

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



**ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA  
DE EDIFICACIONES DEL DISTRITO DE  
BARRANCO**

**TESIS**

Para Optar el Título Profesional de  
**INGENIERO CIVIL**

**CARLOS DOUGLAS VIZURRAGA TORRES**

LIMA – PERU  
2002

# Introducción

El territorio peruano, por ser un tramo del Cinturón Circumpacífico donde ocurren más del 80% de sismos que azotan nuestro planeta, está sometido a una alta sismicidad, así lo confirman diversos estudios de liberación de energía sísmica, descripción de innumerables sismos y maremotos que han causado grandes pérdidas humanas y materiales.

Un sismo como evento geofísico se mide por la magnitud de la energía liberada y por la duración e intensidad de la sacudida del suelo; como evento socioeconómico se mide por la pérdida de vidas y de propiedad material, así como por los daños físicos y psicológico a las personas. Todo esto está en función a la densidad de la población, adecuación de las estructuras, estabilidad del suelo y roca, de la hora y fecha de ocurrencia. Los efectos catastróficos de los terremotos están en directa relación con la coincidencia de un movimiento sísmico en horas de escuela, oficina, comercio, etc. La relación entre la distribución de criterios de los centros poblados y las áreas costeras afectadas por maremotos, oscilaciones de lagos, reservorios de agua, etc. son variaciones importantes que influyen enormemente sobre el número de víctimas.

El presente estudio se ha realizado como parte de un programa que ha iniciado CISMID en el año de 1999, con el objetivo de determinar la vulnerabilidad sísmica de los diversos distritos que conforman nuestra ciudad capital Lima, nosotros nos hemos encargado del distrito de Barranco.

Barranco en particular es una zona que muestra indicios de tener un grado considerable de vulnerabilidad en sus edificaciones ante la ocurrencia de un sismo severo, estos indicios se basan en que por ser un distrito conocido por su tradición cultural y bohemia alberga en su trama urbana edificaciones antiguas, muchas de las

cuales tienen como material constructivo predominante al adobe, a esto se suma el hecho que su tipo de suelo como es conocido por estudios geotécnicos desarrollados con anterioridad, no es del mismo tipo que la zona centro de Lima (suelo gravoso, de buena capacidad portante) sino que es un suelo que puede incidir de manera desfavorable en la respuesta sísmica sobre la edificación, es decir es factible de sufrir fenómenos de amplificación sísmica y asentamientos, esto se describirá en el Capítulo 3. Se muestran además en el presente trabajo referencias históricas y urbanísticas del distrito que nos permitirán conocerlo un poco mejor

Para analizar la vulnerabilidad sísmica se utilizaron fundamentalmente parámetros característico técnico de la edificación como lo son: material predominante, antigüedad, tipo de muros, tipo de techos, densidad de muros y análisis del comportamiento sísmico de edificaciones tipo; los primeros fueron obtenidos mediante la recopilación de información catastral actualizada de la Municipalidad del distrito a nivel de lote y por observación externa a manera de corroboración de dicha información, mientras que la densidad de muros y el análisis del comportamiento sísmico se llevo a cabo mediante la utilización de planos de arquitectura de edificaciones tipo. Hay que tener en consideración que se tomaron datos de manzanas en forma aleatoria, de tal manera que se abarcara todo el distrito pero sin dejar áreas extensas sin analizar.

Para apoyar el estudio, a parte de la información técnica mencionada en el párrafo anterior, se recabó la concerniente a los aspectos geológicos, geotécnicos, urbanísticos, históricos y sísmicos del distrito, así como apoyándonos en datos estadísticos del INEI. Por tanto, lo que se pretende en base a la confluencia de todos estos aspectos conjuntamente con la información técnica de las edificaciones, es hacer una diagnosis que nos permita conocer cual sería la respuesta de éstas ante la ocurrencia de un sismo

evero, identificando así los diversos grados de vulnerabilidad en que se hallan tales edificaciones.

Es la primera vez que se evalúa la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones del distrito, es preciso entonces que el presente estudio sirva como apoyo, referencia y punto de partida para que las autoridades correspondientes tomen la decisión de iniciar un programa efectivo de planificación urbana, educación y prevención de desastres ante la ocurrencia de un sismo, así como lo que hay que hacer con respecto a las edificaciones más vulnerables, ya sea su reforzamiento o su demolición, a fin de minimizar los daños materiales y evitar tragedias humanas que son irreparables.

Nuestra ciudad no sufre un terremoto hace más de 25 años, la probabilidad de que ocurra otro nuevamente irán en aumento a medida que transcurra más tiempo, es necesario pues que los que vivimos en Lima y en general todos los peruanos tomemos conciencia de este hecho y contemos con la preparación científica, técnica y educacional de tal grado que nos permita afrontar y superar las consecuencias desencadenadas por los futuros sismos que tengan lugar, para esto se hace preciso que se realicen muchos más estudios similares al presente; nuestras diversas Universidades e Instituciones a fines se encuentran en la capacidad técnica adecuada de poderlos realizar, sólo que necesitan el debido apoyo por parte del Estado y/o Instituciones Privadas. Es hora que se tomen las decisiones políticas pertinentes para no tener que lamentar tragedias futuras.

# INDICE

## **Introducción**

### **Capítulo 1. Aspectos Geológicos**

1.1 Generalidades.....	1
1.2 Geología Regional y Del Cono Aluvional del Río Rímac.....	2
1.2.1 Geología Regional.....	2
1.2.2 Geología del Cono Aluvional del Río Rímac.....	5

### **Capítulo 2. Aspectos Geomorfológicos**

2.1 Antecedentes.....	10
2.2 Información de Estudios.....	10

### **Capítulo 3. Aspectos Geotécnicos**

3.1 Generalidades.....	13
3.2 Información Geotécnica para la zona de Estudio.....	17
3.2.1 Zona urbana.....	17
3.2.2 Zona de los Acantilados.....	18

### **Capítulo 4. Aspecto Histórico Y Urbanístico**

4.1 Generalidades y Algunos Detalles Arquitectónicos.....	22
4.2 Ambito Histórico.....	24
4.2.1 Desarrollo Prehistórico de Barranco.....	24
4.2.2 Periodos de su Historia.....	25
4.3 Ambito Urbanístico.....	33
4.3.1 Descripción General – Fotos.....	33
4.3.2 Algunos Lugares Turísticos- Fotos.....	36

4.4 Estadísticas del Distrito (Fuente INEI) .....	44
4.4.1 Datos Generales de Población.....	44
4.4.2 Datos Generales de Vivienda.....	45
4.4.3 Otros datos del Distrito.....	47
Cuadros de Población y Vivienda- Algunos Gráficos.....	50

## **Capítulo 5. Aspectos Sísmicos**

5.1 Tectónica y Sismotectónica.....	57
5.1.1 Generalidades.....	57
5.1.2 Tectónica de Placas.....	58
5.1.3 Placas de Nazca y Sudamericana.....	59
5.2 Amplificación Dinámica e Influencia de las Condiciones Locales del Suelo en Manifestación sísmica y sobre el daño a Edificaciones.....	60
5.2.1 Generalidades.....	60
5.2.2 Influencia del Suelo en la Manifestación Sísmica.....	61
5.2.3 Amplificación Dinámica e Influencia en la Edificaciones.....	62
5.2.4 Efectos Sísmicos.....	64
5.2.5 Magnitud e Intensidad de un Sismo.....	66
5.3 Comportamiento Sísmico de las Edificaciones.....	72
5.4 Sismicidad del Area en Estudio.....	74
5.4.1 Generalidades.....	74
5.4.2 Detalles de Sismos Históricos en Lima (Ref. Silgado, 1978).....	76
5.5 Periodos de Vibración y Microtrepidaciones.....	83
5.5.1 Antecedentes del Uso de Microtrepidaciones.....	83
5.5.2 Generalidades sobre Microtrepidaciones.....	84
5.5.3 Microtrepidaciones y Daños Sísmicos (Relación).....	85

5.5.4 Resultados de Estudios de Microtrepidaciones en la Zona.....	86
5.6 Medidas de Prevención Sísmica.....	88
5.6.1 Generalidades.....	88
5.6.2 Algunas Recomendaciones sobre Educación al Público.....	90

**Capítulo 6. Amenaza de Sismo y Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica**

6.1 Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo.....	92
6.1.1 Generalidades.....	92
6.1.2 Vulnerabilidad Sísmica.....	94
6.2 Características de la Problemática Habitacional.....	97
6.3 Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica.....	99
6.3.1 Clasificación de las Edificaciones.....	99
6.3.2 Sectorización del Distrito.....	103
6.3.2.1 Descripción de los Sectores – Fotos.....	103
6.3.3 Fuente de los datos.....	111
6.3.4 Forma de presentación de los datos.....	111
6.3.5 Método de evaluación de los Resultados.....	114
6.3.6 Forma de presentación de Resultados.....	116
6.3.7 Elaboración de Mapas de Vulnerabilidad mediante el uso del software Arc View GIS 3.2.....	117
6.3.8 Cuadros y Gráficos de la Clasificación de las Edificaciones.....	118
6.3.9 Interpretación de Cuadros, Gráficos y Resultados.....	181
6.3.10 Estudio complementario de Densidad de Muros y Análisis del comportamiento sísmico de viviendas tipo.....	186
Densidad de Muros (Resultados) .....	189
Resultados de la evaluación del programa Wave Analysis...	190

Gráficos de Histeresis y Tiempo - Historia.....	191
Mapas del Distrito de Barranco elaborados con el Software Arc View GIS 3.2.....	201

## **Capítulo 7. Conclusiones**

### **Bibliografía**

### **Referencias**

### **Anexos.**

**Anexo I:** Información Catastral recopilada de la municipalidad de Barranco, presentada a nivel de lote y ordenada por sectores y manzanas.

**Anexo II:** Cuadros de cantidades y porcentajes de edificaciones con respecto a la manzana que pertenecen según Número de Pisos, Antigüedad y Tipos de Usos para cada uno de los tres sectores del distrito.

**Anexo III:** Planos de configuración estructural de edificaciones tipo A, B y C

**Anexo IV:** Cálculo de rigideces, masas, cortantes y desplazamientos máximos mediante análisis bidimensional para evaluar la densidad de muros y el comportamiento sísmico de las edificaciones tipo.

**Anexo V:** 1) Elección de un método de reparación.

2) Demolición como alternativa económico-práctica.

3) Demolición de muros de adobe en pésimo estado como medida de prevención.



# **Capítulo I**

## **Aspectos Geológicos**

# Aspectos Geológicos

## 1.1 Generalidades

La Geología de Lima en forma generalizada ha sido estudiada primero por Lisson, C. 1907 y luego por Castro, L. 1959 y parcialmente por Roseweing, R. 1953 y Fernández Concha, J. 1958 y muchos otros profesionales más; es indudable entonces que se hace necesario, aún en la actualidad, un mayor estudio de la geología de Lima para proceder a realizar una microregionalización sísmica de la zona que ayudará a evaluar las condiciones geotécnicas reales frente al riesgo de sismo en dicha ciudad.

Se ha comprobado ya, que existen evidencias de zonas críticas y con potencial de fenómenos locales tales como:

Estabilidad de taludes en los acantilados de Chorrillos, en el Callao, Puente Piedra, La Campiña , etc.

Condiciones de Licuación de Arena y Asentamientos diferenciales en Pacasmayo, Ancón, La Punta, La Campiña, Rinconada Alta, etc.

Zonas de contacto en todo del borde del abanico del conglomerado, erraticidad de suelos y depósitos de arenas eólicas ocultas en La Campiña, La Molina, con condiciones de Amplificación de Suelos, asimismo la presencia dentro del Cono de un sistema de drenaje antiguo cubierto y rellenado de sedimentos finos de flujos aluvionales detectado por perforaciones.

Todas las condiciones mencionadas hacen del suelo de Lima heterogéneo y errático con un potencial de riesgo que espera ser estudiado a corto tiempo si se desca buscar seguridad.

## **1.2 Geología Regional y Del Cono Aluvional del Río Rímac**

### **1.2.1 Geología Regional**

A nivel Regional, la faja costanera del Perú Central comprendida entre los valles de Pativilca y Pisco presenta la siguiente estratigrafía y tectónica del cuaternario, ( Macharé, 1979)

#### **a) Basamento Mesozoico**

A lo largo de la zona mencionada, el basamento Pre-terciario está constituido por rocas sedimentarias y volcánicas submarinas del Cretáceo, que alcanzan más de 10000 metros de potencia y están intruidas por el Batolito de la Costa.

Las rocas ígneas constituyen parte de las estribaciones del Batolito de la Costa, comprende rocas ácidas, intermedias y básicas. Entre las principales tenemos: granitos, damelitas, dioritas, gabros, etc. La edad de estos intrusivos se atribuye al Terciario Inferior-Cretáceo superior.

#### **b) Cobertura Cenozoica**

Pueden distinguirse 2 sectores: uno desde Pativilca hasta Cañete y el otro de Cañete a Pisco.

El primero se caracteriza por la ausencia de rocas terciarias, mientras que en el segundo caso hacen su aparición estas rocas, las cuales van tomando gran desarrollo hacia la zona de Ica-Nazca.

El Cuaternario de esta región está constituida por diferentes tipos de depósitos: fluviales, marinos, eólicos, y aluviales desérticos.

La estratigrafía ha sido establecida básicamente gracias a estudios de terrazas aluvionales, ya que las unidades marinas no tienen un buen desarrollo y no existe un sistema escalonado de ellas.

### **c) Neotectónica**

Como norma general, los terrenos cuaternarios aflorantes se hallan poco deformados como efecto de la Tectónica. Se nota que a pesar que la zona está situada sobre una margen activa, que actualmente es un área eminentemente sísmica, los fenómenos geodinámicos internos no han dejado huellas de una fuerte actividad durante el Cuaternario.

### **d) Movimientos Verticales de la Tierra**

La morfología del litoral de la Costa Central muestra la ausencia de terrazas marinas. Se sabe que durante el Cuaternario han existido niveles del mar más altos que el actual, los cuales han dejado sobre las costas, terrazas marinas estables.

### **e) Sedimentación Cuaternaria**

La geología de los sedimentos cuaternarios puede ser definida por el estudio de Castro, L (1969) sobre la Geología de Lima y vecindades, que comprenden los sectores de los conos deyectivos de los ríos Chancay, Chillón, Rímac, Lurín, y Chilca, según lo cual:

El Pleistoceno está constituido por 100 a 400 metros de espesor de cascajos, arenas y arcillas, las cuales a veces se encuentran entremezclados. Las regiones de sedimentación han sido diversas, alternándose en ellas las de tipo turbulento con el laminar; pero en el Holoceno impera la sedimentación arcillosa, las arcillas cubren los cascajos pleistocénicos y permiten que prosperen los campos agrícolas.

En el Holoceno, las arcillas con espesores de 1 a 10 metros son de excelente calidad, de color pardo o castaño. El poco espesor de estas arcillas demuestra que el Holoceno ha tenido poca duración, que el régimen fue aluvial y en él se produjo excavación en las cajas de los ríos o cambios en la dirección de los cursos hídricos como ha ocurrido en el río Rímac, en que el caudal hidráulico migró desde Chorrillos hasta Barranco, y luego a Miraflores, después a Magdalena y finalmente se estacionó en el Callao. Pero esta variación del curso hidrológico del río Rímac se debe fundamentalmente al movimiento de ascensión de la margen izquierda del abanico deyectivo de éste.

Las arcillas holocénicas se contaminaron en muchos lugares con huaycos y limos, o con las arenas eólicas aportadas de playas soleventadas.

Los acantilados que se presentan tanto en Chorrillos como en Pacasmayo, nos indican que los depósitos fluviales y aluvionales de estas regiones se hundieron en el mar parcialmente, la abrasión marina no ha sido causa de la génesis de estos acantilados, sino los ligeros hundimientos de la Plataforma Continental.

Lo anterior nos indica que en el Cuaternario más reciente hubo desequilibrios en el litoral, por esto es que encontramos en Pacasmayo los depósitos arenosos, limosos y hasta aglomerados aluviónicos a cientos de metros sobre el nivel del mar. Todos estos materiales pertenecen a las descargas del río Chancay.

Los sedimentos cuaternarios fluviales sumergidos en el mar se dilatan hasta 50 kilómetros de línea playera. Estos sectores hundidos en el mar mantienen sus rasgos fisiográficos primitivos.

En el terciario la masa volcánica en la cordillera elevó los terrenos 3000 metros y se produjo el más intenso diastrofismo, el cual produjo como resultados inmediatos dislocación, fallamiento y sobre escurrimientos. Como consecuencia, gran aporte de

materiales de desecho fueron transportados hacia los terrenos inferiores de la Costa, continuando el proceso de formación del rellanamiento de los terrenos bajos de la Costa.

En el cuaternario se produjeron ligeros desplomes, hundimientos y levantamientos en litoral; el acabado del perfil de la Costa adquiere una configuración definitiva. Concluyen estos levantamientos con la formación de 5 terrazas costaneras marinas escalonadas, cuya cota oscila entre los 10 a 120 metros como promedio. Así quedan constituidos los tablazos, las playas, los acantilados y la morfología definitiva del litoral.

### **1.2.2 Geología del Cono Aluvional del Río Rímac**

La Ciudad de Lima y por ende el distrito de Barranco, se hallan dentro de los límites de influencia del cono de deyección del río Rímac. Este cono consiste de material aluvial de estructura lentiforme donde se superponen depósitos de cantos rodados, arena, arcilla, y limo, sin orden ni arreglo.

