	
PORVENIR	15823		8.0	46.5	28.0	1.5	4.5	6.5		5.0	100.0	
FLORENCIA	7020			35.0	48.0	1.0	4.0	7.0		5.0	100.0	
ESPERANZA	20659											
Urbanización	1443						65.0	35.0			100.0	
PPJJ	19216		3.5	45.0	32.0	1.0	3.5	9.5		5.5	100.0	
V.LARCO	8130											
Urbanización	2444					4.0	83.0	12.0	1.0		100.0	
PPJJ	5686		7.0	51.0	27.0	1.0	3.5	7.0		3.5	100.0	

FUENTE: Propia

Elaboración: Propia

CUADRO No. 6.5

**ESTIMACION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE EDIFICACIONES.
SEGUN CIUDAD DE TRUJILLO**

TIPOS DE EDIFICACIONES	PORCENTAJE ESTIMADO	EDIFICACIONES ESTIMADAS
A-1	0.4	392
A-2	11.8	11806
A-3	22.4	22362
A-4	16.3	16324
B-1	2.6	2609
B-2	35.3	35271
B-3	7.9	7857
C	0.6	591
OTROS	2.7	2653
TOTAL	100.0	99864

FUENTE: Propia

Elaboración: Propia

NOTA:

EDIFICACIONES DE ADOBE

EDIFICACIONES DE ALBAÑILERIA DE LADRILLO

EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO

EDIFICACIONES DE OTRO TIPO

A-1, A-2, A-3, A-4

B-1, B-2, B-3.

C

OTRO

- **Edificaciones de adobe:**

El tipo A-1 representa el 0.4%, se ubican en el centro histórico; A-2 el 11.8%, se ubican en el centro histórico, barrios antiguos y las zonas mas antiguas de los actuales distritos Victor Larco, El Porvenir y La Esperanza; A-3 el 22.4%, se ubican en los pueblos jóvenes de los distritos de Trujillo, Victor Larco, La Esperanza y en los distritos El Porvenir y Florencia de Mora; y A-4 el 16.3%, se ubican en los mismos sectores que los mencionados en A-3.

- **Edificaciones de albañilería de ladrillo:**

El tipo B-1 significa el 2.6%, se ubican en el centro histórico, barrios antiguos, primeras urbanizaciones y en las zonas antiguas de los distritos populosos; B-2 el 35.3%, se ubican en todos los sectores de la ciudad; y B-3 el 7.9%, se ubican en casi todos los sectores de la ciudad con excepción del centro histórico.

- **Edificaciones de concreto armado:**

Representan al 0.6%, se ubican en el centro histórico, barrios antiguos, y urbanizaciones.

- **Otros tipos de edificaciones:**

Representan al 2.7%, se ubican en la zona

central antigua las de quincha y en los nuevos asentamientos humanos las de madera y esteras.

6.1.4 **Comportamiento sísmico de los diferentes tipos de edificaciones**

a) **Construcciones de adobe**

En general las edificaciones de adobe son sísmicamente débiles. Las experiencias de los sismos demuestran que las edificaciones de adobe pueden ser fisuradas a la intensidad de VI MMLA-92, amplias rajaduras puede producirse a la intensidad VII MMLA-92, y colapso parcial o total a intensidades VIII o IX MMLA-92. El daño es mas severo en construcciones de dos pisos que en las de un piso.

Las edificaciones de adobe ubicadas en la zona central antigua están cimentadas sobre suelos firmes (capacidad portante del suelo entre 1 kg/cm² a 1.5 kg/cm²), presentan mejores ventajas comparativas que las de los pueblos jóvenes periféricos que están cimentadas sobre suelos blandos (capacidad portante del suelo 0.5 kg/cm² a 1 kg/cm²).

Se ha visto que en todos los casos las edificaciones de adobe no cumplen con las recomendaciones del Reglamento Nacional

de Construcción. Para que las edificaciones tengan un mejor comportamiento sísmico deben estar cimentadas en suelos que tengan capacidad portante mayor de 1.5 kg/cm^2 , tengan cimentación corrida de concreto ciclópeo, sobrecimiento de concreto, el espesor de muros mayor de 30 cm, altura de entrepiso entre 2.30 y 3.0 m, refuerzos horizontales y verticales de cana o similares, todos los muros deben terminar en vigas collar de concreto o madera, etc.

Con los movimientos sísmicos las construcciones de adobe presentan falla por flexión, al actuar el muro como una losa apoyada en su base y en los elementos verticales que los arriostran. Esto se debe a las cargas de inercia horizontales producidas por el peso propio de los muros que son pesados, que actúan perpendicularmente a sus caras. Como los techos por su poco peso y flexibilidad no confinan a los muros en su borde superior, estos tienden a vibrar ligeramente en dicho borde. Por estas razones, los momentos negativos y los esfuerzos de corte que son máximos en las esquinas, originan grietas en esos puntos que se propagan desde arriba hacia abajo. Al ocurrir esto en ambos lados del muro,

este queda libre y en cantiver y se vuelcan, generalmente hacia afuera, y el techo se desploma.

Otras veces, si en la parte central hay vanos grandes, de puertas y ventanas, el momento positivo provoca grietas que parten de la parte superior y se dirigen a las esquinas de los vanos, desestabilizan esa parte del muro y colapsa.

b) **Construcciones de albañilería de ladrillo sin refuerzo de vigas y columnas.-**

Las edificaciones de ladrillo de arcilla con mortero de barro y/o arena-cemento sin refuerzos de columnas, ni vigas collar y con techo ligero tienen mal comportamiento sísmico.

Sismos de moderada magnitud podrían provocar la rotura y volteo de los muros trayendo como consecuencia la caída del techo.

Las edificaciones de muros portantes sin refuerzo estructural fué un sistema utilizado con anterioridad a las de albañilería confinada, debido a su mal comportamiento sísmico, especialmente cuando la estructura estaba situada sobre

suelo blando, ha dejado de ser práctica usual en el medio, pero existen en la ciudad un significativo número de éste tipo de edificación.

Entre las fallas típicas en edificaciones de albañilería no reforzada se tiene:

- volteo de muros de fachada, producido por acción sísmica perpendicular al plano del muro y a un débil encuentro contra la pared transversal (pese a la existencia de una conexión dentada)
- Deslizamiento de la losa del techo a través de la junta de construcción existente entre la solera o techo y la última hilada del muro. Esto se produce cuando no existe refuerzo vertical que permita una adecuada transferencia de la fuerza de inercia desde el techo hacia el muro.
- Agrietamiento diagonal del muro, producido cuando la sollicitación excede a la resistencia al corte; esto ocurre si no existe la suficiente densidad de muros en una dirección determinada.
- Caída de parapeto y tabiques no arriostrados por acción sísmica

perpendicular a su plano.