Estos sedimentos aluviales, han sido depositados durante la última etapa del Pleistoceno, sobre el zócalo rocoso más antiguo, compuesto por rocas sedimentarias del Mesozoico. La secuencia de este proceso según Maggiolo (1969) fue:

A fines del terciario superior (Plioceno) y comienzos del Pleistoceno, el río Rímac era tormentoso y de gran poder erosivo. En momentos de calma tectónica erosionó profundamente el basamento, constituido por lutitas del Jurásico Superior-Cretácico Inferior. Es así como el río deja los sedimentos clásticos del conglomerado de Lima, de gran espesor. Con el transcurrir del tiempo, el río va virando del Sur-Oeste al Nor-Oeste, debido a los movimientos tectónicos basculares, hasta que en el Cuaternario Superior (Holoceno) queda en la posición actual.

Durante el Holoceno los movimientos tectónicos y el poder erosivo del río disminuyen, depositándose el material fino que ha originado la cubierta superficial arcillosa de 8 a 15 metros de espesor en el Callao.

Durante el Periodo Cuaternario en el área en estudio afloran sedimentos no consolidados, uno de éstos son las de origen fluvial, los cuales se han constituido durante la última etapa de la deglaciación pleistocénica, cuando el entonces caudaloso río Rímac transportó una carga de material bastante abundante depositándola en forma de abanico aluvial.

El abanico fluvial del río Rímac fue el resultado de un tectonismo horizontal y vertical, lo cual se manifestó en una elevación de la zona Andina y un descenso de la cuenca de Lima. La tectónica mantuvo permanente acción física y química en la corteza, constituyendo un proceso endógeno, que se acompañó de los ciclos de erosión, transporte y sedimentación, como parte de los procesos exógenos que tienen su manifestación más saltante en los huaycos, inundaciones, deslizamientos, etc. Deben mencionarse también los efectos producidos por la acción de la gravedad que empuja a las masas continentales a una situación de equilibrio y acomodo. Esta tendencia conforma la llamada Teoría de Isostasia.

La mencionada cuenca de Lima, con el tiempo, fue llenándose de materiales que resultaron de aquellos fenómenos que incluyeron el depósito de sedimentos marinos. La distribución de los sedimentos no es uniforme por la acción que ejerció la presencia de lagunas aisladas de agua dulce o salada sobre todo en lugares de predominancia de finos y arenas. Esto se manifiesta hoy mediante lentes con sedimentos de granulometría fina e incluso mezclados con material orgánico. Este tipo de depósito subyace sobre casi la totalidad del distrito de Barranco. Dicho material se compone por tanto de conglomerados con cantos rodados de tamaño

variable hasta de unos 20 centímetros, siendo su matriz de arena arcillosa. Los cantos rodados consisten en su mayoría de rocas volcánicas, en menor proporción de rocas plutónicas, y en muy pequeña de rocas sedimentarias. Estas capas conglomeráticas se alternan con otras arcillas poco arenosas o de arena arcillosa.

Una secuencia de rocas sedimentarias y volcánicas afloran en los alrededores del área de Lima, comprenden un espesor de 1800 metros medido en el área del Cerro Puente Piedra según Bellido E. 1969, la unidad estratigráfica más antigua se ha denominado formación Puente Piedra y se extiende al N.O. de Lima, comprende tres miembros, Puente Piedra Inferior, constituido por rocas volcánicas, gris verdosas, porfiroides, pseudoestratificadas y que infrayecen a una secuencia de lutitas denominadas Puente Inga por Rivera R. 1951, (contiene fósiles ammonites que han servido para datar este miembro como de edad Cretaceo-Inferior), suprayace a Puente Inga otra potente secuencia de rocas volcánicas, con textura brechoide y porfírica, denominada Puente Piedra Superior. Están ampliamente extendidas en el sector N.O. de Lima, se hallan atravesados por numerosos diques y fallas, la presencia de numerosos sills es notoria y está vinculado con el sistema de fracturas.

En el área denominada Morro Solar (de 80 metros de potencia y al N.E. de Lima), afloran rocas sedimentarias que constituyen la formación Salto del Fraile y que litológicamente están formados por bancos de potentes areniscas, cuarzós de colores claros, presentando estratificación cruzada y huellas de anélidos; el contacto con las lutitas del miembro La Virgen de la Formación Herradura (de 120 metros de potencia) es gradacional; suprayaciendo al miembro La Virgen se encuentra el miembro La Herradura que está formado por una secuencia intercalada de arenisca y lutitas en menor proporción; tanto la Formación Salto del Fraile como La Herradura están atravesadas por numerosos diques de andesita, además se hace manifiesta la presencia de sills concordantes a la estructura sedimentaria.



La Formación Marcavilca de 450 metros de potencia suprayace a la Herradura y es representada por las areniscas blancas en estratos potentes.

En la Formación Pamplona de 1000 metros de potencia donde destacan las margas, lutitas y calizas intercaladas, infrayace la formación Atocongo de calizas oscuras y compactas con 400 metros de potencia. El buzamiento de los estratos del Morro Solar y en la Isla San Lorenzo es 15 a 10° S.O. siguiendo un rumbo de NS 52° O a N 40° O en el S.E. y en Comas, Atocongo es de dirección N.E.; suprayacen a las formaciones mencionadas rocas volcánicas con más de 2600 metros de potencia como en Santa Clara, etc.

Los límites del abanico fluvial se inician en las proximidades de Vitarte como vértice para terminar en una faja costera de 16 kilómetros. Por el Sur limita con el Morro Solar y por el Norte con la intersección del actual abanico del río Chillón. De la zona de Vitarte se desarrollaba una línea hacia la quebrada de Armendáriz pasando por la abertura entre los cerros de Monterrico y el Agustino, su generatriz era de 17 kilómetros de largo y la cuerda Morro Solar- Magdalena de 10 kilómetros. Actualmente, el vértice se ubica entre los cerros El Agustino y San Cristóbal, desarrollando una generatriz de 10 kilómetros hacia Magdalena y una cuerda de 15 kilómetros.

La actual línea de Costa en el área representa un caso particular de Geoformas, condicionada por las corrientes de rumbos S-E y N-O y las consecuencias de la Tectónica Regional que se manifiesta en fallas y espolones rocosos periódicos.

Independientemente de que la información geológica se encuentre dispersa, ésta no está inspirada para fines geotécnicos, la información del Cuaternario es insuficiente, requiriendo un estudio completo y actual.

El conocimiento de las condiciones geológicas de Lima es básico para la planificación futura de Lima y sus alcances múltiples en geotécnica, como son los recursos naturales

disponibles en Ingeniería Minera y Civil, en la microregionalización sísmica y los diferentes fenómenos locales.

# **Capítulo II**

## **Aspectos Geomorfológicos**

# Aspectos Geomorfológicos

## 2.1 Antecedentes

Los Estudios sobre geomorfología en el Perú y especialmente de Lima, son raros antes de Dollfus O. 1965, quien inicia el estudio de los Andes Centrales del Perú y su piedemonte entre Lima y el Perené, presentando valiosas informaciones, sin embargo no concreta al plano geomorfológico para Lima, a pesar de presentar un bosquejo entre Huaura y Cañete. Martínez, A.-Téves, N. 1966 dan a conocer el primer plano geomorfológico de Lima.

## 2.2 Información de Estudios

Estudios realizados en la década del 60 por **Martínez, A. - Posturas, F.**, estimaban que para el año 2000 Lima Metropolitana descansará íntegramente sobre los suelos de los conos de deyección de los ríos Rímac y Chillón, y en consecuencia será necesario evaluar oportunamente la influencia de los siguientes hechos geomorfológicos:

1. Que el suelo de Lima no es homogéneo ni uniforme, por lo que es necesario conocer estas discontinuidades.
2. La presencia de cuatro terrazas principales que limitan zonas de diferentes suelos y comportamiento dinámico.

3. Las zonas de contactos laterales y frontales de los conos de deyección son áreas con un potencial de riesgo sísmico por los efectos locales que puedan desarrollarse:
  - 3.1 Laterales: depósitos en torrenteras aluvionales que se introducen, mezclan etc. en suelo de Lima, como Cantogrande, Jicamarca, Pampa Grandes.
  - 3.2 Frontales: Acantilados desde La Perla Alta al Morro Solar y Playas bajas desde La Perla hasta Ventanilla.
4. Represamientos naturales antiguos sugieren los alineamientos de los cerros San Cristóbal, el Agustino y Gallinaceros en La Molina en la parte superior del cono del Rímac. Otro, el de mayor extensión formado por el alineamiento de la Isla San Lorenzo, Frontón, y Morro Solar en la parte inferior del cono, requiere una explicación y correlación con las modificaciones del perfil de equilibrio del litoral y la variación total de los suelos al sur de Lima (Chorrillos).
5. Zonas de migración eólicas al sur de Lima y los depósitos eólicos ocultos dentro de una determinada terraza favorecen fenómenos locales de licuación de arenas, asentamiento diferencial y amplificación de suelo como en La Campiña, etc.
6. Divulgación y erosión del Río Rímac en su evolución hasta alcanzar la actual configuración, sugieren un drenaje errático oculto en el suelo de Lima aún no bien conocido.
7. Modificaciones naturales por acción del hombre, como secamiento de las zonas pantanosas (por ejemplo actualmente en los Pantanos de Villa), canales de regadío, rellenos de desmonte y otras alteraciones del perfil de equilibrio del litoral por los rompeolas en la Costa Verde, forman nuevas zonas críticas al efecto sísmico.

Todos estos hechos permiten relevar la importancia de la geomorfología en la microregionalización sísmica de Lima.

# **Capítulo III**

## **Aspectos Geotécnicos**

# Aspectos Geotécnicos

## 3.1 Generalidades

Cada vez es más evidente la relación entre la respuesta dinámica de las edificaciones construidas sobre un determinado terreno y las características geotécnicas del mismo. Esto se debe a que es el suelo el medio a través del cual viajan las ondas sísmicas que actúan sobre las estructuras, y es además donde suele activarse fenómenos de geodinámica externa (licuación de suelos deslizamientos, derrumbes, etc.). Por todo ello se requiere fundamentalmente del conocimiento de los depósitos del suelo que subyacen las zonas de interés.

Evaluar las características geotécnicas de los depósitos de suelo implica determinar los tipos de suelos existentes y su distribución dentro de la zona de interés, obtener sus parámetros de resistencia al esfuerzo cortante y compresibilidad, posición del nivel freático y determinar las zonas con suelos especiales (suelos expansivos, licuables, colapsables, etc.). Para obtener esta información se requiere recopilar estudios de mecánica de suelos con fines de cimentación y registros de perforaciones de pozos profundos, y de ser posible efectuar un programa de exploraciones de campo. Una de estas exploraciones pueden ser ensayos in situ como Penetración Estándar y Cono Holandés, que son de los cuales se recopiló información. Pasaremos a dar una referencia de dichos ensayos:



### **Ensayo de Penetración tipo Cono Holandés (CPT)**

Este ensayo data de la segunda década del siglo XX, sin embargo no es sino hasta la década del 60' cuando gana mayor aceptación en muchos países, debido a la popularidad que adquiere el cono eléctrico. Este es un ensayo rápido de ejecutar y es capaz de dar gran cantidad de información continua del suelo y por consiguiente obtener en menos tiempo y con mayor precisión las propiedades y características del suelo.

La variante principal entre un penetrómetro tipo Cono Holandés y otro, está básicamente en la punta de penetración, pues es de allí de donde se obtiene la información del suelo.

Existiendo el Cono Mecánico, el Cono Eléctrico, el Piezocono, el Cono Sísmico, el Cono Multisensor. Cualquiera que fuese a emplearse, la otra variante suele ser la fuerza que requiere el equipo para empujar la punta cónica, es así que existen conos de una (1) a cincuenta (50) toneladas, seleccionándose la capacidad en función de las profundidades que se esperan alcanzar y a la dureza del suelo por atravesar.

### **Ensayo de Penetración Estándar (SPT)**

El ensayo de Penetración Estándar es probablemente el procedimiento de investigación del terreno más extendido en todo el mundo.

El Ensayo consiste en hincar un muestreador de caña partida para obtener una muestra representativa alterada y medir la resistencia del suelo a la penetración. Se expresa por el número de golpes "N" para hincar 1 pie (30 centímetros aproximadamente).

Podemos agregar que los suelos de Lima han sido estudiados parcialmente por diferentes instituciones, universidades y profesionales, documentación que se encuentra dispersa y a

veces privada al análisis; una forma para conocer en el futuro las condiciones de los suelos de Lima será por medio de los planos geotécnicos que sean de interés.

Perforaciones para un estudio de planos geotécnicos realizados en 1964 por el **EZRR. Meir, Asociates** sobre la Universidad Nacional Agraria de la Molina, no llegaron ni a 10 metros y los suelos se describieron como sedimentos de espesores variables formados por limo-arena-arcillas, con lentes de gravas, lodos aluvionales oscuros, y arenas de densidades sueltas, se recomendó una capacidad máxima de carga de  $1.5 \text{ kg./cm}^2$ ; el estudio es inconsistente y muy ligero, puesto a prueba en el sismo del 3/10/74, a pesar que se usaron pilotes tipo Franklin.

Merece un breve análisis de los resultados presentados por Yuta, C. (1966), sobre velocidades sísmicas determinadas en el Centro de Lima (Centro Cívico) del orden de 1500 - 2800 pies/seg., zona de contacto U.N.I. en suelo arcillo-arenoso capa superior es de 600 pies/seg. en arenas con cantos pequeños de 2200 pies/seg. y en el conglomerado 5200 - 7100 pies/seg., en Villa zona de migración eólica con presencia de la napa freática el orden de 815 pies/seg. Se estima que estos parámetros obtenidos por prospecciones geofísicas superficiales con el aparato Terra Scout, son un índice de referencia que debería completarse con estudios geofísicos adecuados para las diferentes áreas de Lima.

Parcialmente Tong, J. en 1966, presenta para el conglomerado, encontrado en la base de la Vía Expresa (Zanjón) densidades secas del orden de 68-74% y una compactación de 91-100%, propiedades que muestran las dificultades en el control de la compactación por ser un suelo altamente friccionante. Lee, K. en 1969 hace una descripción general de los suelos de Lima y su incidencia con los daños del terremoto del 17/10/66, destacando algunas fallas importantes en La Molina. Monge, J. en 1969 presenta una interesante conclusión de la geología-suelo y los daños del sismo sobre todo en la parte de los contactos donde se encuentran la mayor parte de los pueblos jóvenes, además plantea por

primera vez un plan de estudio de microregionalización y da intensidades de diseño para las zonas: Cerros de Lima con un grado XII, parte central de Lima VIII, parte baja del Callao VIII, para la Molina y Puente Piedra IX. Maggiolo, R. O. en 1969 proporciona información y referencia sobre los suelos, así como las propiedades en diferentes partes de Lima, donde se destaca la influencia de la napa freática, delimita la zona céntrica incluyendo los distritos desde La Victoria, Lince, parte de San Isidro, Surquillo y Miraflores y gran parte de Surco, donde el conglomerado es clasificado como una grava bien graduada GW a una pobremente graduada GP con pocos finos, 8% pasa la Malla 200, densidad seca  $1500 - 2100 \text{ kg/cm}^3$  con una porosidad de 10- 35 %; refiere cargas de trabajo recomendadas para la Punta- Callao del orden de  $0.5 \text{ a } 1.5 \text{ kg/cm}^2$ , Bellavista de  $3 \text{ kg/cm}^2$ , en Lima-Conjunto Residencial San Felipe del orden de  $4 \text{ a } 8 \text{ kg/cm}^2$ , recomendando elevar la carga admisible para la zona central de Lima de  $6 \text{ kg/cm}^2$  a  $10 \text{ kg/cm}^2$ , para La Molina sugiere  $0.5 \text{ kg/cm}^2$ . Carrillo, A. en 1969 en base a varias pruebas de placas a carga uniforme y estática realizada por la UNI en diferentes partes de Lima presenta una correlación entre el tipo de suelo y el módulo de elasticidad estático cuyos valores varían para suelos arcillosos entre  $45 \text{ a } 214 \text{ kg/cm}^2$ , limos arenosos  $90- 250 \text{ kg/cm}^2$  y suelos gravosos  $326- 1692 \text{ kg/cm}^2$ , este intento de análisis a parte de las limitaciones propias de la prueba y en profundidad muy superficial, proporciona una referencia útil de los suelos superficiales de Lima.

## **3.2 Información Geotécnica para la zona de Estudio**

### **3.2.1 Zona urbana**

Según estudios realizados anteriormente, la zona de Barranco presenta un perfil de suelo errático, existiendo estratificación cruzada. Se observan estratos de espesor y profundidades variables de arcilla y limos, con intercalaciones de arena fina limosa.

La presencia de caliches aislados es notoria en todo perfil.

Cerca al límite de Barranco, con Miraflores y Surco se encuentra la grava casi superficial. En el resto de la zona, vemos que ésta se ubica desde 2 metros hasta 7 u 8 metros de profundidad.

El nivel freático oscila entre los 20 y 30 metros de profundidad. Según el Ing. Lisson el flujo interno de aguas en esta zona de los acantilados se debe a una conexión entre los ríos Rímac y Chillón.

Como se sabe en los acantilados desde el Callao hasta Miraflores se muestra la grava casi superficial, pero cuando se llega a Barranco el nivel de ésta se hace más profunda, notándose material limoso y arcilloso en los primeros metros. En efecto subyaciendo a estos suelos, entre 1.50 metros hasta 20 metros, se encuentran estratos de grava con diferente tipo de matriz, desde arenosa hasta arcillosa. Como vimos en la Geología, este material gravoso no es uniforme, dado que es una “zona de contacto”.

De acuerdo a los ensayos de Penetración Estándar (SPT) y Cono Holandés (CPT) realizados por el Laboratorio de Geotécnica del CISMID en el año 1981, se obtuvieron resultados en los que no se nota un orden ni secuencia en los estratos en el perfil estratigráfico, así las consistencias predominantes en cada suelo según la clasificación SUCS son:

ML (limos de baja plasticidad) Desde suelto a muy duro

CH (arcillas de alta plasticidad) Media a rígida

CL (arcillas de baja plasticidad) Rígida a dura

SH (arena limosa) Densa a muy densa en algunos lugares sueltas

Según estudios realizados por Vidal Cordero, Jorge en 1997:

El área urbana de Barranco presenta un tipo de suelo SM y ML (Arena Limosa y Limo Arenoso). La parte de lo que corresponde a la zona del circuito de playas de la costa verde entre las playas “Las Cascadas” y “Barranco” es GP y GM (Grava Arenosa), mientras que la zona de las playas “ Los Pavos”, “Barranquito” y “Los Yuyos” es SP (Arena Limpia).

Además concluye que existe una moderada agresividad al concreto en la zona urbana y una muy alta en la zona del circuito de playas desde la playa “Barranco” hasta la de “Los Yuyos”.

En cuanto a la capacidad portante, siendo un suelo heterogéneo, éste estará controlado algunas veces por esfuerzos de corte y otros por asentamientos de los estratos más desfavorables (dentro de la profundidad activa de la cimentación). Para cimentaciones superficiales las capacidades portantes oscilan entre  $0.6 - 1.9 \text{ kg/cm}^2$  (kilogramos por centímetro cuadrado). Para cimentaciones profundas por medio de pilotes, las cuales se apoyarán sobre la grava, las capacidades portantes estarían en el rango de  $3 - 3.5 \text{ kg/cm}^2$ . En el caso de usar sótanos sobre la grava, éstas aumentarían de  $4 - 5 \text{ kg/cm}^2$ .

### **3.2.2 Zona de los Acantilados**

Se obtuvo información para nuestra zona en análisis de un estudio de tesis UNI realizado por García, Edgar en 1984 acerca de la estabilidad estática y dinámica de los acantilados de Lima, dicho estudio se basa en el método del Dr. Sarma, S.K mediante el cual se puede calcular el  $F_s$  ( factor de seguridad estático al deslizamiento) y la  $K_c$  (aceleración sísmica crítica en fracción de la aceleración de la gravedad (g)) que es la requerida para producir

falla en el talud; el método considera como superficie de falla crítica a aquella en la que se obtienen los valores mas bajos para  $F_s$  y  $K_c$ . Tanto  $F_s$  y  $K_c$  son valores obtenidos mediante cálculos matemáticos y en caso de  $K_c$  resultar negativo se considera como valor cero.

A continuación presentamos la información recopilada:

**1) Zona Ubicada entre la quebrada de Armendáriz y Av. Saenz Peña, comprende los malecones Diez Canseco y Souza.**

Debido a la erosión eólica y deslizamientos ocurridos presenta una morfología irregular. Se nota la presencia de estratos limo-arcillosos intercalando al conglomerado que es el que predomina y aunque estos estratos son más continuos, su espesor no alcanza el 10% del total. Viviendas de 1 y 2 pisos se encuentran a unos 80 metros del borde del talud.

$$F_s=0.81 \quad K_c= -0.19g$$

**2) Zona entre la Av. Saenz Peña la Bajada a los Baños de Barranco, comprende los Malecones Pasos y Berckemeyer.**

Los acantilados mantienen su morfología irregular y fuerte abarrancamiento. Predomina el conglomerado, el cual se encuentra siempre intercalado por lentes de material limo arcilloso. Existen algunas pequeñas áreas verdes en la parte superior como al pie del talud.

En la zona del Malecón Pasos, las viviendas son de 1 y 2 pisos, se encuentran a unos 35 metros del borde, pero en la zona del Malecón Berckemeyer las viviendas se encuentran muy cerca al borde y sus jardines bordean la coronación. La mayoría de los propietarios han construido muros de contención de adobe, en el caso de viviendas antiguas y de concreto con tubería de drenaje en viviendas modernas.

$$F_s=0.77 \quad K_c= -0.32g$$

**3) Zona entre Bajada a los Baños y Av. Pedro Solari, comprende el Malecón Pedro de Osma.**

Morfología muy similar al anterior, y con un talud más tendido en la parte superior. Los estratos de material limo arcilloso son más frecuentes y a la altura de la Av. Pedro Solari este material alcanza 4 metros de espesor.

El conglomerado presenta algunas oquedades en su estructura debido a la erosión eólica.

Agrietamientos en las pistas del malecón debido a asentamientos en el terreno.

Las viviendas más cercanas se encuentran a unos 20 metros y son de adobe, de 1 piso; otras de 2 pisos se encuentran a unos 30 metros.

$$F_s = 0.96 \quad K_c = -0.03g$$

Desde el punto de vista estático los taludes de Barranco son de un estado probablemente inestable o crítico ( $F_s$  menores o cercanos a 1.00) y desde el punto de vista dinámico pueden fallar en sismos de grado VI a III MM (Escala de Mercalli Modificada) y son los que poseen una aceleración sísmica crítica menor que la mínima aceleración registrada, 0.10g ( este valor se refiere a los que se han registrado en los últimos sismos más fuertes ocurridos en Lima desde el acaecido en 1940). Esto se tendrá presente para la clasificación posterior de las edificaciones en los lotes con viviendas cercanas al borde del acantilado.

# **Capítulo IV**

## **Aspecto Histórico y Urbanístico**



# **Aspecto Histórico Y Urbanístico**

## **4.1 Generalidades y Algunos detalles Arquitectónicos.**

Barranco es un pequeño distrito ribereño, ubicado al sur de Lima que ha podido conservar gran parte de sus valores Urbano-Arquitectónicos debido a su ubicación tangencial en la trama urbana de la Metrópoli, y a las peculiares características de su población tradicionalista. Su origen real corresponde al lento crecimiento de un poblado de pescadores; ramificación ancestral del curacazgo prehispánico de Sulco (hoy Surco) que ha dejado la impronta del antiguo camino del mar claramente perceptible en la traza urbana actual del distrito (eje Av. Surco–Plaza Raymondi–calle Unión–calle Domeyer–Bajada de Baños); y a su conformación como uno de los tres Balnearios de sur del damero de Pizarro (además de Miraflores y Chorrillos) a mediados del siglo XIX. Su origen mítico tiene asidero en una serie de leyendas de carácter religioso que originan la construcción de una ermita al borde del acantilado, en el límite del camino al mar, como muestra de Fe ante una serie de hechos supuestamente milagrosos. Es alrededor del núcleo original de la Bajada a los Baños que se levantan los primeros Ranchos; que no son sino la sofisticación de las modestas construcciones de los pescadores surcanos.

Su trama urbana, al igual que otros Barrios Históricos Latinoamericanos, presenta una geometría irregular; fruto de su adaptación a antiguos linderos de haciendas, cursos de aguas y la topografía existente; que se enriquece con las quebradas naturales entre el acantilado costero.

Su Arquitectura Republicana conoce un periodo de esplendor a fines del siglo XIX e inicios del siglo XX y presenta una tendencia predominante ecléctica hasta el gran sismo de 1940, que obliga a una reconstrucción parcial de su edilicia. Los denominados “Ranchos” son edificaciones de conformación sencilla de adobe y madera, inicialmente de un solo piso con galería frontal corrida y abierta, y soluciones cenitales para la iluminación y ventilación por sus techos planos; en una muestra de sabio control del clima costero.

Posteriormente evolucionarían a plantas en forma de "U" y "H" incorporando un patio y detalles Neoclásicos en su carpintería y yesería; creciendo a dos niveles en remodelaciones y ampliaciones ejecutadas con tal maestría que es difícil percibir las como tales. Le seguirán Villas románticas y algunos palacetes a partir de 1810 y 1920, propiedad de grupos de élite de la sociedad limeña de aquel entonces.

Cuentan las leyendas que la fundación de Barranco se dio luego de la aparición del dibujo de un Cristo en el suelo. Dicen que había una luz extraña, una luz que no podía atribuirse a nada conocido; en el lugar exacto donde ocurriera el milagro se construyó luego la iglesia que hoy conocemos como la Iglesia de la Ermita y que se encuentra al lado del “Puente de los Suspiros”. En este lugar mágico de árboles y faroles la naturaleza se recoge ante el canto de los pájaros.

Barranco es considerado el barrio bohemio de Lima. Escritores, pintores y músicos han hecho sus casas al borde del acantilado, para el poeta Martín Adán, las tardes de Barranco: ...eran serenas como una esposa, pero de una esposa que tenía los ojos de novia todavía... caminando por la plaza de San Francisco, por la avenida Sáenz Peña, o por las calles Junín o Ayacucho, comprendemos que Barranco se descubre mejor a pie porque así también podemos apreciar el árbol de jacaranda que deja a su paso una alfombra de color morado que ningún barranquino desordena.

Aún hasta nuestros días Barranco conserva pues gran parte de su patrimonio cultural lo que lo convierte en uno de los lugares más tradicionales de Lima.

## **4.2 Ambito Histórico**

### **4.2.1 Desarrollo Prehistórico de Barranco**

Podemos conjeturar que hace alrededor de 10,000 años algunos pescadores y recolectores trajinaron por el área del actual distrito de Barranco, en conexión a actividades de caza y recolección en la tablada de Lurín, donde se ha señalado antigüedades superiores a las mencionadas, según hallazgos de Josefina Ramos de Cox, probablemente los centros de población, pequeños campamentos de lo primero barranquinos han desaparecido como consecuencia de las obras de urbanismo.

Las etapas posteriores, con una agricultura avanzada y una organización social fuerte, se pueden vislumbrar a través de los restos arqueológico de Armatambo, Marcavilca (Chorrillos).

Existen datos confusos sobre la existencia de un edificio ceremonial en la borda mismo del Barranco, que se encuentra registrado en algunos viejos mapas, que puede pertenecer a la época de Maranga (Entre 0 y mil de nuestra era).

Como restos de importancia sólo podemos señalar los de canales que aún parcialmente han subsistido hasta fecha reciente como La Talana, Surco, etc. y los caminos que se conservaron hasta tiempos recientes como el callejón de Surco, Camino Real a Lima, Callejón de Tejada, Callejón de Venegas y otros. Estos restos arqueológicos debieron estar

en servicio durante la época Incaica y aún Virreinal y Republicana pues al figurar sus nombres en los planos de sus épocas, nos señalan esta incidencia.

Restos de mayor antigüedad pudieron haber existido en las riberas del río que desembocaba en el límite con Miraflores, pero las obras de urbanismo han debido desaparecerlas por completo. Sin tener una señal de importancia sobre estas épocas, se puede sostener que Barranco fue zona de transición, de paso, casi sin residencia, reducido espacio, dedicado esencialmente a las labores agrícolas que tuvieron gran importancia hasta tiempos recientes.

#### **4.2.2 Periodos de su Historia**

Según documentos Barranco comprende tres periodos que podríamos llamar: Tradicional, de Organización y asentamiento, Decadencia y Resurgimiento.

##### **Periodo Tradicional**

**Origen.-** En algún lugar de Barranco o Surco, indígenas transeúntes o negros vagabundos encuentran por casualidad un arado arrastrado por buey o mula, abriendo un inesperado y caprichoso surco en la tierra. Agricultores por ocupación y dada la influencia de supersticiones de la época creyendo el hecho de inmejorable augurio se establecen en la zona dándole el nombre de Surco

Marchando hacia el occidente en línea recta, llegaron al mar. Establecen comunicación directa y las primeras bases de lo que hay en Barranco.

A mediados del siglo XVIII pescadores en Chorrillos son atraídos por una extraña luz proveniente de un promontorio, creyendo haber descubierto un refugio de malhechores enrumban todos sus embarcaciones hacia el mismo punto, llegando al lugar se sienten maravillados al encontrar pintado en el Barranco una imagen del Cristo crucificado. El cronista Juan de Arona señala que fueron agricultores que pasaban por la quebrada.

La propagación de tal acontecimiento de parte de esta gente sencilla de mar, convierte al lugar en centro de romería, luego al conjunto de la curiosidad y devoción llega gente de Lima en frecuentes peregrinaciones para encomendarse a "Nuestro Señor del Barranco".

Entre los visitantes figura un panadero apellidado Caicedo, favorecido con un milagro en la persona de su esposa. Se establece en el lugar y agradecido construye una capilla que mira al mar, faltándole sólo las torres, muere.

El atractivo místico del lugar unido a la feracidad de la tierra, van creando núcleos pequeños de agricultores con cultivos de pan llevar y forrajeros.

Se tiene noticias así mismo de una industria casera: La fabricación de ollas de barro, en un lugar denominado OLLERIA (Hoy Av. Cajamarca y Unión.), igualmente el cultivo de olivos en huertos apropiados.

Este periodo termina con la acción bienhechora del padre José Villalta, clérigo muerto en olor de santidad, quien estableciéndose en la localidad encauza la veneración al "Cristo de Barranco" de acuerdo a los cánones litúrgicos católicos. Concluye la capilla edificando las torres, dando origen a la "Ermita de Barranco".

## **Periodo de Organización y Asentamiento**

El afianzamiento y reunión de los núcleos humanos así formados comienza a partir de 1815, con la escritura de la donación de la condesa de San Antonio, quien cede los terrenos necesarios para la creación de un poblado y con los trabajos urbanísticos que se inician a cargo del Padre Gaspar Abregú, sucesor del padre Villalta, construye un pequeño convento anexo a la capilla, inicia las obras de nivelación y trazado de una bajada al mar.

La incipiente prosperidad de Miraflores por el Norte y Chorrillos por el Sur, mueve al mariscal de Santa Cruz, Presidente de la Confederación Perú - Boliviana a disponer que estos dos pueblos sean incorporados a la Provincia Litoral del Callao, tal como lo recuerda la Ordenanza del 29 de Agosto de 1836, Barranco sigue el destino de sus mayores, esta situación dura tres años, por decreto del General Antonio Gutiérrez de la Fuente Jefe superior de los ejércitos del Norte, fechado el 5 de Abril de 1839, los tres pueblos son incorporados a la provincia de Lima.

De 1860 a 1863 surgen cabañas o barracas habitadas por soldados, que poco a poco han tomado forma de residencias, donde no pueden faltar extensos puestos de solaz.

Se encuentra así mismo con el generoso auxilio de ciudadanos extranjeros como los señores Bregante, Domeyer, Tiravanti afincados en la localidad desde mucho tiempo atrás y con el invaluable servicio del ferrocarril Inglés Lima-Chorrillos en pleno funcionamiento desde 1855. El trazo elegido para el recorrido del ferrocarril definiría la trama de Barranco, diseñándose en 1858 la Av. Bolognesi; posteriormente las rutas anexas o el tranvía urbanito iría configurando los canales secundarios. El distrito va ocupando las

áreas agrícolas de la Condesa, Tejadita, consolidándose las características y la jerarquía de las Av. Bolognesi, Av. San Martín, Av. Pedro de Osma, Av. Grau, como los cuatro grandes canales que estructuran y ordenan el distrito de Barranco.

Se hace pues necesaria la existencia de una autoridad encargada de regular sus actividades, siendo una de las principales la relacionada con los riegos y la distribución de Aguas. Se crea entonces el primer Concejo – Gobernación en el lugar que ocupó la botica Grec (Esquina con Grau y Domeyer), regido por el general Bustamante, históricamente reconocido como primer Gobernador – Alcalde de Barranco.

Por ley del 26 de Octubre de 1874 se crea el distrito de Barranco, segregándole de Surco (existente desde la época colonial) construido por una parte urbana denominada hasta entonces "Ermita de Barranco" y una zona rural compuesta por los fundos aledaños Talana, Ollería, Tejada, Lirrión, Pacadaris, El Cuadrado; lugares donde se instalan pequeños industriales de origen italiano con rudimentarias destilerías de vinos y aguardientes, industria que se prolonga hasta hace quince o veinte años brindándonos las existencias productivas del Valle de Surco.

Al iniciarse la guerra con Chile, Barranco ya posee ranchos de importancia, durante la campaña de Lima, los balnearios fueron destruidos e incendiados al mismo tiempo que la villa de Chorrillos, la dantesca noche del 13 y la madrugada del 14 de Enero de 1881, después de la batalla de San Juan y Morro Solar, el General Baquedano reduce a cenizas los distritos de Barranco y Chorrillos. Barranco es reconocido con el título de Ciudad por resolución legislativa expedida por el Congreso Nacional en 1961 por el sacrificio de la ciudad y de sus hijos.

Pasada la hecatombe y con la tenacidad del alcalde y sus habitantes, Barranco ve surgir el apogeo y poco a poco se convierte en un lugar residencial ante el abandono de Chorrillos y por el carácter "extranjero" de Miraflores, según afirma Wilhelm Schell conocido como "Príncipe de las finanzas del siglo pasado".