- Mala distribución de muros en la planta del edificio, lo que origina problemas de torción
- Asentamiento diferenciales. La albañilería es muy rígida y frágil a la vez; basta una mm de deformación para que esta se agriete. Los asentamiento diferenciales suelen presentarse cuando los muros son muy alargados (mas de 30 metros), cuando el suelo de cimentación es arena suelta susceptible a densificarse ante la acción de un sismo, o cuando se cimenta en arcilla expansiva.

c) **Construcciones de Albañilería de Ladrillo con refuerzo de columnas y vigas collar.**

Debido a los problemas mencionados anteriormente, en nuestro medio se comenzo a confinar los muros de albañilería mediante el empleo de elementos de concreto armado.

En este tipo de edificación el techo actúa como un diafragma rígido y al ser sometida a la acción sísmica horizontal, dicho elemento distribuye la fuerza sísmica proporcionalmente a las rigideces

de los muros, los que tienden a fallar por corte, presentándose diagonales que se intersectan, casi siempre en el centro del paño.

Si hay vanos de puertas o ventanas en el muro, las grietas diagonales se irradian a partir de las esquinas de dichos vanos.

La presencia de columnas y vigas de concreto armado incrementan considerablemente su resistencia sísmica que conjuntamente con la densidad de muro son los parámetros mas importantes que definen la calidad sismo resistente de la edificación.

La densidad de muros 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 m².

Se considera 25 cm, como espesor unitario de muro, de tal manera que para espesores menores se considera una fracción de este.

Para estudios de vulnerabilidad la construcciones de albañilería de este tipo pueden clasificarse en:

1) Débiles: Densidad de muros 12 cm/m², sin columnas de confinamiento, ni refuerzo interior en los muros.

2) Sismo Resistentes:

Densidad de muros > 12 cm/m², con columnas y vigas de concreto reforzado, o con refuerzo interior.

Densidad de muros > 25 cm/m², si no tienen columnas de amarre.

Densidad de muros < 5 cm/m², para los edificios de columnas de concreto armado.

d) **Construcciones de Concreto Armado**

Su resistencia sísmica tiene un alto grado de variabilidad, para ser simplicidad se puede agrupar en la siguiente forma:

1) Débiles: Con construcción inadecuada para resistir sismos por la presencia de columnas cortas, excentricidad en una de las direcciones principales, insuficiente separación con el bloque adyacente o edificaciones

vecinos y con otras deficiencias estructurales. No diseñada para resistir sismos, concreto de baja resistencia y ausencia de muros de corte para tomar cargas laterales.

- 2) **Normales:** Analizada y diseñada para resistir sismos con algunos muros de concreto reforzado para tomar fuerzas horizontales, sin tener una concepción ideal para resistir terremotos.
- 3) **Sismo Resistentes:** Concebidas, diseñadas y construidas para resistir sismos utilizando modernas técnicas sismo resistentes con muros de corte de concreto armado.

6.1.5 **Clasificación de las edificaciones de acuerdo a su resistencia sísmica.**

Se ha determinado esta clasificación en base al análisis del comportamiento sísmico de las edificaciones y a las condiciones locales del suelo.

Edificaciones Tipo I (Sísmicamente muy débiles)

Edificaciones de adobe antiguas con un nivel

alto de deterioro ubicadas en cualquier tipo de suelo.

Edificaciones de adobe, ladrillo de arcilla con mortero de barro y/o arena-cemento, sin elementos de refuerzo, sin vigas collar y con techos ligeros ubicadas sobre suelos blandos.

Edificaciones de quincha, esteras, madera deterioradas ubicadas sobre cualquier tipo de suelo.

Edificaciones Tipo II (Sísmicamente débiles)

Edificaciones de adobe bien estructuradas ubicadas sobre suelos firmes.

Edificaciones de albañilería y/o concreto armado con defectos de estructuración, que producen concentración de esfuerzos en algunos puntos: columnas cortas, torsión, juntas inapropiadas que causen fallas por impacto, falta de confinamiento en los muros paralelos a la dirección donde hay baja densidad de muros.

Edificaciones Tipo III (Normales)

Edificaciones de albañilería de ladrillo con refuerzos de columnas y de concreto armado que no han sido especialmente calculadas para resistir sismos presentando un defecto de

estructuración.

Edificaciones Tipo IV (Sismo resistentes)

Son las edificaciones de albañilería de ladrillo y de concreto armado, diseñadas de acuerdo a las normas de diseño sísmico, con materiales de buena calidad, buena mano de obra, e inspección rigurosa.

De manera general las edificaciones de adobe A-1, A-2, A-3 y A-4; las edificaciones de albañilería de ladrillo B-3; y las edificaciones de quincha, madera y esteras se encuentran clasificadas en las categorías sísmicamente débiles a muy débiles. Estas edificaciones son autoconstruíadas por los pobladores de bajos recursos económicos, sin control de calidad de los materiales ni asesoría técnica.

Las edificaciones de albañilería de ladrillo B-1, B-2 y de concreto armado se encuentra clasificadas en la categoría de normales. Por lo general son realizadas por maestros de obra.

En total se ha estimado que las edificaciones sísmicamente débiles (Tipo I y Tipo II) suman 61394 viviendas que representan al 61.5% del total de edificaciones de la ciudad. Las edificaciones catalogadas como normales (Tipo

III) se ha estimado en 38470 viviendas que representan al 38.5% del total de edificaciones de la ciudad.

6.2 **Vulnerabilidad sísmica física de los asentamientos humanos.** -

De acuerdo con el origen de los asentamientos humanos y las características de su estructura urbana, a la ciudad de Trujillo se la dividió por sectores: (Plano No.6.7)

- I) Centro Histórico.- con una población aproximada de 20,000 hbtes y 3,900 viviendas que representan alrededor del 3.9% del total de la ciudad.
- II) Los barrios antiguos.- con una población cercana a los 55,000 hbtes y 10,500 viviendas que representan aproximadamente al 10.8% del total de la ciudad.
- III) Las urbanizaciones residenciales.- con una población estimada en 179,000 hbtes y 35,000 viviendas que representan alrededor del 35.1% del total de la ciudad.
- IV) Los pueblos jóvenes.- con una población aproximada de 255,400 hbtes y 50,200 viviendas que representan al 50.2% del total de la ciudad.

6.2.1 Evaluación de los asentamientos humanos

Los resultados de la evaluación son los siguientes:

a) **Disponibilidad de áreas libres para poder usarse como áreas de refugio temporal**

En el Centro Histórico de la ciudad de Trujillo sólo se pueden considerar como áreas libres a la Plaza de Armas y a la Plazuela Recreo, que tienen dimensiones significativas. Después existen el Paseo de las Letras, la Plazuela Iquitos, y las Plazuelas que están en las afueras de las Iglesias Coloniales con dimensiones muy reducidas, se encuentran enrejadas y permanentemente cerradas, que no se les puede considerar apropiadas como áreas de refugio temporal.

Los barrios antiguos no cuentan plazuelas, ni con complejos deportivos abiertos para que puedan ser utilizados como áreas libres.

Las urbanizaciones residenciales, en cambio, si cuentan con parques y complejos deportivos. En algunos casos estan bien conservados, pero en su mayoría están totalmente abandonados.

La zona de pueblos jóvenes, también tienen problemas con las áreas libres, las que cuentan no son suficientes en comparación con el volumen de población existente. Tienen muy

pocos complejos deportivos o recreacionales.

b) **Ancho de calles, pasajes y accesos.-**

En el Centro Histórico se puede observar una trama regular (en forma de cuadrícula), con ancho de calles entre 10 y 16 m.. En esta zona existen sectores donde abundan casas coloniales subdivididas, quintas, callejones; por lo general los pasajes son de 1 a 2 m. de ancho, se encuentran en deplorables condiciones, el piso no está nivelado o está deteriorado y presentan paredes en eminente peligro de desplomarse.

En los barrios antiguos la trama urbana es irregular, existen calles angostas y truncas, en mal estado de conservación. Las calles son de dimensiones de 6 a 10 m y las veredas se encuentran en pésimo estado. En esta zona se encuentran la mayoría de callejones, quintas y corralones de la ciudad. Los callejones son especie de laberintos con un ancho de pasaje de 1 a 1.50 m, viven por lo general más de 20 familias. Los accesos a la calle se encuentran obstruidos por desmonte y basura acumulada.

En el caso de los pueblos jóvenes: los que se encuentran dentro del distrito de Trujillo presentan una trama urbana muy irregular con calles angostas y muchas veces truncas. Los que se encuentran asentados en los cerros "El

Presidio, "Las Animas" y "Pesqueda" no cuentan con adecuadas vías de acceso, por lo escarpado del terreno y no han sido preparados convenientemente. Los distritos de La Esperanza, El Porvenir, Florencia de Mora y Victor Larco, si cuentan con calles y avenidas amplias, su trazo urbano es regular y sólo las vías principales son asfaltadas.

c) **Grado de consolidación de los asentamientos en la ciudad de Trujillo**

De acuerdo a los parámetros que utiliza INADUR se han determinado los diferentes grados de consolidación de los distritos y en forma global de la ciudad de Trujillo. (Cuadro No. 6.6)

En los distritos de Trujillo y Victor Larco el 57.88% y el 15.84% respectivamente, del área urbana se encuentran consolidado, formado por la zona central antigua y las urbanizaciones residenciales regulares. En proceso de consolidación se encuentran el 34.84% y el 77.03% respectivamente, del área urbana, formado por las urbanizaciones residenciales nuevas y los pueblos jóvenes. En incipiente grado de consolidación se encuentran el 7.28% y 7.13% respectivamente, del área urbana que corresponde a las nuevas invaciones y habilitaciones urbanas.

CUADRO No. 6.6

GRADOS DE CONSOLIDACION DE LOS ASENTAMIENTOS EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, SEGUN DISTRITOS.

GRADO	CIUDAD		DISTRITOS											
	TRUJILLO		TRUJILLO		VICTOR LARCO		LA ESPERANZA		EL PORVENIR		FLORENCIA MORA			
	AREA	%	AREA	%	AREA	%	AREA	%	AREA	%	AREA	%		
CONSOLIDADO	1034.51	31.66	975.56	57.88	58.95	15.84								
PROCESO CONS.	1973.60	60.39	587.22	34.84	286.68	77.03	526.00	87.33	324.10	96.00	249.60	92.31		
INCIPIENTE	259.94	7.95	122.77	7.28	26.56	7.13	76.31	12.67	13.50	4.00	20.80	7.69		
TOTAL	3268.05	100.00	1685.55	100.00	372.19	100.00	602.31	100.00	337.60	100.00	270.40	100.00		

Fuente: INADUR
Elaboración: Propia.

Los distritos de La Esperanza, El Porvenir y Florencia de Mora se encuentran en proceso de consolidación en 87.33%, 96% y 92.31% respectivamente, del total de sus áreas urbanas, en incipiente grado de consolidación el 12.67%, 4% y 7.69% respectivamente, del total de sus áreas urbanas.

Tomando en su conjunto toda la ciudad de Trujillo tenemos que el 31.66% del área urbana se encuentra consolidada, en proceso de consolidación el 60.39% y en incipiente grado de consolidación el 7.95%.

d) **Densidad poblacional**

La densidad poblacional es un parámetro importante para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de una ciudad, sirve para determinar cuales son las zonas mas densamente pobladas.

En la ciudad de Trujillo no existe una distribución homogénea de la población, de acuerdo a la zonificación de la ciudad empleada en esta tesis se ha determinado las densidades promedio por sectores y distritos. (Cuadro No.6.7).

En el distrito de Trujillo, en el Centro Histórico la densidad promedio es de 232.8 hab/hás, en los barrios antiguos superior a los 255 hab/hás, en las urbanizaciones

CUADRO No. 6.7

**DENSIDAD POBLACIONAL DE LA CIUDAD DE TRUJILLO
SEGUN DISTRITOS Y SECTORES**

DISTRITO	SECTOR	POBLACION	AREA BRUTA (HÁS)	DENSIDAD (HAB/HAS)
TRUJILLO		245984	1685.55	
	Centro Histórico	20000	101.02	235
	Barrios Antiguos	53267	245.52	255
	Urbanizaciones	149117	1129.57	165
	PPJJ	23600	209.44	135
VICTOR LARCO		41463	372.19	
	Barrios antiguos	1700	17.67	175
	urbanizaciones	12463	184.80	125
	PPJJ	27300	169.72	175
EL PORVENIR		80698	430.00	200
FLORENCIA		35806	270.40	200
LA ESPERANZA		105361	602.31	
	Urbanizaciones	7361	56.46	175
	PPJJ	98000	545.85	220

Fuente: Municipalidad de Trujillo
Elaboración : Propia

residenciales alrededor de 165 hab/hás y en los pueblos jóvenes 135.7 hab/hás.

En el distrito de Victor Larco la densidad promedio se distribuye: 175 hab/hás en los barrios antiguos y en los pueblos jóvenes, 125 hab/hás en las urbanizaciones residenciales.

En los distritos de La Esperanza, El Porvenir y Florencia de Mora la densidad poblacional se encuentra entre los 200 a 240 hab/hás en las zonas antiguas, entre 160 a 180 hab/hás en las zonas nuevas.

Concluyendo que en la zona central antigua y en los distritos populosos se concentran la mayor densidad poblacional de la ciudad de Trujillo.

6.3) Grados de Vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Trujillo

La vulnerabilidad sísmica física de la ciudad de Trujillo se traduce principalmente, en el ámbito de la vivienda, a un 62% de edificaciones de adobe, ladrillo de arcilla y materiales livianos que no garantizan un buen comportamiento sísmico.

Se estima que el 51% de las edificaciones de la ciudad son de material predominante adobe:

- El 12% tienen una antigüedad superior a los 40

años; el tiempo, los efectos de sismos anteriores, el desgaste debido al uso y la falta de mantenimiento han determinado que las zonas mas antiguas de la ciudad se han vuelto vulnerables en forma progresiva.