Ya al finalizar el siglo XIX Barranco alberga a la más alta sociedad de la capital y se convierte en dilecto paraje de campo y veraneo de la gente aristocrática y acomodada, así como en retiro de intelectuales y artistas.

A partir del año 1866 se comienza a llevar los libros de nacimiento y defunciones a cargo de la alcaldía, en 1889 se construyó el primer establecimiento de los baños en la playa.

La empresa Chorrillos inaugura el servicio de alumbrado a gas el 6 de Diciembre de 1892, reemplazando al kerosene (es cambiado por luces de arco en 1912).

El 4 de Febrero de 1893 comienza la distribución de agua a domicilio debido a la construcción de la atarjea y al tendido de tuberías de madres y accesorios. Anteriormente el servicio se realizaba por los aguadores en acémilas y luego por el sistema de pozos con elevadores (molinos de viento). El 7 de Junio del mismo año corre el primer sistema de desagüe. El 22 de Noviembre de 1883 en cumplimiento a la ley del 22 de Octubre del año anterior Barranco es elevado a la categoría de Villa y reúne en un solo municipio y en un solo distrito a Barranco y Surco bajo el nombre del distrito de San José de Surco con capital Barranco.



En el año 1894 se implantó el servicio de Tranvías a tracción caballar entre Barranco y Chorrillos, construyéndose los primeros malecones y la Av. Chorrillos.

El 28 de Julio de 1895 se inaugura el “Funicular de los Baños” construido por el Ingeniero alemán Adolfo Holtig, en el año 1896 se inicia el empedrado de las calles y las numeraciones de las casas.

El parque municipal de Barranco fue construido en Agosto de 1897 inaugurado el Domingo 13 de Febrero de 1898, de estilo Oriental, donde en el centro destaca una glorieta morisca donde tocaba la banda de músicos, servía así mismo de Ateneo al aire libre y lugar de cita del mundo intelectual.

El 1 de Abril de 1899 se inaugura la compañía de Bomberos Grau Nro. 1. Durante este mismo año se inician los cultos en la iglesia de San Francisco en la Plazuela ubicada en el extremo de la Ermita y centro geográfico del distrito, a cargo de los padres franciscanos. Hacia fines del siglo XIX Barranco cuenta con una iglesia y más o menos 200 familias las que se reúnen en la estación del ferrocarril Inglés, ubicada en la plaza Octavio Espinoza.

El 25 de Setiembre de 1901, por segunda vez Barranco es elevada a la categoría de Ciudad por ley del 30 de Octubre del mismo año.

En el año de 1902 se establece el servicio de luz eléctrica a domicilio servido por la compañía "Santa Rosa".

En el año de 1903 se inaugura la Iglesia de la Santísima Cruz, siendo su primer párroco el Padre Manuel De la Fuente Chávez.

El Tranvía Eléctrico es inaugurado en 1904 y dobla el servicio del ferrocarril Inglés.

En el año 1911 es inaugurado el paseo parque Sáenz Peña en honor al General de nacionalidad Argentina que peleó en la Batalla de Arica del Coronel Francisco Bolognesi.

En 1912 se construyó el primer mercado de abastos en la cuarta cuadra de la Av. Grau a partir de este año se construyó malecones hasta 1919, siendo uno de los más bellos el Malecón Osma.

En 1914 se establece la junta de sanidad del distrito para atender el servicio sanitario, iniciándose el servicio de vacunación a domicilio.

Durante los años 1920 y 1921 se regulariza el trazado de Urbanizaciones y apertura de Avenidas, se prolonga los malecones hasta Chorrillos y se unen los existente, así mismo se hacen las bases del actual servicio del agua potable y se inicia la era del cemento desapareciendo el empedrado y las veredas de asfalto con bordes de ladrillos.

Urbanísticamente Barranco queda dividido por la línea del ferrocarril, al Este la población menos acomodada y trabajadores manuales, al Oeste la población de dinero y veraneantes capitalinos. Hasta el año 1921 las obras de Barranco fueron planeadas y ejecutadas por gestión directa de los alcaldes y financiadas con fondos municipales.

## **Periodo de Decadencia y Resurgimiento**

Todo el apoyo urbano y fervor cultural empieza a decaer hacia los años 30, las causas son diversas, así tenemos el impacto de la primera guerra mundial sobre la economía pública y privada; el surgimiento de Miraflores como consecuencia de la apertura de la Av. Leguía (Hoy Av. Arequipa), con la consiguiente migración de las principales familias barranquinas a esa nueva urbe y a los nacimientos de las urbanizaciones de la gran Lima.

El golpe de gracia a tal decadencia fue el terremoto de Mayo de 1940, que al dejar casi en ruinas a la ciudad ahuyenta a buena parte de sus moradores.

Su renacimiento data de una de las memorables alcaldías de los últimos tiempos, la del Ilustre ciudadano Don Manuel Montero Bernaldes quien durante su Periodo 1943 – 1946 con cultura, visión y entusiasmo cívico emprende la tarea de levantar a Barranco de su postración, mediante una atinada gestión edilicia y generoso aporte filantrópico, así pues remodeló, renovó, vigorizó Barranco, saneó su economía y estimuló su vida cultural con espectáculos artísticos y varios certámenes literarios de resonancia, así como construye espaciosos y reglamentarios campos de deportes en beneficio de la cultura física del pueblo.

Barranco tiene pues una tradición cultural, además se ha convertido en hogar de artistas de diversos géneros (fundamentalmente plásticos y literatos) al igual que de intelectuales de renombre desde los inicios de su vida ciudadana, así en la actualidad viven gran cantidad de ellos en este bello distrito. Estos atractivos sumados a un sereno y pausado ritmo de vida de clase media, motivaron a que algunos grupos sociales acomodados se

trasladen a este barrio en la década del 70' y 80'; conviviendo inicialmente con los Barranquinos en forma armoniosa debido a su escaso número. En su mayoría eran personas también vinculadas a quehaceres intelectuales y artísticos. Esto generó también un incremento en la construcción de edificios multifamiliares de 4 pisos y un desmedido interés comercial, lo cual ocasiona la apertura indiscriminada de tabernas disfrazadas de bohemia cultural, haciendo del distrito un nuevo centro de atracción nocturna de la ciudad de Lima, incrementando así algunos problemas sociales como delincuencia y drogadicción que generan un alto grado de inseguridad ciudadana. Dichos fenómenos trastocan los rasgos morfológicos de su imagen tradicional y amenazan su integridad.

Desde su creación política hasta la fecha Barranco ha sido gobernado por 33 alcaldes por decisión del Gobierno y 9 por voto popular, siendo la actual Doña Josefina Estrada de Capriata quién tiene a su cargo una difícil gestión municipal, pues la economía distrital se encuentra quebrada.

## **4.3 Ambito Urbanístico.**

### **4.3.1 Descripción General**

Famoso por sus tradiciones, por su aporte cultural y por su belleza arquitectónica, Barranco, es uno de los distritos más queridos de la ciudad de Lima.

Ubicado en lo alto de un acantilado, más viejo que joven, está bordeado por un malecón zigzagueante frente al mar acompañado de jardines.

Barranco es pequeño, su extensión es de 3 km<sup>2</sup> y sus habitantes suman sólo 40,660 (según el censo de 1993). Está rodeado de viejas casonas republicanas que siguen manteniendo los colores tradicionales ocres, amarillos, rosas, sepías, lápizlázuli se entremezclan, como si existiera entre sus dueños un pacto estético y silencioso. Son casas

grandes, con una altura promedio de cinco metros y de adobe como material predominante. Estas casonas actualmente son consideradas como parte del Patrimonio Cultural del país. Algunas se han convertido en Instituciones tales como el Centro Cultural Juan Parra del Riego, el Centro Cultural Scolla Cantorum o el Museo Pedro de Osma; hay también casonas que se encuentran en un estado deteriorado pero no pueden ser derrumbadas por ser considerados “Monumentos Históricos” Esto abunda dentro del sector denominado como “Zona Monumental”. Sin embargo existen lugares en el distrito donde se aprecian grandes edificios multifamiliares y de departamentos de construcción reciente, como en la zona de los malecones; en otras zonas en cambio se ven mayormente casas de albañilería de 1 a 3 pisos, y en otras también quintas y callejones algunos de éstos en mal estado.

Barranco está situado entre los distritos de Miraflores, Chorrillos y Surco y podríamos decir que es un lugar polifacético. Tiene algo de pueblo y algo de gran ciudad. Los fines de semana debido a su fama de bohemia, atrae a innumerables jóvenes y turistas que disfrutan de los pubs y restaurantes que se encuentran alrededor de la Plaza principal y bordeando el acantilado. Durante la semana vuelve el silencio. Sus habitantes caminan despacio y sin apuro: el viejo sastre, el cura, el panadero, todos vuelven al trabajo mientras algunos leen el periódico en las bancas de la Plaza principal. Muy cerca a esta Plaza y en medio de un gran parque se encuentra la conocida “Bajada de los Baños” por donde cuentan que originalmente descendía el río hasta llegar al mar. Actualmente en la Bajada vemos una angosta y sinuosa calle bordeada por casas pequeñas y pintorescas desde cuyas terrazas de madera se puede observar a los bañistas rumbo a la playa. Amplias escaleras en medio de estos jardines nos conducen al “Puente de los Suspiros”; famoso puente de madera que cruza la Bajada de los Baños para deleite de las parejas y de los visitantes. Este puente antiguo y sólido ha sido fuente de inspiración de músicos de la talla de Chabuca Granda quien le hizo una canción que lleva su nombre y que ha recorrido el mundo.

La zona Urbana del distrito presenta como sus principales avenidas las siguientes:

**Sentido Norte-Sur**

- Av. República de Panamá- Av. Crnl. Francisco Bolognesi.
- Av. Almtc. Miguel Grau.
- Av. Libertador San Martín- Av. Pedro de Osma

Dichos circuitos son los ejes principales del distrito ya que son los que soportan el mayor tráfico vehicular, tanto de transporte público como privado, fundamentalmente los que se dirigen de la zona centro y norte de Lima con dirección al sur del distrito (Chorrillos, Villa El Salvador, etc.).

**Sentido Este-Oeste.**

- Av. El Sol.
- Av. Nicolás de Piérola-Av. Balta.
- Av. Miraflores.
- Av. Independencia.

Dichas vías reciben un porcentaje menor de tráfico vehicular con respecto a las anteriormente mencionadas.

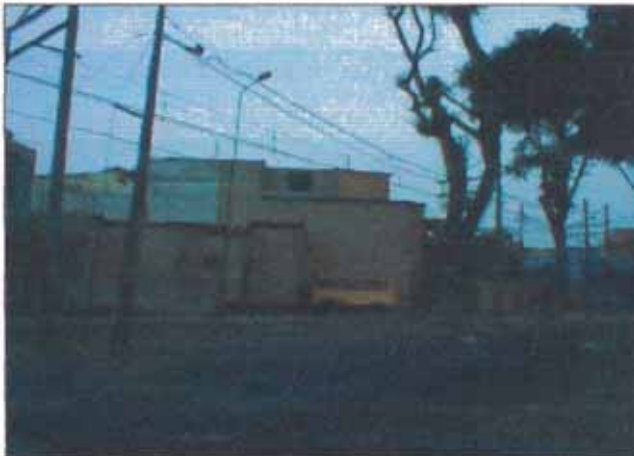
Cabe señalar que la Zona No Urbana (zona de Playas) cuenta como vía principal al circuito de playas de la Costa Verde.



Vista de la Av.  
Bolognesi



Vista de la Av.  
Grau



Vista de la Av.  
Pedro de Osma

### **4.3.2 Algunos Lugares Turísticos**

#### **Parque Municipal.**

Este Hermoso y Tradicional parque Barranquino fue inaugurado el 13 de febrero de 1898, siendo el Alcalde Don Pedro Solari. El parque tenía palmeras, jacarandas, magnolias, ficus y pinos. Estaba resguardado por ladrillos y cercos de madera. El riego lo

realizaban por tuberías de terracota. En el centro existía una glorieta de la plaza Unión (hoy plaza Espinoza) a fin de establecer un servicio de bar, que atendiese a los vecinos barranquinos.

### **Biblioteca Municipal.**

La Biblioteca Municipal fue fundada el 30 de Julio de 1958, estuvo ubicada originalmente en el parque Manuel Montero Bernal, luego estuvo funcionando por breve tiempo en el centro cívico Manuel Beltroy Vera, posteriormente se trasladó al lugar que hoy ocupa en el local de la antigua Municipalidad.

### **Iglesia Santísima Cruz de Barranco.**

Esta Iglesia es la parroquia principal del distrito, comenzó su construcción en el año de 1946 y terminada a mediados del sesenta presenta un estilo neo-colonial. Su párroco actual es Monseñor Salvador Piñero.

### **Puente de los Suspiros.**

Este afamado puente fue construido en el año 1876, durante el gobierno del primer Alcalde de Barranco Don Enrique García Monterroso para unir las riberas de las calles Ayacucho y la Ermita. Soportó impávido la guerra del Pacífico y fue testigo de la destrucción de Barranco por el enemigo incluso sufrió los avatares de la guerra siendo parcialmente destruido en 1881. El puente está ubicado a ocho metros y medio de altura, tiene cuarenta y cuatro metros de largo por tres metros de ancho aproximadamente, desde su construcción hasta nuestros días es mudo testigo de los flirteos de los amantes, que extasiados lanzan al viento sus suspiros de amor. El nombre del puente deriva de los innumerables que tuvieron y tienen como marco este pintoresco rincón Barranquino. Existe esta tradición señala que quien por primera vez vea el puente y lo cruce sin respirar, se le cumplirá el deseo que pida.



## **La Ermita.**

Antiguamente ésta era una pequeña capilla a la cual acudían humildes pescadores y viajantes, que haciendo un alto a sus labores solicitaban la intermediación de Dios a sus angustias. Su origen se confunde con la leyenda y motivó el surgimiento de Barranco. Se dice que cierta vez salió un grupo de pescadores a cumplir con su facna pero como era invierno y la neblina cubría todo el litoral, los pescadores se desorientaron y estuvieron perdidos varias horas hasta que a lo lejos vieron una luz resplandeciente a la cual se dirigieron logrando llegar a la orilla y salvarse. Al aproximarse a aquella luz que los había guiado comprobaron que se trataba de una cruz y desde aquella vez se convirtió en lugar de romería. Luego el panadero limeño Caicedo transformó el oratorio del lugar en un santuario como agradecimiento al haber recuperado la salud su esposa mediante oraciones efectuadas en dicho lugar. En torno al Santuario creció el pueblo de Barranco y fue el padre Villalta, párroco de Surco quien edifica la Ermita en el siglo XIX efectuando la construcción con limosnas y la venta de sus pertenencias de valor. La Ermita luego estuvo a cargo de los padres Abregú y Manuel De La Fuente Chávez. Este último sacerdote hizo construir una segunda capilla y un cementerio rodeado de una reja bien trabajada, en este estado sufrió la invasión chilena y el 14 de enero de 1881 sufrió ataques que culminaron el 16 de enero de 1881 con el incendio de las dos capillas, dos sacristías y cuatro salones del capellán así como el saqueo de las mismas. En el actual patio exterior existe un busto del Padre Manuel De La Fuente Chávez, párroco de la Iglesia Santísima Cruz de Barranco, fallecido el 17 de febrero de 1914.

## **El Mirador**

Construcción acondicionada al borde del acantilado y que se encuentra en la parte posterior de la Ermita de Barranco, dicha obra fue ejecutada a fines de 1988 durante la

gestión del Alcalde Don Pedro Allemant. Desde este lugar se tiene una magnífica vista de la bajada de los baños así como del mar y la puesta del sol ó Sunset.

### **Plazuela Villarreal.**

Ubicada en la parte superior de la bajada de los baños, colindante con la calle Sucre. Esta plazuela se crió en memoria de Don Federico Villarreal notable sabio matemático peruano. Fue inaugurado el 28 de Julio de 1926 siendo Alcalde de Barranco Don Enrique De Las Casas y presidente del Perú Don Augusto B. Leguía.

### **Domeyer.**

Típica calle barranquina cuyas cuadras 2 y 3 aún conservan algunos ranchos con enrejado forjado a mano y sus paredes de adobe y quincha. En la cuadra tres en el número signado con el 320 existió una hermosa casa que fue derrumbada por sus propietarios, para ser considerada monumento histórico. En esta calle está ubicada la casa del afamado escultor polifacético artista plástico Víctor Delfín. Dicho artista tiene varias obras de gran trascendencia como el mural en fierro que existe en el frontil en la Escuela Militar, la Paloma que adorna la Plaza de la Paz, frente a la Nunciatura Apostólica. Así mismo la estatua al amor ubicada en el parque del mismo nombre. Existen obras suyas en el Museo Regional de Piura, en el Hotel Sheraton y otros importantes lugares. Cuenta con una sala de exposiciones de gran valor. Fue el primero en trabajar por la reforestación de los acantilados y la revalorización de Barranco. Ha sido director de la Escuela Nacional de Bellas Artes.

### **Funicular.**

Ubicada en el pasaje del mismo nombre, a sido llamado también ascensor hidráulico, fue construido, inaugurado y manejado por el alemán Rudolf Holting en terrenos comprados a su connacional Domeyer. Se inauguró el 28 de Julio de 1896, durante el gobierno de Don Nicolás de Piérola, utilizaba un sistema contrapeso mediante el uso de aguas filtradas de la

playa. El funicular tenía la capacidad para 28 personas, salía cada media hora, anunciando su salida mediante el tñir de una campana. Pasado un tiempo el error de un empleado originó un accidente con varios heridos, lo cual provocó el inmediato receso del servicio. En 1907 se puso nuevamente en marcha el funicular y en 1923 paso a propiedad de las Empresas Eléctricas sin ser eléctrico; funcionó hasta 1927 año en que fue cerrado por obsoleto. El nueve de Febrero de 1930 es inaugurado el funicular eléctrico, de un solo coche de doble capacidad y que será cerrado después por antieconómico.

### **Plazoleta Juan Parra del Riego.**

Se encuentra ubicada bajo el puente de los suspiros a una orilla de la bajada de los baños. Lleva el nombre del poeta autor del poema "Canto a Barranco" ganador de los juegos florales de 1913. Fue inaugurada el 22 de Julio de 1956 siendo alcalde de Barranco el reconocido intelectual y miembro de la Academia Peruana de La Lengua, Don Estuardo Nuñez Hague.

### **Bajada de los Baños.**

Esta tradicional arteria barranquina nace en la Av. Grau, entre los antiguos locales de la Botica Grec y la Bodega Solari, hoy Restaurant y Caja Municipal respectivamente, allí comienza su serpentante y caprichosa topografía cual anatomía de las antiguas barranquinas y resguardada en sus orillas por añosos ficus, cual soldados impasibles permanecen inmóviles en sus puestos de guardia.

Por el lado derecho avanza por un altozano hasta el funicular; por el centro sigue por la calle Sucre, hasta la plaza Villarreal, y por el lado izquierdo después de una suave curva, parece dirigirse en línea recta al Mar, pero surge la "Loca Geografía" y mientras las bancas municipales, auspiciadoras de coloquios amorosos, ocupados siempre por bañistas en verano y por parejas de enamorados foráneos y colegiales "vaqueros" en invierno; iría bajo los frondosos ficus de sorpresa en sorpresa el visitante primerizo. Causa asombro la casi

vertical bajada Oroya quien con su eva barranquina y sus centenares de escaleras, junto a la cruz del camino son parte de esta singular bajada. Relato de Eduardo Calvo del Libro "Erase una vez en Barranco" Ed. 1966.

A un costado frente a la Ermita se ha construido una pequeña plazuela en memoria de la compositora Chabuca Granda, siendo inaugurada el 24 de octubre de 1992.

### **Malecón Castilla.**

Este hermoso malecón situado a la orilla opuesta de la Ermita nos permite admirar todo el paisaje colindante con la bajada de los baños, permite observar gran parte del viejo Barranco. Aquí encontramos el taller del afamado tallador barranquino Julio Cesar Burgos, maestro indiscutible del trabajo manual en madera, su arte lo ha paseado por el mundo entero. La visita a su taller es de rigor. Se han especializado en muebles coloniales, bargueños, cómodas, comedores, etc. Y también restauran imágenes, púlpitos, altares, etc.

### **La Casa Soyer.**

Ubicada en la esquina de las calles Melgar y Malecón Castilla, es propiedad del destacado Arquitecto conservacionista Emilio Soyer Nash, conocido internacionalmente por su capacidad técnica y su constante preocupación por la conservación del patrimonio histórico monumental. El es actualmente presidente del Patronato Pro – conservación de Barranco, entidad creada para promover la conservación de la zona monumental de Barranco y el uso adecuado de la misma.

La Casa Soyer ha sido totalmente restaurada y se le ha dado un nuevo uso, funcionando actualmente las oficinas del arquitecto Soyer y demostrando que es posible el conservar las casonas barranquinas en armonía con el medio que lo rodea, aún cuando se haga un cambio de uso.



La Ermita de  
Barranco



Biblioteca  
Municipal



Iglesia Santísima  
Cruz de barranco



Puente de Los  
Suspiros (vista 1)



Puente de Los  
Suspiros (Vista 2)



Vista del Parque  
Municipal

## 4.4 Estadísticas del Distrito (Fuente: INEI) Censos de 1993

### 4.4.1 Datos Generales de Población

Población Total	Valor	Porcentaje
Hombres	18873 Hab.	46.42%
Mujeres	21787 Hab.	53.58%
<b>Total</b>	<b>40660 Hab.</b>	

Población de 5 años y más	37699 Hab.
Población de 6 años y más	37014 Hab.
Población de 12 años y más	33193 Hab.
Población Femenina de 12 años y más	18054 Hab.

#### Idioma o Dialecto Materno aprendido en su niñez

Castellano	35784 Hab.
Quechua	1387 Hab.
Idioma Extranjero	359 Hab.

#### Nivel de Educación Alcanzado

	Valor	Porcentaje
Primaria	8125	19.98%
Secundaria	14169	34.85%
Superior No Universitaria	5732	14.10%
Superior Universitaria	7568	18.61%

#### Condición de Analfabetismo

Sabén leer y escribir	36199
No Sabén leer ni escribir	1481

#### Religión

Católica	37946
Evangélica	1073

#### Estado Civil

Casado-Conviviente	14379
Divorciado-Separado	1290
Soltero	15598

<b>Condición de Actividad</b>		
<b>Población Económicamente Activa</b>		<b>17184</b>
	Ocupada	15670
	Desocupada	1514
<b>Población Económicamente no Activa</b>		<b>19830</b>

#### **Población según Sectores de Actividad Económica**

Extracción	225
Transformación	2895
Servicios	12130

#### **Población por edades**

Años	Hombres	Mujeres
< 1	289	295
1--4	1195	1182
5--9	1579	1545
10--14	1688	1746
15--19	1864	2177
20--24	1873	2080
25--29	1626	1771
30--34	1445	1787
35--39	1388	1745
40--44	1225	1410
45--49	970	1131
50--54	794	965
55--59	670	842
60--64	692	887
65--más	1575	2224

#### **4.4.2 Datos Generales de Vivienda**

<b>Total Viviendas Particulares</b>	<b>10176</b>	
Viviendas Ocupadas	9593	94.27%
Viviendas Desocupadas	583	5.73%

**Total Viviendas Particulares con Ocupantes Presentes 9020**

#### **Regimen de tenencia de vivienda**

Alquilada	3587
Propia	4430
Otros Regimenes	1003



<b>Material predominante en la vivienda</b>	<b>Valor</b>	<b>Porcentaje</b>
Paredes(lad. o bloque de cemento)	4870	53.99%
Techos(C.A.)	4076	45.19%
Pisos(cemento)	3353	37.17%

#### **Servicios básicos de la vivienda**

##### **Abastecimiento de agua**

Red Pública	8777
Pilón de uso público	146
Pozo	8
Camión Cisterna u otro	12
<b>Total</b>	<b>8943</b>

##### **Servicio Higiénico Conectado a:**

Red Pública	8768
Pozo Negro o ciego	70
Sobre Acequia o canal	11
<b>Total</b>	<b>8849</b>

**Sin Servicio Higiénico** 171

##### **Disponibilidad de Alumbrado Eléctrico**

Si dispone	8786
No dispone	234
<b>Total</b>	<b>9853</b>

#### **Hogares con Espacio en la Vivienda para realizar una actividad económica**

Si dispone	1126
No dispone	8519

#### **Hogares que tienen medios de locomoción**

Automóvil o camión para uso particular	2171
Automóvil para trabajo	352
camioneta para trabajo	149
motocicleta	103
bicicleta	2635
triciclo para trabajo	118

### 4.4.3 Otros datos del Distrito

#### Establecimiento de Hospedaje

Una Estrella	3 a más estrellas	Hostal	Otros	Total
1	1	10	2	14

#### Actividad Económica Principal: Comercio

**Afectado por:** Robos, pandillaje, drogadicción, robos callejeros, alcoholismo.

**Seguridad:** Poco Seguro

#### Establecimientos de Salud, Consulta, Farmacias y Boticas

C. Salud/Policlinico	2 (MINSA)
Consultorio Médico	3
Puesto de Salud	2
Farmacias y Boticas	4
<b>Total</b>	<b>11</b>

#### Infraestructura deportiva

	Municipio	Otras Instituciones
Estadios	2	-
Complejos Deportivos	1	-
Parques Zonales	-	-
Losas Multideportivas	5	5
Losas de Fulbito	2	15
Losas de Basquet	1	8
Losas de Voley	2	17
Piscinas	1	4
Coliseos	-	2
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>51</b>

#### Centros Educativos

	C. E.	Aulas
Inicial	15	86
Primaria	4	247
Secundaria	26	243
Inst. Sup.Pedagógico	-	-
Inst. Sup.Tecnológico	2	-
Educación Especial	2	34
Educación Ocupacional	4	15
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>625</b>

**Instituciones Financieras**

Banca Privada	2
Casa de Préstamo	-
ONG's	-
Cooperativas	-

**Instituciones de Otro Servicio**

Cementerios	Baños Públicos	Mercado de Abastos	Viveros Municipales
-	1	5	1

**Problemas de Contaminación del medio ambiente**

Gases de Vehículos motorizados  
Ruidos Molestos

**Organizaciones Sociales**

Club de Madres	-
Comité de vaso de leche	54
Comedor popular	1
Wawa Wasi	2
<b>Total</b>	<b>57</b>

**Estratos Socioeconómicos**

	# de Hogares	Porcentaje
Alto	1012	10.27%
Medio Alto	4291	43.55%
Medio	3725	37.81%
Medio Bajo	768	7.79%
Bajo	49	0.50%
Otros	8	0.08%
<b>Total</b>	<b>9853</b>	

Por tanto vemos que analizar el Aspecto Urbano e Histórico del distrito nos brinda las pautas necesarias para conocer la problemática interna de la zona, así como la idiosincrasia de la población, dándonos ideas de cuales son las más convenientes soluciones a los problemas que se generan ante la eventualidad de un sismo de considerables magnitudes, por ejemplo conociendo su estrato socioeconómico podemos intuir que tipo de educación sísmica poseen o que tipo de edificación utilizan, por decir una persona de estrato socioeconómico alto va a preferir tener como lugar de residencia una edificación construida con mano de obra calificada, claro que esto no nos garantiza en un 100% que dicha edificación no sea sísmicamente vulnerable, pero nos significa un buen indicio, en el caso contrario, es casi común que las poblaciones de bajo nivel socioeconómico habiten edificaciones en mal estado que hayan sido construidas en deficientes condiciones y por mano de obra poco calificada.

# CUADROS ESTADISTICOS (FUENTE: INEI)

## DATOS DE POBLACION

POBLACION DE 5 AÑOS Y MAS, POR SEXO, GRUPOS DE EDAD ,  
SEGUN NIVEL DE EDUCACION ALCANZADO

Nivel de Educación Alcanzado	Total	Población		5 a 9 Años	10 a 14 Años	15 a 19 Años	20 a 29 Años	30 a 39 Años	40 a 49 Años	50 a 59 Años
		Hombres	Mujeres							
Ningun Nivel	700	229	471	159	24	30	48	45	191	203
Inicial o Pre-Escolar	877	425	452	826	4	17	8	4	10	8
Primaria	8125	3399	4726	2072	1966	234	270	297	1828	1458
Secundaria	14169	6442	7727	-	1358	2813	2698	2191	3795	1314
Sup.No Universitaria Incompleta	2067	1008	1059	-	-	434	992	351	243	47
Sup.No Universitaria Completa	3665	1240	2425	-	-	63	1206	1188	968	240
Sup.Universitaria Incompleta	3215	1853	1362	-	-	357	1281	776	685	116
Sup.Universitaria Completa	4353	2557	1796	-	-	-	768	1471	1749	365
No Especificado	528	236	292	67	82	93	79	42	117	48
TOTAL BARRANCO	37699	17389	20310	3124	3434	4041	7350	6365	9586	3789
TOTAL PROV. LIMA	5142511	2497931	2644580	555990	578531	655715	1177909	850665	1055820	267881

POBLACION DE 5 AÑOS Y MAS, POR SEXO, GRUPOS DE EDAD ,  
SEGUN CONDICION DE ANALFABETISMO

Condición de Analfabetismo	Total	Población		5 a 9 Años	10 a 14 Años	15 a 19 Años	20 a 29 Años	30 a 39 Años	40 a 49 Años	50 a 59 Años
		Hombres	Mujeres							
Sabe Leer y Escribir	36199	16771	19428	2208	3403	3987	7249	6289	9421	3642
No Sabe Leer y Escribir	1481	606	875	909	29	51	100	74	162	156
No Especificado	19	12	7	7	2	3	1	2	3	1
TOTAL BARRANCO	37699	17389	20310	3124	3434	4041	7350	6365	9586	3789
TOTAL PROV. LIMA	5142511	2497931	2644580	555990	578531	655715	1177909	850665	1055820	267881

POBLACION DE 6 AÑOS Y MAS, POR SEXO, GRUPOS DE EDAD  
SEGUN PROFESION U OFICIO

Profesión u Oficio	Población		6 a 14 Años	15 a 19 Años	20 a 24 Años	30 a 44 Años	45 a 54 Años	65 a Más Años
	Total	Mujeres						
Prof. Cienc. Fis., Quím., Mat., Este. Infor.	105	41	-	-	25	53	21	6
Arquitectos, Ingenieros, y Afines	594	88	-	-	99	317	138	40
Médicos y Prof. Afines (Excep. Enf.)	384	212	-	-	48	177	119	40
Profesores (Maestros y/o Pedag.)	1293	980	-	8	260	437	401	187
Prof. Derecho, Cienc. Econ. y Adm.	1464	439	-	-	288	775	312	89
Escritores, Artistas, Creativos, y Ejec.	266	104	1	5	76	101	65	18
Otras Profesiones	812	339	-	-	139	393	213	67
Tec. en Cienc. Fis., Quím., Mat., Este. Inf.	343	136	-	14	185	119	24	1
Tec. En Electrec. Electro, Ing. Y Afín.	410	27	-	9	129	151	90	31
Tec. De Niv. Med. De Médic. Y Salud	382	313	-	8	121	146	74	33
Tec. En Navegac. Marítima, Aeronaut.	46	10	-	1	14	12	12	7
Operadores de Equip. Ópticos y Elect.	56	11	-	4	13	28	10	1
Tec. En Econ., Adm. De Emp., Der. y Afines	812	317	-	9	224	356	178	45
Secret., Telef., y otros Tec. Niv. Medio	1683	1544	-	41	560	741	277	64
Otros Técnicos	344	106	1	12	105	119	72	35
Técnico No Especificado	10	2	-	10	-	-	-	-
Trab. Calif. De Cultiv. Y Trab. Asimilad.	44	4	-	-	7	3	14	20
Pescadores, Cazadores y Tramperos	8	-	-	-	2	4	1	1
Operarios de Construcción Y Afines	680	8	1	17	123	193	198	148
Soldadores, Herreros Y Afines	78	4	-	3	18	25	23	9
Mecánicos y Alust. Maq. Y Equí. Elect.	397	5	1	17	89	120	120	50
Mecánicos de Precis., Artes, y Afines	301	53	2	13	79	103	77	27
Obr. Y Oper. del proces. de Alimen. y Afines	69	22	1	8	11	22	17	10
Ebanistas y Operad. De Maq. Y Afines	168	2	-	3	32	50	59	24
Operarios de los Textiles Y Afines	717	606	-	8	109	215	271	114
Conductores De Vehículos de Motor	585	8	-	1	62	196	216	110
Operad. Maq. Agríc. Y Maq. Móviles	7	-	-	-	1	3	2	1
Trab. De Serv. Personales y Seguríd.	410	326	1	17	123	162	93	14
Otros Oficios	253	17	-	-	50	90	64	49
Oficios No Especificados	2	-	-	-	-	-	2	-
No Especificado	262	135	38	32	53	64	45	30
Sin Profesión u Oficio	24029	14095	5827	3801	4305	3825	3743	2528
<b>TOTAL BARRANCO</b>	<b>37014</b>	<b>19952</b>	<b>5873</b>	<b>4041</b>	<b>7350</b>	<b>9000</b>	<b>6951</b>	<b>3799</b>
<b>TOTAL PROV. LIMA</b>	<b>5023332</b>	<b>2437599</b>	<b>1015342</b>	<b>655715</b>	<b>1177909</b>	<b>1167779</b>	<b>738706</b>	<b>267881</b>

POBLACION TOTAL, POR SEXO, GRANDES GRUPOS DE EDAD,  
SEGUN RELIGION QUE PROFESA

Religion que Profesa	Población			0 a 11 Años	12 a 14 Años	15 a 29 Años	30 a 44 Años	45 a 64 Años	65 a Más Años
	Total	Hombres	Mujeres						
Católica	37946	17504	20442	6959	1918	10560	8370	6529	3610
Evangélica	1073	488	585	214	59	301	231	192	76
Otra Religión	952	444	508	166	54	258	225	169	80
Ninguna	602	402	200	89	20	261	153	54	25
No Especificado	87	35	52	39	1	11	21	7	8
<b>TOTAL BARRANCO</b>	<b>40660</b>	<b>18873</b>	<b>21787</b>	<b>7467</b>	<b>2052</b>	<b>11391</b>	<b>9000</b>	<b>6951</b>	<b>3799</b>
<b>TOTAL PROV. LIMA</b>	<b>5706127</b>	<b>2753886</b>	<b>2922241</b>	<b>1348425</b>	<b>349712</b>	<b>1833624</b>	<b>1167779</b>	<b>738706</b>	<b>267881</b>