- El 39% no han sido construídas con buen criterio antisismico, los espesores de los muros han disminuído, varían de 15 a 25 cm, no presentan elementos de refuerzos y por lo general se encuentran asentados en suelos sísmicamente desfavorables, presentan problemas locales de suelos, como son los casos del Balneario de Buenos Aires y los distritos populosos La Esperanza, El Porvenir y Florencia de Mora, que son vulnerables desde su origen.

Se estima que el 46% de las edificaciones de la ciudad son de material predominante de ladrillo de arcilla:

- El 8% son edificaciones que tienen techos ligeros y no presentan vigas collar que hacen que tengan un comportamiento sísmico similar a las edificaciones de adobe.

El 3% restante son edificaciones con materiales de construcción livianos como quincha , esteras y madera que son sísmicamente débiles.

El grado de vulnerabilidad sísmica de la ciudad de

Trujillo se ha determinado de acuerdo a donde se concentra el mayor número de edificaciones sísmicamente débiles, la estructura urbana de los asentamientos es inadecuada y las condiciones locales de suelos son desfavorables:

(Plano No.6.8)

I) Zona de vulnerabilidad sísmica alta:

En el distrito de Trujillo: Lo constituyen el Centro Histórico; los barrios antiguos: Chicago, Moche, Torres Araujo, Mansiche, La Intendencia, El Molino, Aranjuez, Miraflores, y Huerta Grande. Los pueblos jóvenes: Gran Chimú, El Alambre, Santa Isabel y Mampuesto.

En el distrito de Victor Larco: barrio antiguo de Huaman, el balneario de Buenos Aires, y todos los pueblos jóvenes.

En el distrito de la Esperanza: todo el pueblo joven.

La totalidad de los distritos El Porvenir y Florencia de Mora.

II) Zona de vulnerabilidad sísmica media-baja.

En el distrito de Trujillo: Todas las urbanizaciones

En el distrito de Victor Larco: Todas las

urbanizaciones.

En el distrito de La Esperanza. Todas las urbanizaciones.

CAPITULO VII

AREAS CRITICAS

EN LA CIUDAD DE TRUJILLO

CAPITULO VII

AREAS CRITICAS EN LA CIUDAD DE TRUJILLO

Andrew Maskrey en su estudio "Urbanización y Vulnerabilidad Sísmica en Lima Metropolitana" define como área crítica a la zona donde hay un alto riesgo de ocurrir un desastre y los asentamientos humanos y la población son vulnerables.

El reglamento del Centro Histórico de Lima define área crítica como aquella considerada como tal por razones de alta densidad poblacional, de actividades o edificaciones con valor histórico, monumental, y localizada en una zona vulnerable ante algún tipo de desastre.

Paras éstas áreas se tomaran medidas urgentes para prevenir o mitigar las pérdidas de vidas o de bienes materiales.

7.1 Identificación de las Areas Críticas

En este trabajo de investigación el peligro que hemos considerado es el de un sismo con determinadas características, y por las condiciones locales de suelos

lo hemos expresado a través de las intensidades sísmicas máximas esperadas en la ciudad.

En el capítulo anterior hemos evaluado los factores que determinan los diferentes grados de vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Trujillo, encontrándose que entre las tres zonas principales que se pueden diferenciar: central antigua, pueblos jóvenes periféricos y urbanizaciones; las dos primeras presentan alta vulnerabilidad sísmica.

Correlacionando intensidades sísmicas altas como se han considerado en Trujillo, con zonas altamente vulnerables, debido principalmente a un mayoritario porcentaje de edificaciones sísmicamente débiles, se concluiría que el riesgo que presentan dichas zonas también sería alto.

El riesgo implica una condición futura potencial, que será función de la magnitud del peligro natural y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos, en un momento determinado. Puede relacionarse directamente con el concepto de desastre ya que incluye las pérdidas y daños totales que podrían sufrirse después de un peligro natural: personas muertas, personas heridas, daños en la propiedad, perturbación de la actividad.

En el presente trabajo consideramos 4 áreas críticas, donde se deberán tomar medidas urgentes para prevenir o mitigar las pérdidas de vidas o de bienes materiales; y son las siguientes:

(Plano 7.1)

I) **Centro Histórico**

En el centro Histórico se combinan varios factores que contribuyen para considerarle como área crítica. El riesgo de ocurrir un desastre ante un sismo severo es realmente alto, no sólo para los pobladores que habitan en el sector, sino también para la población que concurre diariamente por razones diversas: turismo, trabajo, estudios, compras, gestiones financieras o administrativas, etc.

En el capítulo anterior se ha estimado que el 67.5% de las edificaciones son sísmicamente débiles (tipo I y II), y el 32.5% son edificaciones normales (tipo III). Los daños que se presentarían en las edificaciones de adobe serían de severos a colapso parcial, en el terremoto de 1970 en varias edificaciones se desplomaron sus muros de la fachada y parcialmente el techo.

Se han localizado 95 ambientes tugurizados que presentan nivel de deterioro de grado medio a alto, los cuales de acuerdo a su tipología lo podemos clasificar en 44 casas subdivididas, 10 callejones, 16 corralones y 25 quintas.

En este sector se conservan las iglesias, conventos y alrededor de 100 casonas de origen colonial y republicano, que forman parte del atractivo turístico de Trujillo. En la actualidad se está elaborando un expediente técnico solicitando a la

UNESCO que lo declare como "Patrimonio Cultural de la Humanidad".

También concentra las actividades financieras, administrativas, de servicios y comerciales de la ciudad y la región. Las sedes principales de 10 bancos, Municipalidad, Prefectura, Beneficencia Pública, Corte Superior, Correo, Sunat, Entel, Hidrandina, Sedapat, principales establecimientos comerciales, hoteles, restaurantes; además se localizan alrededor de 20 centros educativos, 2 universidades y numerosos institutos tecnológicos y academias que determinan que exista un flujo peatonal y vehicular intenso entre las 8 am y las 9 pm. En las horas consideradas como puntas 8 am a 9 am, mediodía y de 6 pm a 8 pm, el paso de peatones y vehículos se dificulta por la ocupación parcial de las veredas y pistas por parte de los comerciantes ambulantes.

(Plano 7.2)

II) **Barrio Chicago: Zona comercial**

Otro sector que consideramos como crítico es el formado por el campo ferial "Las Malvinas", el mercado zonal "Palermo", el eje vial que los une, Jr. Sinchi Roca, y las áreas que se encuentran a su alrededor.

En esta zona antigua de la ciudad con una alta densidad poblacional, se está dando el cambio de uso de las edificaciones, las antiguas casas de

adobe se están convirtiendo en tiendas comerciales, se están realizando demoliciones parciales o totales, en muchos casos sin la asesoría técnica especializada, que traen como consecuencia el debilitamiento de las mismas o de las edificaciones vecinas, según sea el caso.