DATOS REFERIDOS A VIVIENDA

VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES,  
POR REGIMEN DE TENENCIA, SEGUN TIPO DE VIVIENDA

Tipo de Vivienda	Total	Alquilada	Regimen de Tenencia			Usada con Aut. Prople Sin pago	Ocupada de Hecho	Otra forma
			Propia Comprando a plazos	Propia o Totalm. Pagada	Aut. Prople Sin pago			
Casa Independiente	4481	1351	203	2398	413	2	114	
Departamento En Edificio	1347	451	72	718	95	-	11	
Vivienda En Quinta	1521	663	52	675	107	-	24	
Vivienda En Casa De Vecindad	1473	1043	29	239	115	-	47	
Vivienda Improvisada	22	11	2	4	3	1	1	
Local No Est. Para Hab. Humana	176	68	9	29	64	-	6	
<b>TOTAL BARRANCO</b>	<b>9020</b>	<b>3587</b>	<b>367</b>	<b>4063</b>	<b>787</b>	<b>3</b>	<b>203</b>	
<b>TOTAL PROV. LIMA</b>	<b>1105375</b>	<b>182417</b>	<b>61920</b>	<b>640559</b>	<b>96885</b>	<b>91589</b>	<b>32606</b>	

VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES,  
 POR MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES  
 EXTERIORES SEGUN TIPO DE VIVIENDA

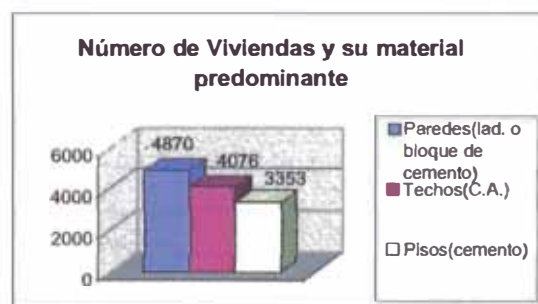
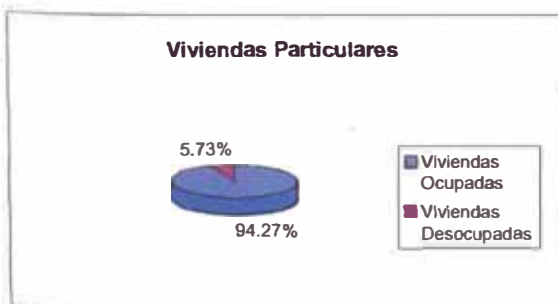
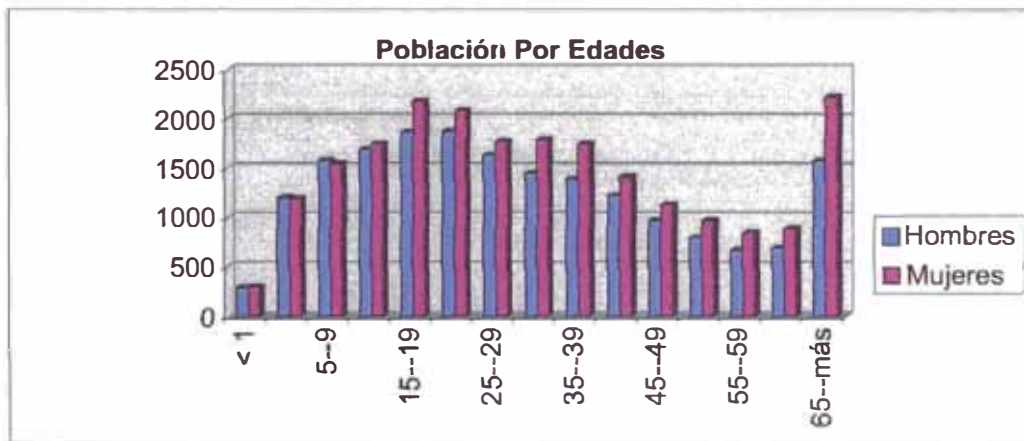
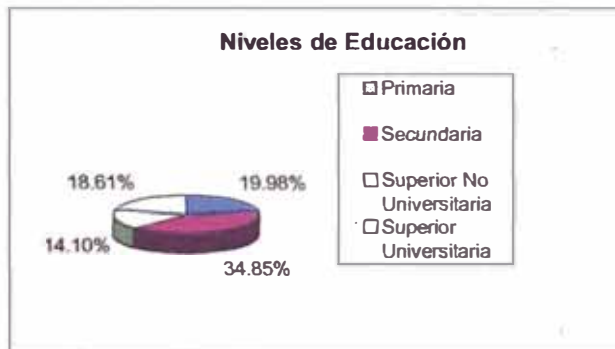
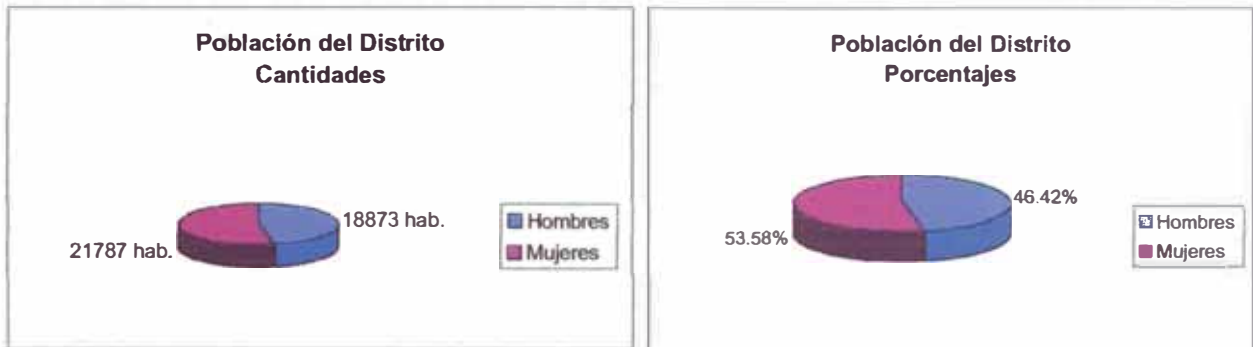
Tipo de Vivienda	Material Predominante en las Paredes Exteriores											
	Total	Ladrillo		Piedra o		Adobe o		Quincha	Piedra Con Barro	Madera	Estera	Otro Material
		Bloque Cemento	Sillar	Tapia	Con Barro							
Casa Independiente	4481	2552	14	1728	122	2	23	-	-	40	-	
Departamento En Edificio	1347	1297	4	14	27	-	5	-	-	-	-	
Vivienda En Quinta	1521	770	4	724	18	-	5	-	-	-	-	
Vivienda En Casa De Vecindad	1473	165	8	1189	54	3	29	-	-	25	-	
Vivienda Improvisada	22	-	-	-	-	-	11	6	-	5	-	
Local No Est. Para Hab. Humana	176	86	-	67	2	1	18	-	-	2	-	
TOTAL BARRANCO	9020	4870	30	3722	223	6	91	6	72	-	-	
TOTAL PROV. LIMA	1105875	821804	6707	104999	15148	1830	39354	90503	25630	-	-	

VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES,  
 POR MATERIAL PREDOMINANTE EN LOS TECHOS  
 SEGUN TIPO DE VIVIENDA

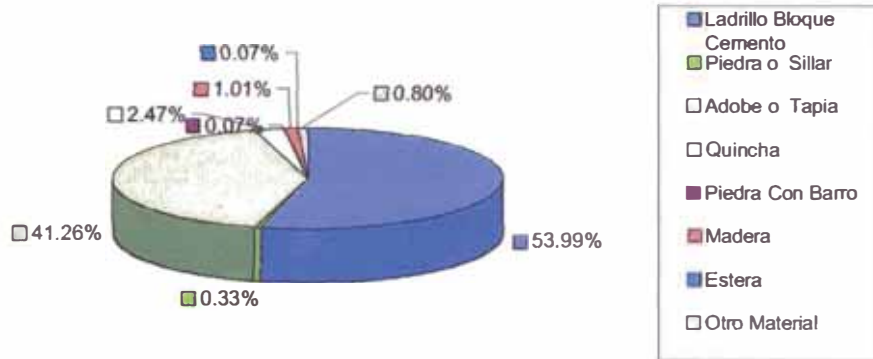
Tipo de Vivienda	Material Predominante en los Techos									
	Total	Concreto		Madera	Tejas	Calamina, Fibrocement o, etc	Caña o Estera	Paja, Hojas de Palmera	Otro Material	
		Armado	Estera							
Casa Independiente	4481	2104	1761	26	207	229	2	152	-	
Departamento En Edificio	1347	1252	71	-	24	-	-	-	-	
Vivienda En Quinta	1521	620	694	8	67	132	-	-	-	
Vivienda En Casa De Vecindad	1473	29	838	8	147	386	1	64	-	
Vivienda Improvisada	22	-	6	-	5	5	-	6	-	
Local No Est. Para Hab. Humana	176	41	47	1	44	29	1	13	-	
TOTAL BARRANCO	9020	4046	3417	43	494	781	4	235	-	
TOTAL PROV. LIMA	1105875	578309	98482	11568	161868	152708	4394	100536	-	



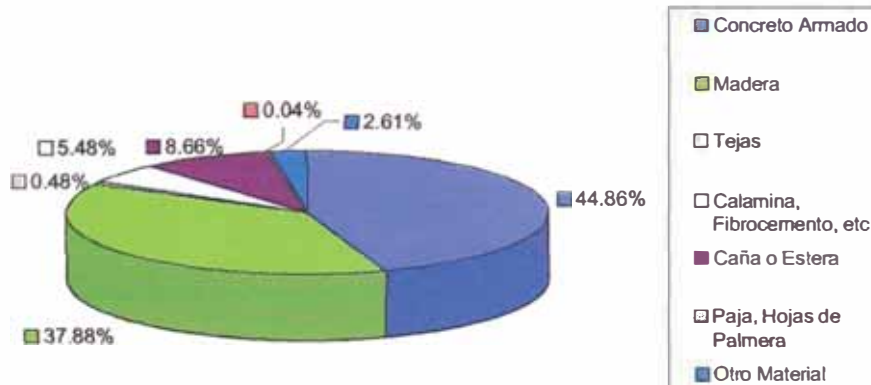
## Gráficos de Estadísticas del Distrito



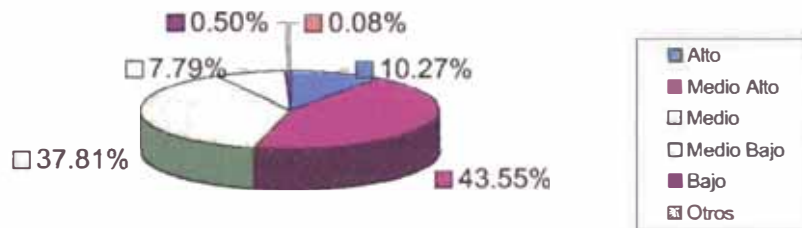
**VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES,  
POR MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES**



**VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES,  
POR MATERIAL PREDOMINANTE EN LOS TECHOS**



### Estratos Socioeconómicos de los hogares



# **Capítulo V**

## **Aspectos Sísmicos**

# Aspectos Sísmicos

## 5.1 Tectónica y Sismotectónica

### 5.1.1 Generalidades

Las nuevas teorías sobre la tectónica de la Tierra, contemplan existencia de Placas independientes de cuyo contacto se generarían el mayor número de sismos.

El Perú está ubicado en uno de los ambientes sismo-tectónicos de más alta actividad sísmica que hay en la Tierra formando parte del Cinturón Circumpacífico, zona donde se ubica el 80% de los sismos que ocurren en el mundo. Así la Costa Peruano-Chilena corresponde al encuentro de 2 grandes placas terrestres: la Placa Sudamericana y la Placa de Nazca, que habrían originado el levantamiento de la Cordillera de los Andes.

La Cordillera de los Andes y la Fosa Oceánica Perú- Chile, constituyen los principales rasgos tectónicos de la región. Estos están relacionados con la alta actividad sísmica.

Existen 2 fallas donde se concentra la principal actividad sísmica del Perú: la Falla de la Costa y la Falla de Ancash-Satipo.

Debido a la interacción de las 2 placas convergentes (Placa de Nazca y Sudamericana), se originan desplazamientos relativos que implican esfuerzos de compresión, tracción y cortante dentro de la región; como consecuencia del campo de esfuerzos se presentan flexiones y cizallas en las placas, las que se manifiestan a lo largo de algunas fallas geológicas conocidas (como las mencionadas anteriormente) y otras aún no conocidas. Se ha podido medir la velocidad de encuentro promedio de ambas placas (lo cual detallaremos

más adelante), caracterizada sin embargo, por atascamientos bruscos y lentos, que se manifiesta también en una elevación permanente de los Andes.

La Actividad sísmica del país a parte de la interacción de las Placas de Nazca y Sudamericana, se debe a los reajustes que se producen en la corteza como consecuencia de la interacción y la morfología alcanzada por el Aparato Andino, como también a procesos secundarios tal como la acción compresiva del Escudo Brasileño contra el Cinturón Andino.

Es cierto que no existen evidencias de activación de fallas recientes y en consideración de algunos terremotos en el mundo han producido cortes y escarpes en el pleistocénico, esto indica que un modelo tectónico es cambiante en espacios cortos de 100,000 años, lo que nos hace ver que para discernir y poder tomar decisiones se necesita en geología tectónica de un modelo original de por lo menos una era que resta el interés al estudio tectónico-sísmico, por lo que actualmente se está orientando a buscar información más concreta en la teoría de las placas tectónicas como propone Lomnitz. C en 1974, y explica que al presente se muestra con mayor solidez, ya que los movimientos diferenciales entre las placas es la causa de la actividad sísmica, por tal razón consideramos que la presencia de la Placa de Nazca es de gran interés que correlacionada con la tectónica de la costa, las fosas marinas, la moderna Cordillera de los Andes, las variaciones de gravedad y magnéticas abren un camino en la predicción de los sismos para la seguridad del futuro y en especial permitirá el potencial de riesgo sísmico de la costa peruana.

### **5.1.2 Tectónica de Placas**

La Teoría que postula lo expresado en el párrafo anterior es la denominada Tectónica de Placas. La idea básica de dicha teoría es que la envoltura más superficial de la Tierra sólida, llamada Litósfera (100 kilómetros), está dividida en varias placas rígidas que crecen a lo largo de estrechas cadenas meso-oceánicas casi lineales; dichas placas son

transportadas en otra envoltura menos rígida, la Astenósfera, y son comprimidas o destruidas en los límites compresionales de interacción donde la corteza terrestre es comprimida en cadenas montañosas o donde existen fosas marinas.

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

Se ha observado que la mayor parte de la actividad tectónica en el mundo se concentra a lo largo de los bordes de las placas. El frotamiento mutuo de dichas placas es lo que produce los terremotos, por lo que la ubicación de éstos delimitará los bordes de las mismas.

Todos los sismos en la porción oceánica corresponden a la zona de subducción, mientras que en la porción continental se incluyen los sismos de la zona de Benioff con profundidades focales mayores de 70 kilómetros y los sismos continentales que son superficiales.

### **5.1.3 Placas de Nazca y Sudamericana**

Como mencionamos con anterioridad la mayor parte de los sismos ocurridos en el área considerada es producto de la interacción de las Placas de Nazca y Sudamericana a ángulos variables.

La Placa Sudamericana crece de la cadena meso-oceánica del Atlántico, avanzando hacia el noroeste con una velocidad de 2 a 3 centímetros por año y se encuentra con la Placa de Nazca en su extremo occidental, constituida por la costa sudamericana del Pacífico. Por otro lado, la Placa de Nazca crece de la cadena meso-oceánica del Pacífico Oriental y avanza hacia el Este con una velocidad de aproximadamente 5 a 10 centímetros por año subyaciendo debajo de la Placa Sudamericana con una velocidad de convergencia de 7 a 12

centímetros por año, es decir que la Placa de Nazca se profundiza a medida que avanza el Continente.

## **5.2 Amplificación Dinámica e Influencia de las Condiciones Locales del Suelo en la Manifestación Sísmica y sobre el daño a Edificaciones.**

### **5.2.1 Generalidades**

Sismólogos e Ingenieros Sísmicos coinciden en que las características del sacudimiento en un lugar determinado depende de muchos factores entre los cuales tenemos:

El mecanismo fuente del sismo.

La magnitud del sismo.

La distancia del lugar a la zona principal de liberación de energía

Las características geológicas de las formaciones rocosas a través de las cuales las ondas sísmicas viajan desde la fuente hasta el área general de interés.

Las características topográficas de la zona de interés.

Los posibles efectos de superposición

Las condiciones locales del suelo subyacente al sitio en particular.



## 5.2.2 Influencia del Suelo en la Manifestación Sísmica

Debido a la realidad sísmica manifestada con anterioridad, es importante conocer el comportamiento del suelo en relación con la estructura que soporta, ante la presencia de un movimiento telúrico.

Las principales manifestaciones relativas a la intensidad sísmica son los siguientes:

1) **Amplificación Sísmica en los estratos del suelo.**- La Amplificación de las ondas incidentes en el estrato superficial, cuya variación es inversamente proporcional al valor del parámetro:

$$\alpha = \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1}$$

donde  $V_1$  representa las velocidades de las ondas de corte de 2 estratos consecutivos,  $P_1$  la densidad del estrato inferior,  $P_2$  la densidad del estrato superior. Por ello cuando una onda pasa de un estrato superior más rígido a otro menos rígido, hay una amplificación sísmica.