En los últimos 10 años se ha convertido en una zona comercial a nivel local y regional, especializada en productos de uso masivo como son: abarrotes, ropa, zapatos, plásticos, etc. Los ambulantes se ubican en los alrededores de dichos centros de comercialización y a lo largo de las calles que los une. En época de fiestas navideñas cierran totalmente el tráfico vehicular.

A diferencia del centro histórico la trama urbana es muy irregular, las calles son angostas y muchas veces trucas.

(Plano No. 7.3)

III) **Ambientes tugurizados en los Barrios Antiguos**

INADUR estableció en 1990 que en los barrios antiguos: La Unión, Aranjuez, El Molino, Mansiche, Moche y Chicago existen alrededor de 470 ambientes tugurizados, que presentan un nivel de deterioro de grado medio a alto. Tomando como promedio que cada ambiente tugurizado está formado por 10 viviendas, la población afectada sumaría 25,000 hbtes, representando aproximadamente al 5% de la población

total de la ciudad de Trujillo.

De acuerdo a su tipología el 65% son callejones, 15% son corralones, 15% son casa subdivididas y 5% son quintas.

Las principales características que presentan son:

De acuerdo a los materiales de construcción que se han utilizado, tenemos:

- Muros: 72% adobe, 12% ladrillo, 2% quincha, y 14% mixto (adobe y ladrillo).
- Techos: Caña con barro 83%, concreto armado aligerado 16%, cartón 1%.
- Pisos: 62% cemento, 31% tierra, 7% otros materiales.

De acuerdo a los servicios que cuentan:

- Agua: 21% individual, 71% colectivo, 8% no tiene.
- Servicios Higiénicos: 21% individual, 74% colectivo, 5% no tiene.
- Luz: 62% individual, 33% colectivo, 5% no tiene.

En este tipo de ambientes las zonas de uso común

CUADRO No. 7.1

ZONA CENTRAL ANTIGUA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO .

ZONA	SECTOR	POBLACIÓN ESTIMADA	AREA (hás)	DENSIDAD (hab/hás)	VIVIENDAS ESTIMADAS
CENTRO HISTORICO		20000	101.02	200	3750
BARRIOS ANTIGUOS					
	Chicago	15000	66.72	225	2830
	Moche	2050	9.10	225	390
	Torres Araujo	4350	18.70	245	820
	Mansiche	4050	18.22	225	765
	Intendencia	9200	39.14	235	1735
	El Molino	8700	40.09	225	1640
	Aranjuez	6100	27.65	225	1150
	Miraflores	1800	12.48	150	340
	Huerta Grand	2000	13.42	150	330

Fuente: Municipalidad de Trujillo

Elaboración: Propia.

CUADRO No. 7.2

AREA TUGURIZADA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO Y POBLACION AFECTADA.

ZONA	SECTOR	AREA TOTAL	AREA AFECTADA	POBLACION TOTAL	POBLACION AFECTADA
CENTRO HISTORICO	1	101.01	46.83	20000	9400
BARRIOS ANTIGUOS		245.52	148.31	53250	36900
	2	66.72	39.67	15000	9900
	3	27.80	6.06	6400	1500
	4	18.22	10.16	4050	2500
	5	106.88	77.92	24000	19500
	6	25.90	14.50	3800	3500
TOTAL		346.54	195.14	73250	46300

Fuente: INADUR

Elaboración: Propia.

Leyenda:

Sector	1	Centro Histórico
Sector	2	Chicago
Sector	3	Moche-Torres Araujo
Sector	4	Mansiche
Sector	5	El Molino-La Intendencia-Aranjuez
Sector	6	Miraflores-Huerta Grande.

CUADRO No. 7.3

TIPOLOGIA DE TUGURIOS EN LA CIUDAD DE TRUJILLO

ZONA	TOTAL	TIPOLOGIA DE TUGURIOS							
		Casa Subdividida	%	Callejon	%	Corralon	%	Quinta	%
CENTRO HISTORICO	95	44	46.32	10	10.53	16	16.84	25	26.32
BARRIOS ANTIGUOS	470	68	14.47	307	65.32	69	14.68	26	5.53
TOTAL	565	112		317		85		51	

Fuente: INADUR
Elaboración: Propia.

pasadizos, escaleras y patios son trampas mortales para los pobladores por el mal estado de conservación que presentan, en muchos casos acumulan desmontes y basura en las zonas de acceso que impiden una salida fluída.

(Cuadros No. 7.1, 7.2, 7.3)

IV) **Buenos Aires**

Formado por el balneario de Buenos Aires y los pueblos jóvenes que se asentaron al sur y norte del mismo, cuenta con una población estimada en 10,500 hbtes y abarca una extensión de 65.5 há.s.

En esta zona se combinan los dos factores que determinan su alta vulnerabilidad sísmica: las condiciones locales del suelo son sísmicamente desfavorables y los tipos de edificaciones existentes no ofrecen resistencia alguna ante la ocurrencia de un sismo severo.

Como se ha mencionado anteriormente la intensidad sísmica probable que se espera para un sismo de determinada magnitud es de grado IX en la escala MMLA-92, adicionalmente las posibilidades de presentarse problemas de licuación de suelos son altas, debido a que son suelos arenosos sueltos con presencia de napa freática poco profunda.

Las edificaciones en esta zona son en un 70% de adobe, 12% de albañilería de ladrillo, 15% mixtas (una parte de adobe y otra parte de albañilería de

ladrillo) y 3% de otros materiales (madera, esteras, caña, etc). La gran mayoría de un piso y muestran debilitamiento en la parte inferior de los muros debido a la humedad existente.

Edwin Romero en su trabajo de investigación "Microzonificación para la Prevención y Mitigación de desastres en la ciudad de Trujillo" hace un estudio del peligro de tsunamis y determina que el balneario de Buenos Aires presenta zonas potencialmente inundables, aquellas que se encuentran a menos de 4.5 m sobre el nivel del mar y a 1 km. costa adentro, ante un sismo de magnitud 7 Ms o mayores con epicentro frente a la costa del distrito de Victor Larco.

En la actualidad los pueblos jóvenes ubicados en la franja costera al sur del balneario, están de erosión marina en el litoral, según los especialistas, producto de cambios atmosféricos en todo el planeta y además como consecuencia de la construcción de espigones de defensa en el puerto de Salaverry, que está ocasionando cambios en el litoral. En años anteriores se presentó un problema similar en el Balneario de las Delicias, donde el mar arrastró 150 viviendas, trayendo como consecuencia grandes pérdidas materiales.

Por las razones expuestas se ha considerado a éste sector como área crítica.

(Plano No.7.4)

7.2 Tratamiento de las áreas críticas

A continuación se van a recomendar algunas medidas que se tienen que tomar en forma particular en las áreas críticas y que son aplicables al resto de sectores de la ciudad de Trujillo, teniendo en cuenta que presentan una alta vulnerabilidad sísmica.

El tratamiento de las áreas críticas se pueden realizar en los siguientes niveles:

a) **En forma individual (Por vivienda)**

Se pueden tomar las siguientes medidas:

- Dotar a la vivienda de un lugar seguro, donde puedan permanecer sus ocupantes en caso de un sismo. Puede ser un ambiente cerrado o abierto dentro de la vivienda (patio, corralón).
- Mantener los pasadisos, corredores y patios en buenas condiciones y desocupados. El piso que este nivelado y las paredes en caso extremo apuntaladas provisionalmente.
- No construir cuartos provisionales en la azotea, que den a la calle, pasadizos o patios. Por el inminente peligro de caerse en caso de sismo.

En el caso de edificaciones de adobe:

- Reforzar estructuralmente la edificación:

Demoler y reconstruir los muros que presenten grietas que lo atraviesan; desplomes o destrucción parcial. Debe aprovecharse esta oportunidad para bajar la altura de los muros si es excesiva.

Cambiar los dinteles por vigas collar de concreto armado o madera, de esta forma se amarran los muros de encuentro.

Renovar las vigas de madera que se encuentran deterioradas, debido a la antigüedad, insectos, humedad, etc.

- Renovar las tuberías de agua y desagüe que por su antigüedad deben estar carcomidas u obstruidas.
- Renovar la red de distribución de corriente eléctrica, cordones deteriorados, conexiones empíricas, conductores rotos o desnudos, falta de aislamiento que son las características comunes de las viviendas antiguas.

En el caso de cercos o muros perimetrales, renovarlos y colocar los cimientos, sobrecimientos, columnas de amarre y vigas de confinamiento. Además colocar juntas de dilatación por tramos.

Para el caso de edificaciones de albañilería de

ladrillo con techo ligero, se deben colocar vigas collar en todos los muros para amarrarse entre sí.

No se deben aumentar el número de pisos en las edificaciones existentes, sino están debidamente diseñadas.

b) **En forma colectiva**

La ciudad de Trujillo, está dividida por juntas vecinales y distritos

1.- **A nivel de Junta Vecinal**

En la zona central antigua, se pueden tomar las siguientes medidas:

- Solicitar al Concejo Provincial de Trujillo:

Expropiar terrenos abandonados o playas de estacionamientos con la finalidad que puedan ser destinados como áreas libres y ser utilizados como parques o complejos deportivos (Zonas de Refugio)

Abrir calles o pasajes para mejorar el trama vial irregular que presentan, para poder ser utilizados como rutas de escape.

- Promover por manzanas, que los vecinos se organicen para renovar veredas y calles

muy deterioradas.

- Coordinar con los concejos distritales la renovación de paredes que den a la calle y estén muy deterioradas. Que atentan la seguridad de toda la población de la zona en caso de un sismo.
- Promover la participación de la colectividad en actividades de prevención de desastres y ensayos de evacuación.
- Gestionar puestos asistenciales de salud en su jurisdicción y dotar de material quirúrgico y medicinas básicas.

2.- **A Nivel de Concejos Distritales**

- Dotar a la jurisdicción de zonas libres abiertas: parques, plazuelas o complejos deportivos para poder ser utilizados como zonas de refugio.
- Procurar que las nuevas habilitaciones urbanas cuenten con amplias calles, zonas libres y servicios básicos.
- No permitir el crecimiento de los asentamientos en zonas que presenten problemas locales de suelos.
- Regular y promover la construcción de

viviendas con criterio antisismico. Prohibir la construcción de edificaciones que no ofrezcan resistencia mínima en caso de un sismo. Específicamente viviendas mixtas de adobe y ladrillo.

- Realizar el plano catastral del distrito.

3.- **A Nivel de la ciudad de Trujillo**

- Prohibir cierto tipo de edificaciones. Casas de adobe sin criterio antisismico, albañilería con mortero de barro y sin columnas de confinamiento, etc.
- Incentivar al sector privado, la recuperación de solares que se encuentran deteriorados y tugurizados.
- Promover por medio de las juntas vecinales las medidas preventivas para casos de sismos.
- Dar las disposiciones y facilidades para que las zona central antigua tenga áreas libres.
- Promover el crecimiento ordenado de la ciudad
- Realizar el plano catastral y regulador de la ciudad.

- Descentralizar las actividades que se concentran en el Centro Histórico.
- Reubicar a los comerciantes informales en campos feriales.

CAPITULO VIII

LINE AMIENTOS PARA LA PREVENCION DE DESASTRES Y PLANES DE EMERGENCIA

CAPITULO VIII

LINEAMIENTOS PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO Y PLANES DE EMERGENCIA

8.1 Lineamientos generales para las prevención de desastres

Para disminuir el impacto de un sismo severo en una ciudad se requieren tomar medidas en varios aspectos y a diferentes niveles. Los lineamientos generales a seguir para la prevención de desastres en la ciudad de Trujillo, son:

- 1) Establecer la jurisdicción y responsabilidad para la administración de la prevención de desastres, a través de juntas vecinales, comites distritales, comites provinciales y comité regional.

La función de estos comites es realizar las actividades tendientes a prevenir la ocurrencia de un desastre, parar la propagación de daños y coordinar esfuerzos para la rehabilitación después de un desastre.

- 2) Concientizar a la población y a las autoridades locales la importancia que tiene su participación para la prevención de desastres.
- 3) Mejorar las condiciones de seguridad de las edificaciones existentes:
 - Reforzar las edificaciones sismicamente débiles, edificaciones de adobe y albañilería de ladrillo con techos ligeros.
 - Reparar las edificaciones de adobe antiguas que justifiquen ser mejoradas.
 - Demoler las edificaciones que se encuentren muy deterioradas.
 - Dotar a las edificaciones de por lo menos un lugar seguro con características sismoresistentes.
- 4) Remodelación de las áreas críticas:
 - Ensanchamiento de calles.
 - Reforzamiento de fachadas que dan a vías peatonales.
 - Aperturas de nuevas vías.
 - Preservar y dotar de seguridad a las áreas críticas.

- Crear nuevas áreas libres.
- 5) Fortalecer las medidas para hacer la ciudad incombustible.
 - 6) Fortalecer las medidas para que las nuevas edificaciones sean sismoresistentes y esten de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones.
 - 7) Desconcentrar y descentralizar las actividades comerciales y educativas de las zonas críticas que generan densificación:
 - Reubicación del comercio ambulatorio.
 - Regular el número de centros educativos y academias de acuerdo a la población existente en el sector.
 - Promover la ubicación descentralizada de las diferentes instituciones públicas y privadas.
 - Regular las rutas del servicio público.
 - Restringir el ingreso de vehículos a las áreas críticas en horas consideradas puntas.
 - 8) Efectuar la expansión de la ciudad, teniendo en cuenta las condiciones locales de suelos de las áreas a ocupar, es decir, considerando los peligros de desastres y designando los sectores más seguros para áreas residenciales.

- 9) Dotar a las nuevas habilitaciones urbanas de amplias calles, zonas libres y servicios básicos.