De relaciones semiempíricas entre la velocidad de las ondas de corte y las características del suelo se han podido verificar daños menores en el conglomerado de Lima, con relación a otros tipos de suelo.

Sabemos que la grava arenosa compacta no presenta un módulo de elasticidad ( $E$ ) sin embargo, es posible expresarlo en función de la velocidad cortante, a través de la ecuación:

$$E = 0.0002858V_s^{2.513} + 96.8$$

Adicionalmente, podemos hallar dicha velocidad ( $V_s$ ) por su relación sencilla con el número de golpes ( $N$ ) del Ensayo de Penetración Normal por cada 0.30 metros de penetración a través de la ecuación semiempírica:

$$\begin{aligned} & V_s = 90.03N^{0.36} \text{ (Experimental)} \\ \text{ó} & V_s = 93.16N^{0.34} \text{ (Teórica)} \end{aligned}$$

- 2) **La resonancia entre el suelo y la estructura (Amplificación Dinámica).**- Esta ocurre cuando el periodo natural del edificio coincide con el periodo predominante del suelo ( $T_s$ ). El caso podría representarse por una estructura rígida desplantada sobre el suelo de  $T_s$  corto o suelo firme.
- 3) **La disipación de la energía vibracional en el suelo.**- Mucha veces el suelo cumple una función de amortiguación que en valor es inversamente proporcional a su rigidez. Se traduce en disipación de la energía vibracional de la estructura.
- 4) **La Falla Progresiva.**- Es la tendencia a la disminución de la rigidez de la estructura por el aumento de su periodo de vibración que en el caso de suelo firme derivará en un ascenso de la Fuerza sísmica.
- 5) **El Asentamiento Diferencial.**- Es la principal causa de daño en la edificación en comparación con el asentamiento total (absoluto) que, sin embargo, también tiene sus límites restrictivos. Aquél se manifiesta con mayor incidencia en los suelos blandos que en los suelos firmes lo que repercute en un aumento del valor de los momentos flectores en edificaciones de concreto armado.

### **5.2.3 Amplificación Dinámica e Influencia en las Edificaciones**

La Energía liberada de un mecanismo de falla en la corteza terrestre, probablemente a una profundidad de muchos kilómetros bajo la superficie del suelo, viajará en forma de ondas sísmicas hasta llegar a la superficie, para ello cruzarán muchas interfaces y fallas en la estructura geológica, serán reflejados y refractados, llegando a la zona de interés con características generalmente similares, pero no siempre con una uniformidad desde un punto a otro. La energía retenida dependerá de la capacidad de absorción de energía

(características de amortiguamiento) de las formaciones rocosas a través de las cuales viajan las ondas. Una vez que las ondas terminaron de recorrer el manto rocoso, los movimientos son nuevamente modificados conforme pasan éstos a través de los diferentes depósitos de suelo (variantes en tipo y profundidad) de tal forma que al alcanzar la superficie del suelo tendrán características diferentes en distintos lugares de la zona de interés, y por lo tanto, se espera que el daño sísmico varíe significativamente.

Según estudios al respecto se han podido observar como característica que para estructuras bajas, de periodo relativamente corto, se produce máximo daño e intensidad del movimiento sobre depósitos superficiales (de periodo corto) y mínima intensidad de daño sobre depósitos de suelo profundos (de periodo largo); mientras que para estructuras altas, de periodo largo, se produce máximo daño e intensidad del sacudimiento sobre depósitos profundos (de periodo largo) y mínimo daño sobre depósitos superficiales (de periodo corto).

Todo esto nos indica que la intensidad del daño estructural se relaciona con el periodo natural de la estructura y el periodo fundamental del depósito de suelo subyacente. Cuando éstos son similares un tipo de efecto de resonancia puede desarrollarse y la respuesta de la edificación puede ser muy alta; cuando ambos periodos son muy diferentes no se espera tal interacción y la respuesta estructural es relativamente baja.

Cabe señalar además que los depósitos de suelos blandos y profundos introducen una mayor proporción de componentes de periodos largos en los movimientos de la superficie; los efectos aparentemente se incrementan conforme la profundidad o blandura del suelo crece. El error de considerar dichos efectos para periodos mayores que 0.5 segundos podría conducir a mayores discrepancias en la evaluación de las aceleraciones espectrales o en el establecimiento de los criterios de diseño

## **5.2.4 Efectos Sísmicos**

Durante un sismo, se producen daños en las poblaciones que se encuentran dentro del área de influencia, estos daños son causados por cuatro formas básicas:

### **a) Vibración del Suelo**

Cuando el suelo vibra, lo hacen también las edificaciones que se encuentran sobre él, esta vibración es una respuesta de la estructura a la excitación natural inducida por el suelo, será de mayor o menor grado dependiendo de la relación entre el periodo fundamental de vibración de la edificación y el periodo natural de vibración del suelo sobre la que se encuentra.

Las aceleraciones, velocidades y desplazamientos inducidos por el sismo, sobrecargan la estructura pudiendo dañar seriamente o hasta destruir el edificio, a menos que éste haya sido diseñado y construido para resistir dichos esfuerzos.

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

### **b) Fallas del Suelo**

**Falla Geológica.**- Es una ruptura del terreno a lo largo de la zona de falla que puede ser pequeña o abarcar cientos de kilómetros. El desplazamiento del terreno puede ser horizontal, vertical o una combinación de ambos.

Obviamente una edificación que se encuentra directamente sobre ésta, será seriamente dañada.

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

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

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

### **c) Incendios**

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

### **d) Los Tsunamis**

Se sabe que los Tsunamis son ondas muy largas producidas en las superficies de los océanos como resultado de desplazamientos repentinos de volúmenes de agua. El

desplazamiento de un volumen de agua de mar (de ordinario un desplazamiento vertical) mueve la superficie marina próxima al desplazamiento haciéndole perder el estado de semiequilibrio conocido como el nivel medio del mar.

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

### **5.2.5 Magnitud e Intensidad de un Sismo**

#### **Magnitud**

La magnitud es una medida instrumental objetiva relacionada con la cantidad de energía liberada por el movimiento sísmico en el foco sísmico. De la lectura y análisis de un sismograma, obtenido de un sismógrafo normalizado, es posible determinar la hora cuando ocurrió el evento sísmico, la distancia al epicentro, su profundidad local y puede estimarse la cantidad de energía liberada.

La magnitud de un evento sísmico generalmente se mide a través de la escala Richter aunque a veces se utiliza otras escalas (la de Kanamori por ejemplo). La escala de Richter es una escala logarítmica y expresa la magnitud en números enteros y decimales. De un número entero de la escala al inmediato superior siguiente la amplitud de la onda sísmica es 10 veces mayor y corresponde a 31 veces la cantidad de energía liberada por el sismo. Si pues, la amplitud de un terremoto de magnitud 8.3 no es aproximadamente el doble que el de un evento sísmico de magnitud 4.3, sino diez mil veces más grande y la cantidad de energía liberada es un millón de veces mayor.

No hay límite superior para la escala de Richter, sin embargo muchos científicos mantienen que es poco probable que pueda producirse un terremoto de magnitud mucho mayor que 9, dadas las limitaciones físicas impuestas por las características de la corteza terrestre. Hay una teoría que trata de establecer como la máxima, una magnitud de 8.6, explicando con esta limitación, la capacidad total de energía que las rocas pueden almacenar, en zonas hipocéntricas. Un sismo de magnitud 8 equivale a una explosión simultánea de 12,000 bombas atómicas tipo A de 20 kilotonnes de TNT.

El total de energía liberada en el mundo, como promedio anual, equivale a dos terremotos de magnitud 8.6. Generalmente ocurre sólo un terremoto superior a magnitud 8.0 por año, unos 20 eventos sísmicos con magnitud 7.0 y 7.9, unos 150 eventos con una magnitud entre 5.0 y 5.9, alrededor de 7,000 con magnitud entre 4.0 y 4.9 y más de 50,000 con magnitud entre 3.0 y 3.9. En la región andina, base a los datos históricos documentales y a las respectivas estimaciones de magnitud, se cree que han ocurrido, desde el año 1570 más de 25 terremotos de magnitud 8.0 ó mayor, por lo menos uno cada 15 años.

Un sismo de magnitud 2, en la escala de Richter, es el temblor más leve que normalmente es sentido (en el epicentro) por el ser humano; el evento sísmico más insignificante que se ha registrado corresponde a una magnitud de -3. Se consideran sismos importantes los que tienen una magnitud de 7 ó más.

### **Intensidad**

El grado de destrucción que causa un movimiento sísmico no depende sólo de la cantidad de energía liberada, es decir de la magnitud de sismo, sino de varios otros factores tales como la cercanía del epicentro, la profundidad del hipocentro (foco sísmico) y de la naturaleza del terreno. Se han adoptado escalas de Intensidad para medir los efectos del sacudimiento de tierra. La Intensidad es una medida subjetiva de los efectos macrosísmicos sobre objetos naturales, estructuras artificiales y observadores en una localidad dada.

La escala de intensidad sísmica con mayor aplicación internacional es la llamada Mercalli Modificada (MM) que consta de doce grados. Una Intensidad de I corresponde a un temblor que no es sentido: es detectado y registrado sólo por sismógrafos, la Intensidad XII describe daño casi total, modificación radical de la superficie del suelo, cambios de curso de ríos, los objetos al aire. Un sismo tiene Intensidad VI cuando es sentido por todos y produce temor; se pierde la estabilidad al caminar; se caen objetos de los estantes y se mueven los muebles; se raja el estucado de las paredes y techo, etc.

Si bien un determinado evento sísmico tiene una sola magnitud es decir, que libera una determinada cantidad de energía puede tener diferentes intensidades según las características de la localidad y distancia del epicentro.

La determinación de la intensidad en un solo punto del área afectada por un terremoto no aporta mucho al estudio del mismo. En cambio, es preciso determinar el grado de intensidad del sismo en diferentes lugares del área afectada y construir luego las curvas de intensidad o curvas "isosistas" que dan inmediatamente una idea aproximada de la zona afectada. En general, los contornos resultantes muestran un máximo en la zona epicentral con regiones de menor intensidad rodeando esta área, siendo las isosistas más o menos concéntricas respecto al epicentro.

**Curvas Isosistas.-** El conocimiento general de la distribución de los efectos microsísmicos de un temblor de la tierra, pueden ser representados por curvas isosistas o líneas que encierran puntos de igual intensidad de movimientos sísmicos, indicando cada isosista el límite de la intensidad correspondiente en la zona encerrada por dicha línea. Ello significa que en todos los casos, la intensidad señalada en los mapas, corresponde a la zona que se encuentra dentro de dos isosistas consecutivas.

A continuación presentaremos mapas con las Curvas Isosistas de 3 de los terremotos más importantes ocurridos en la ciudad de Lima, los cuales detallaremos más adelante.



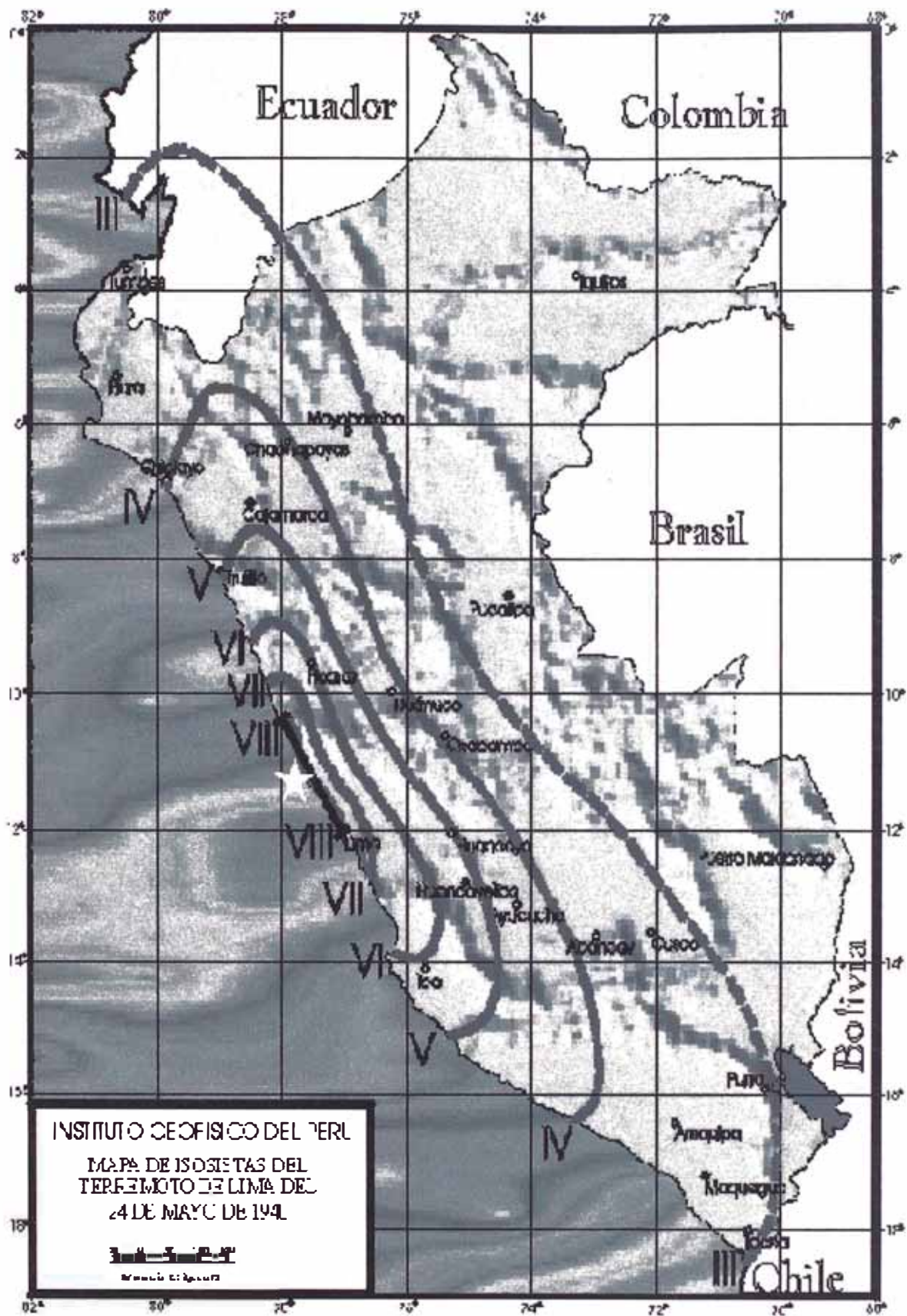


Figura V.1: Mapa de Isosistas del sismo del 24 de Mayo de 1940 (Fuente IGP)

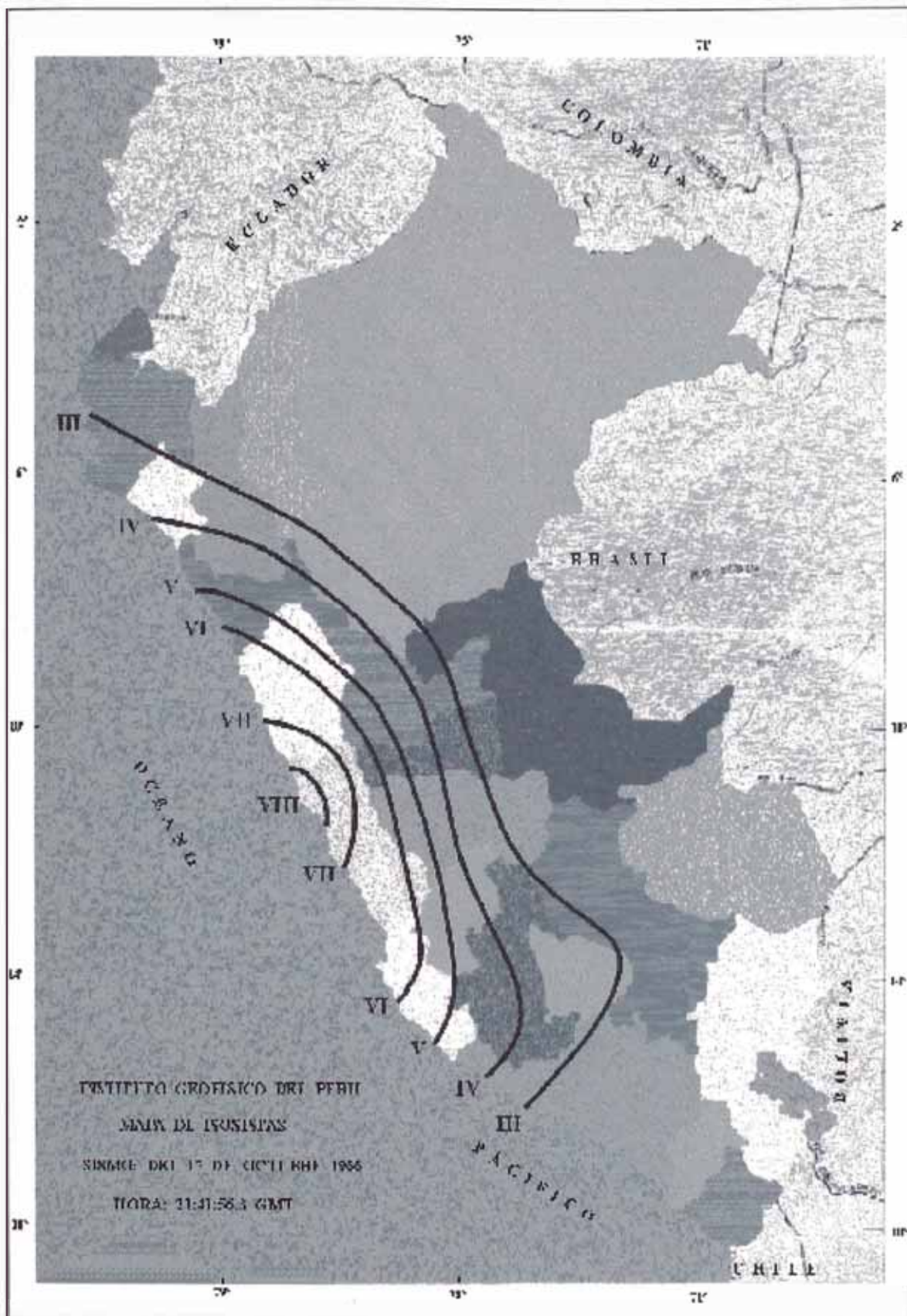


Figura V.2: Mapa de Isosistas del sismo del 17 de Octubre de 1966 (Fuente IGP)



Figura V.3: Mapa de Isosistas del sismo del 3 de Octubre de 1974 (Fuente IGP)

## 5.3 Comportamiento Sísmico de las Edificaciones

Es sabido que una construcción es una combinación compleja de elementos estructurales y no estructurales, de diferente resistencia ductilidad, y calidad de materiales. Si un entramado tiene defectos en su proyecto, en su construcción, o en su mantenimiento ante los efectos producidos por un sismo fuerte, se suscitan un conglomerado de deformaciones en el rango elástico, plástico y de falla, causando deterioros en la construcción.