8.2 Planes de emergencia

8.2.1 Generalidades

Los planes de emergencia deben tener como primera prioridad la seguridad de la población. Las medidas que se deben tomar son:

- 1.- Mantener informada a la población a través de la radio y la televisión acerca de como debe actuar.
- 2.- Realizar la evacuación de la población en áreas de peligro de TSUNAMI.
- 3.- Orientar a la población para que se retire en forma calmada y ordenada de las zonas criticas.
- 4.- Llevar a cabo las medidas de evacuación de la población que se encuentren en locales públicos y privados cerrados.
- 5.- Asegurar la provisión de agua potable y energía eléctrica.
- 6.- Difundir información precisa y rápida sobre predicción sísmica.

7.- Restringir la circulación vehicular en áreas intensificadas.

8.- Resguardar a la población por medio de las fuerzas armadas.

Todos los centros educativos, universidades, instituciones públicas, privadas, centros comerciales, hospitales y fábricas, deben de contar con sus propios planes de emergencia, de acuerdo a sus necesidades y limitaciones. Se deben asignar áreas de seguridad y rutas de evacuación señalizadas, además de formar brigadas de emergencia con conocimientos en primeros auxilios.

8.2.2 **Lineamientos del plan de emergencia para el Balneario de Buenos Aires**

Edwin Romero concluye en su estudio "Microzonificación para la Prevención y Mitigación de Desastres de la ciudad de Trujillo" que si bien es cierto no se tienen registros de tsunamis catastróficos en la ciudad de Trujillo, específicamente en la zona de Buenos Aires, debido a que se ha poblado a partir de la década del cuarenta, no se descarta la posibilidad de ocurrencia de un tsunami de gran intensidad, ya que las características tectónicas y sismológicas en la zona de estudio y cercanas a ella podrían producir un sismo con características tsunamigénicas.

Del estudio del Peligro de Tsunami en la ciudad de Trujillo, estima que el tiempo de llegada de la primera ola de un tsunami generado por un sismo de magnitud 7 Ms o mayores con epicentro frente a la costa del Distrito de Victor Larco, en el área de Buenos Aires estará entre 20 a 30 minutos. Las máximas alturas de olas que podrían alcanzar son de 3.5 a 4 m. y señala como área potencialmente inundable, aquella que se encuentra a menos de 4.5 m sobre el nivel del mar y debido a la topografía casi plana en ese sector, comprendería una franja costera de 1 km.

El plan de emergencia para el Balneario de Buenos Aires debe contemplar la evacuación de 10,500 htes de la zona potencialmente inundable, comprendida entre la orilla del mar y la Av. Bolivia, paralela a la línea costera, hacia los refugios en el tiempo disponible de 20 minutos, considerado como mínimo.

De lo observado en dicha zona, de las rutas de evacuación que se podrían considerarse, sólo la Av. Larco Herrera se encuentra asfaltada, el resto de calles, paralelas a ésta se encuentran sin pavimentar, y son arenas sueltas que dificultan de alguna manera la rápida salida de la zona.

Los refugios temporales ubicados fuera del área de inundación, se pueden ubicar en las áreas que todavía no son habilitadas cruzando la carretera industrial.

Refugios de emergencia dentro de la zona de inundación no se pueden considerar, debido a no existen edificaciones sismicamente resistentes de altura mayor de 2 pisos.

En la zona considerada existen 2 centros educativos que requieren atención especial, debido a que son de nivel inicial y primario.

Se deben preparar ensayos de evacuación con la población y educarlas acerca de como deben actuar en casos de emergencia.

(Plano No. 8.1)

CAPITULO IX

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO IX

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

- 1) La historia sísmica nos demuestra que la ciudad de Trujillo ha sido sacudida por sismos severos, moderados y leves. Como consecuencia de los sismos severos las intensidades máximas estimadas han sido de grado VIII y IX en la escala MM que ha ocasionado la destrucción total o parcial de la ciudad en tres oportunidades: 1619, 1725 y 1759.

En el sismo del 31 de Mayo de 1970, de acuerdo con los daños registrados, las intensidades sísmicas han sido de grado VII-VIII MM. Esto nos da una pauta de que tipos de movimientos sísmicos se producirían en un futuro.

- 2) En general la ciudad de Trujillo está cimentada sobre estratos de arenas en diferentes grados de consolidación. El estrato duro formado por hormigón se encuentra a partir de los 8 m de profundidad.

Existen zonas que presentan problemas locales de suelos: en el Balneario de Buenos Aires, los estratos superficiales se encuentran en estados sueltos con presencia de napa freática poca profunda; y en los populosos distritos La Esperanza, Florencia de Mora, y El Porvenir, se encuentran asentados en las laderas del cerro Cabras, sobre un manto de origen eólico, de gran potencia, en estado sueltos en sus estratos superficiales. Lo que determinan que sean suelos sísmicamente desfavorables.

- 3) La ciudad de Trujillo ha tenido un crecimiento explosivo en los últimos 30 años que la han convertido en la tercera ciudad mas poblada del Perú. El mayor crecimiento se ha registrado en los distritos populosos.

La continuación y culminación del proyecto CHAVIMOCNIC garantizará que el crecimiento poblacional de la ciudad sea mayor, debido a las ventajas socioeconómicas que se presentaran en la región.

- 4) En Trujillo se ha construido desde tiempos prehispanicos con tierra y esta tradición constructiva continuó en la colonia y la república, periodos de los cuales quedan muestras edificadas, que se han hecho vulnerables progresivamente con el tiempo. Las edificaciones nuevas de adobe, no han utilizado las técnicas tradicionales de construcción y han sido construidas en forma

empírica, siendo vulnerables desde su origen.

Con el transcurso del tiempo, se han ido reduciendo las dimensiones de los terrenos utilizados para la construcción de viviendas, antiguamente los lotes tenían áreas superiores a los 500 m², hace 30 años los lotes tenían un área de 300 m²., en los años 80 los lotes eran de 160 a 240 m² y en la actualidad son de 90 a 120 m². Esta reducción de las dimensiones de los terrenos ha llevado, en el caso de edificaciones de adobe, a que los espesores de muros se hallan reducido de 80 cm en las casas coloniales, 40 cm. en las casas de los barrios antiguos, a 25 o 15 cm. que se construye en la actualidad en los pueblos jóvenes y además que los espacios libres abiertos dentro de la edificación sean mínimos.

- 4) La vulnerabilidad sísmica física de la ciudad de Trujillo se traduce en el ámbito de las viviendas a un 62% de edificaciones sísmicamente débiles, distribuidos: 12% de edificaciones de adobe con antigüedad superior a los 40 años, 39% de edificaciones de adobe, que no han sido construidas con buen criterio antisísmico, 8.5% de edificaciones de albañilería de ladrillo sin elementos de refuerzo y con techos ligeros, y 2.5% de edificaciones de materiales livianos como esteras, quincha, madera.

- 5) La vulnerabilidad sísmica física en la ciudad de Trujillo también se traduce en:

El Centro Histórico, los barrios antiguos y los pueblos jóvenes no cuentan con espacios libres abiertos como son: plazuelas, parque y complejos deportivos de acuerdo con el volumen poblacional existente para que sean utilizados en casos de emergencia como zonas de refugio temporal.

Existen sectores en los barrios antiguos y los pueblos jóvenes que no cuentan con una trama vial regular, las calles son angostas y soportan un tráfico vehicular intenso, además existen calles truncas que impiden una rápida salida vehicular en casos de emergencia.

- 6) La zona central antigua presenta la mayor densidad poblacional, acá se ubican las áreas tugurizadas de la ciudad.

- 7) Las zonas de vulnerabilidad sísmica alta lo constituyen el Centro Histórico, los barrios antiguos y los pueblos jóvenes, debido a que concentran el mayor número de edificaciones sísmicamente débiles, estructura urbana inadecuada o las condiciones de suelos son sísmicamente desfavorables. En conjunto alcanzan una población de 330,371 hbtas que representan al 65% de la población total.

Las zonas de vulnerabilidad sísmica baja lo

constituyen las urbanizaciones de la ciudad, debido a que concentran las edificaciones con mejor comportamiento sísmico, cuentan con áreas libres adecuadas, amplias calles y avenidas y tienen una baja densidad poblacional. En conjunto alcanza una población de 178,941 hbttes que representan al 35% de la población total de la ciudad.

- 8) Las áreas críticas de la ciudad lo forman el Centro Histórico, la zona comercial del barrio Chicago, Los ambientes tugurizados de los barrios antiguos y el balneario de Buenos Aires.

En el centro Histórico y la zona comercial del barrio Chicago se combinan varios factores que contribuyen para considerarle como área crítica. El riesgo de ocurrir un desastre ante un sismo severo es realmente alto, no sólo para los pobladores que habitan en el sector, sino también para la población que concurre diariamente por razones diversas: turismo, trabajo, estudios, compras, gestiones financieras o administrativas, etc.

Los ambientes tugurizados en los barrios antiguos de la ciudad, debido al nivel medio-alto de deterioro que presentan, constituyen una trampa mortal para los mismos residentes, se estima una población de 25,000 hbttes que se encuentran en esta situación.

El Balneario de Buenos Aires presenta alta vulnerabilidad sísmica; peligro potencial de

Tsunamis ante la ocurrencia de un sismo con determinadas características y en la actualidad presenta problemas de erosión marina, siendo una de sus causas la construcción de espigones de defensa en el Puerto Marítimo de Salaverry, que deben determinar un tratamiento integral a la zona.

9.2 **RECOMENDACIONES**

- 1) Orientar a la población la reparación de sus viviendas de adobe deterioradas con el tiempo y debilitadas por el sismo del 31 de Mayo de 1970, reforzandolas estructuralmente, renovando: las tuberías de agua y desagüe, la red de distribución eléctrica, y dotandolas de un lugar seguro dentro de la vivienda para poder ser utilizadas como refugio en caso de un sismo.
- 2) Se recomienda por medio de las universidades, instituciones vinculadas a la construcción (SENCICO, CAPECO), institutos de investigación (IIDMA, CISMID), y colegios profesionales (Arquitectos e Ingenieros) difundir y promover la construcción de viviendas con un mínimo de criterio antisísmico en adobe y albañilería de ladrillo.
- 3) Aplicar una política de destugurización y renovación urbana en la zona central antigua.

- 4) Propiciar con aportes de entidades privadas la recuperación y restauración de solares y casonas de origen colonial que tienen valor arquitectónico e histórico, para revalorizar el centro cívico de la ciudad y poder seguir siendo atracción turística.
- 5) Promover el crecimiento ordenado de la ciudad mediante Planos Reguladores, restringiendo la construcción de viviendas en sectores que tienen suelos sísmicamente desfavorables y prohibiendo en zonas arqueológicas, monumentales o de cultivo.
- 6) Los concejos distritales deben procurar que las nuevas habilitaciones urbanas cuenten con amplias calles, espacios libres abiertos y servicios básicos.
- 7) Promover que las instituciones públicas, privadas, colegios, universidades y hospitales tengan planes de emergencia acordes con sus requerimientos. Cuenten con vías de escape, áreas de refugio, botiquines de primeros auxilios y preparen brigadas para casos de emergencia.
- 8) Se recomienda hacer estudios de drenaje en las zonas que presentan nivel freático poco profundo, debido a que cuando se utilicen las aguas de la irrigación Chavimochic, el nivel de la napa freática se va elevar por la recarga del acuífero afectando principalmente a las zonas bajas.

BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, Augusto; "Agua Subterráneas-Trujillo"; Sociedad Geológica del Perú; No. 71. Lima Set. 1983.
- Cámara de Comercio, Industria y Turismo de La Libertad; "Estudios Básicos Ciudad de Trujillo"; Trujillo 1974.
- Cossio, Aurelio; "Trujillo- Geología"; INGEMMET, Serie A Carta Geológica Nacional. Boletín No. 17 Lima.
- Deza, Ernesto; "Evaluación del Riesgo Sísmico en la Ciudad de Trujillo"; Instituto Geofísico del Perú. Lima 1983.
- INADUR; "Evaluación de las Areas Centrales Tugurizadas: Caso Trujillo". Lima 1990.
- INEI; " Compendio Estadístico Región La Libertad 1991"; Instituto Nacional de Estadística e Informática. Lima 1992.
- INEI; " Censos Nacionales de Población y Vivienda: 1940, 1961, 1972, 1981 y 1993 "
- Kuroiwa, Julio; "Vulnerabilidad de Lima Metropolitana ante Desastres Naturales"; CISMID: Memorias 2º Simposio Nacional de Prevención de Desastres. Lima 1988.
- Kuroiwa, Julio; "Plan Nacional de Prevención y Mitigación Desastres Naturales"; CISMID: 3º Simposio Nacional de Prevención y Mitigación de Desastres. Lima 1989.
- Luna Victoria, Grimaldo; "Plan Regulador Trujillo 1966". Tesis UNI.
- Manseriche; "Estudio de Mercado de Vivienda en la zona afectada por el sismo del 31 de Mayo de 1970- Ciudad Trujillo"; CRYRZA. Octubre 1972.

- Maskrey, Andrew; Romero, Gilberto; "Urbanización Vulnerabilidad sísmica en Lima Metropolitana"; PREDES. Lima 1986.
- Moya, Alberto; "Producción, Migración, Ocupación y Desarrollo Urbano en Trujillo". Trujillo 1986.
- Ríos, Francisco; "Vulnerabilidad y Prevención de Desastres en Zonas Deterioradas en el Cercado de Lima". Tesis UNI.
- Romero, Edwin; "Microzonificación para la Prevención y Mitigación de Desastres en la ciudad de Trujillo". Tesis UNI. 1994.
- Silgado, Enrique; "Historia de los sismos más notables en el Perú". INGEMMET. Lima 1978.
- Teves, Nestor; "Geomorfología La Libertad". Sociedad Geológica del Perú. Boletín No. 71. Lima Set.1983.