Los elementos estructurales se deterioran con los efectos sísmicos, cuando éstos producen esfuerzos que desbordan las resistencias de los elementos.

El sismo en sus vibraciones transmite energía que es absorbida íntegramente por la construcción. Esta se almacena en forma de energía cinética, que origina la deformación de los elementos estructurales, y el resto se disipa por amortiguamiento estructural.

Las formas de energía que absorbe la construcción se dan de manera combinada y de apreciación muy compleja; por esto es que el diseño plástico tiene modelos idealizados simples.

La energía cinética es la que produce los movimientos de la estructura proporcionalmente a su masa, y al cuadrado de la velocidad que el sismo genera en su base.

La energía de deformación, al almacenarse, produce en todos los elementos deformación proporcional a su resistencia y rigidez.

La energía que se disipa en forma de amortiguamiento, es la que se da en todo elemento estructural, en forma de fricción, de rotura y deslizamiento a lo largo de las grietas.

El deterioro en la construcción se dará cuando la energía transmitida, conserve su capacidad de disiparse en forma de movimiento y de deformación; es así, que se agrieta o fractura uno o varios elementos. La causa de que esto suceda es consecuencia de que no se

hayan proyectado los elementos estructurales capaces de disipar energía sin deteriorarse, porque se hizo una estructuración defectuosa, de insuficiente resistencia, o las estructuras proyectadas para tal fin no responden a las expectativas del proyecto, por una estructuración defectuosa o el empleo de materiales de baja calidad.

“ Una estructura bien proyectada y construida, será capaz de resistir sin deterioro alguno, los sismos de gran frecuencia y de magnitud media, y con deterioros progresivos en fluencia, sin llegar a colapsar en sismos excepcionales de intensidad alta”. (1)

La pérdida de resistencia se da como consecuencia de un mantenimiento inadecuado de la edificación, que trae como resultado una disminución de la sección recta, que debe resistir el sismo de una intensidad prevista.

Esta pérdida de resistencia se debe por ejemplo, a la corrosión, degradación o fisuraciones previas por causas diversas, o como consecuencia de esfuerzos residuales de fabricación, o de sollicitaciones posteriores, o como un asentamiento de un sismo anterior (común en construcciones de adobe), cuyos daños no se han reparado o la reparación fue defectuosa.

Desde el punto de vista sísmico, la estructura debe diseñarse para resistir sismos menores sin deteriorarse, es decir, dentro del rango elástico.

Los sismos más destructores no son aquellos de aceleraciones altas, sino aquellos cuya duración del periodo predominante, es más largo.

Elegir un tipo de estructura considerando la interacción que hay entre el suelo y estructura, es elegir estructuras rígidas en suelos blandos y estructuras flexibles en suelos duros, para evitar resonancia entre los periodos predominantes del suelo y el periodo natural de vibración de las edificaciones.

- (1) Ministerio de Vivienda ”Recomendaciones técnicas para reparación de viviendas de adobe y quincha dañadas por movimientos sísmicos”.

## **5.4 Sismicidad del Area en Estudio**

### **5.4.1 Generalidades**

La zona de subducción del Pacífico, que corre paralela a gran parte de la costa Oeste de Sudamérica, es como sabemos, lugar frecuente de reajustes de la corteza terrestre, las cuales producen sismos de gran magnitud.

El Perú ha sufrido muy fuertes consecuencias devastadoras y la ciudad de Lima ha estado sujeta, en los pasados 60 años a 6 sismos con magnitudes de onda superficial en el rango de 6 a 7.6. La población de Lima ha aumentado considerablemente en los últimos años, ocupando edificaciones en la actualidad en terrenos marginales bajo el punto de vista de resistencia sísmica.

Por lo tanto la Vulnerabilidad Sísmica de Lima ha aumentado. Se hace necesario conocer la historia sísmica de su área de influencia.

La fuente básica de datos de intensidades sísmicas es el trabajo de Silgado E. en 1978, que describe los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú. Un mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú fue presentado por Alva Hurtado J. en 1984. La confección de dicho mapa se ha basado en 30 isosistas de sismos históricos y recientes.

Desde el siglo XVI hasta el siglo XIX sólo se reportan los sismos sentidos en las ciudades principales; se debe indicar que dicha actividad sísmica como tal, es referencial y no es totalmente representativa, ya que pueden haber ocurrido sismos importantes en regiones remotas y que no fueron reportados.

Los sismos más importantes que afectaron la región cuya historia se conoce son:

El sismo del 9 de Julio de 1586 con intensidades de IX MMI en Lima y VI MM en Ica.

El sismo del 13 de Noviembre de 1655 con intensidad IX MM en el Callao y VIII MM en Lima.

El sismo del 20 de Octubre de 1687, con intensidad de VII MM en Lima y IX en Cañete.

El sismo del 28 de Octubre de 1746, con intensidad de X MM en Chancay y Huaura, IX-X MM en Lima y VIII en la Cordillera Negra.

El sismo del 30 de Marzo de 1828, con intensidad de VII MM en Lima.

El sismo del 4 de Marzo de 1904, con intensidad de VII- VIII MM en Lima.

El sismo del 24 de Mayo de 1940, con intensidad de VIII MM en Lima, percibido desde Guayaquil (III MM) hasta Arica (III MM).

El sismo del 17 de Octubre de 1966, con intensidad de VIII MM en Huacho y VII MM en Lima.

El sismo del 3 de Octubre de 1974, con intensidad de VIII en Lima y VII en Cañete.

Se puede observar que de acuerdo a la historia sísmica del área de Lima (400 años), han ocurrido sismos de intensidad alta, con IX en la escala de Mercalli Modificada (MM). Además en áreas muy cercanas como en las ciudades de Huaura y Chancay han ocurrido intensidades máximas de hasta X MM.

El sismo del 3 de Octubre de 1974 no afectó todas las áreas de Lima metropolitana de la misma manera. Se observó que los daños en estructuras similares no fueron iguales en las distintas partes de la ciudad. Esta variación depende pues del diferente comportamiento del suelo en cada lugar. Dicho sismo, que tuvo una magnitud de 7.4 en la escala Richter produjo intensidades que varían de V a IX en la escala MM.

El mapa de isosistas, demuestra que las mayores intensidades de VIII-IX se produjeron en algunas zonas de Barranco, Chorrillos y La Molina, las intensidades de VII se produjeron en extensas áreas de Lima Cercado y Callao, las intensidades de VII se produjeron principalmente en una zona amplia de San Isidro, Miraflores, Surquillo, y Surco.

Los sismos de 1940, 1966 y 1970 produjeron una distribución de intensidades similares al sismo de 1974 a pesar de corresponder a eventos con parámetros diferentes.

Estos datos no dan algunos criterios para poder pronosticar la distribución de intensidades dentro de Lima Metropolitana en caso de ocurrir un fuerte sismo en un futuro cercano; sin embargo, hay que manejar los datos con bastante cuidado. La distribución de intensidades podría variar según las características peculiares de un nuevo sismo, las cuales no se puede pronosticar a exactitud.

Si bien las distribuciones producidas por los últimos tres sismos fuertes nos permite establecer una hipótesis tentativa, no se puede garantizar que el próximo no produzca una distribución de intensidades bastante diferente. Sin embargo parece probable que en un sismo fuerte, ciertos distritos como La Molina, Chorrillos, Barranco, Cercado y áreas del Callao, sufrirían mayores intensidades que otros como Miraflores, San Isidro y Surco. Pero no se puede precisar más sin caer en especulaciones de base científica.

#### **5.4.2 Detalles de Sismos Históricos en Lima** (Ref. Silgado, 1978)

##### **El Sismo del 15 de Noviembre de 1555**

Ocurrió el temblor más fuerte desde la fundación de Lima, que causó muchos desperfectos en las edificaciones. Tuvo una intensidad de VII (MMI) en Lima.



### **El Sismo del 9 de Julio de 1586**

Se produjo a las 19:00 horas. Terremoto que destruyó Lima, con 14 a 22 víctimas. Tsunami en Callao y otros lugares. Fue sentido desde Trujillo hasta Caravelí, también fue sentido en Huánuco y Cuzco, posiblemente en lugares intermedios. Por 60 días se dejaron sentir réplicas. Intensidades: Lima IX (MMI); Ica VI (MMI) y Trujillo III (MMI).

### **El Sismo del 19 de Octubre de 1609**

Ocurrido a las 20:00 horas. Violento temblor en Lima que derribó y arruinó muchas de sus edificaciones. Intensidad : VII (MMI) en Lima.

### **El Sismo del 27 de Noviembre de 1630**

Sucedido a las 11:30 horas. Averió casas e iglesias. Varios muertos y contusos en Lima. Alcanzó una intensidad de VII (MMI) en Lima.

### **El Sismo del 13 de Noviembre de 1655**

Se produjo a las 14:38 horas. Fue un sismo fuerte que derribó muchas casas y edificios en Lima. Graves daños en el presidio de la isla San Lorenzo. Un muerto. Intensidades: San Lorenzo y Callao IX (MMI) y Lima VII (MMI).

### **El Sismo del 17 de Junio de 1678**

A las 19:45 horas. Fuerte temblor en Lima. Estragos en Callao y Lima. Nueve muertos. Intensidades de VII (MMI) en Lima y Callao

### **El Sismo del 20 de Octubre de 1687**

En esta ocasión hubieron 2 sismos en Lima, a las 4:15 y 5:30 horas, la ciudad de Lima quedó muy dañada. Los estragos fueron grandes en el Callao y alrededores. Entre Ica y Cañete se formaron grietas en el subsuelo. Más de 100 muertos. Tsunami en el Callao. Intensidades : Cañete IX (MMI); Ica VIII (MMI); Lima y Callao (MMI).

### **El Sismo del 14 de Julio de 1699**

Ocurrido a las 4:00 horas. Fuerte temblor con intensidad en Lima de VII (MMI).

### **El Sismo del 28 de Octubre de 1746**

Ocurrido a las 22:30 horas. Es el más grande que haya afectado Lima. Destrucción de casi la totalidad de casas y edificios en Lima y Callao, de las 3,000 casas existentes en Lima sólo 25 quedaron en pie. Murieron más de 1,100 personas en Lima. Destrucción en 44,000 km<sup>2</sup>. Fue sentido en Guayaquil, en la confluencia del río Marañón con el Huallaga, en Huancavelica (muy fuerte). En Lucanas (Ayacucho) hubo agrietamientos en el terreno y deslizamientos. Se sintió en Cuzco y Tacna. Un Tsunami de grandes proporciones inundó el Callao hasta 6 kilómetros, matando casi toda la población (de 4,000 habitantes sólo se salvaron 200) y destruyendo Guañaque y Punta caballas, del puerto no quedo ni vestigios. Se sintieron 200 réplicas en las 24 horas siguientes. Intensidad de X (MMI) en Chancay y Huaura; IX-X (MMI) en Lima, Barranca y Pativilca; VIII (MMI) en Huaylas y la Cordillera Negra; VII (MMI) en Lucanas, Huancavelica y Pisco.

### **El Sismo del 30 de Marzo de 1828**

A las 7:35 horas terremoto en Lima que causó 30 muertos. Daños en el Callao, Chorrillos y Chancay. Se sintió fuerte en Trujillo y Huancayo. Intensidades: Lima VII (MMI); Callao, Chancay y Chorrillos VI (MMI); y Trujillo IV (MMI)

### **El Sismo del 4 de Marzo de 1904**

Tuvo lugar a las 5:17 horas. Fuerte movimiento sísmico en la ciudad de Lima. Intensidad aproximada: VII-VIII (MMI). En Pacasmayo y Chosica VI (MMI). Fue sentido en Casma, Trujillo, Huánuco, Pisco, Ayacucho III (MMI).

## El Sismo del 24 de Mayo de 1940

A las 11:35 horas. Terremoto que fue sentido desde Guayaquil en el Norte hasta Arica en el Sur, hubo tsunami; causó 179 muertos y 3500 heridos. Intensidad de VI (MMI) en el Callejón de Huaylas, V (MMI) en Trujillo, IV(MMI) en Paita y Piura.

En la ciudad de Lima y poblaciones cercanas la intensidad de este sismo, apreciada por sus efectos sobre las construcciones urbanas, se aproximó al grado de VII-VIII MM.

Ocasionó la destrucción de muchas edificaciones en el Cercado, Callao, Chorrillos y **Barranco**, efecto que se concentró en las construcciones de fábricas antiguas y en las de estado semiruinoso.

Sufrieron varios templos, entre ellos la Catedral, y desperfectos en algunos edificios modernos con esqueleto estructural.

Las estadísticas oficiales consignaban que sufrieron daños un 38% de las viviendas de quincha, el 23% de las de adobe, 20% de las casas de ladrillos, 9% de las de cemento y 10% de las casas construidas de diversos materiales. Se constató que en algunos lugares no sólo las construcciones antiguas sufrieron daño, sino también las modernas atribuyéndose este hecho a la constitución del terreno, es decir el suelo de cimentación.

El Puerto del Callao que sufrió una ruina considerable, está edificado sobre suelo de tipo arenoso saturado de agua, y el balneario de Chorrillos está situado a una zona próxima a barrancos de terreno aluvial incoherente.

Las construcciones cercanas a los cerros que bordean el abanico fluvial del valle, también fueron afectadas, entre ellos la entonces nueva edificación de ladrillo de la Escuela

Nacional de Agricultura, que sufrió daños considerables.

### **El Sismo del 15 de Junio de 1945**

A las 4:10 horas. Temblor muy fuerte en Lima, causó cuarteaduras en casas del Barrio Obrero del Rímac. Sentido desde Supe hasta Pisco en la Costa, en Canta, Matucana, Morococha y Casapalca y Huaitará en el interior. Intensidad en Lima V (MMI).

### **El Sismo del 31 de Enero de 1951**

Ocurrido a las 1139 horas. Fuerte temblor en Lima. El movimiento fue sentido en el litoral desde el paralelo 10° hasta el 14°. Intensidad de VI-VII (MMI) en Lima.

### **El Sismo del 17 de Octubre de 1966**

Tuvo lugar a las 16:41 horas. Fue uno de los más destructores en ocurridos en Lima después del sismo de 1940. Dejó 100 personas muertas como resultado. Fue destructor a lo largo de la franja litoral entre Lima y Supe. La aceleración que se produjo en Lima alcanzó el valor de 0.4g.

En las zonas del Cercado, del Callao, y del distrito del Rímac, así como en el área de Chorrillos, se registraron porcentajes de daños que lo ubican en el grado VII de la escala MSK de intensidad. Debido a los fenómenos geológicos (zona de contacto), Las Casuarinas y parte de La Molina presentan el mismo grado.

Los distritos de Miraflores, San Isidro, Lima, Breña y Magdalena presentan daños de intensidad VI. Estos distritos se hallan ubicados en zona de conglomerados de gran potencia.

Es de notar que los distritos no muy antiguos, a pesar de estar ubicados en zonas de contacto y tener construcciones de no muy buena calidad, tales son los casos de Comas y El Agustino, no presentan en general daños de intensidad mayor al grado VI.

En el sector de los acantilados de Barranco y en algunos tramos del litoral ocurrieron pequeños derrumbes, que si bien no produjeron consecuencias, dejan ver la necesidad de establecer una faja de seguridad que limite las construcciones.

Según la Dirección Nacional de Hidrografía y Navegación de la Marina, se produjo un tsunami en el distrito de La Punta a las 17:32 Hora local (22:32 GMT), con un periodo de oscilación de 15 minutos y amplitud máxima (máximo a mínimo) de 4.6 metros.

### **El Sismo del 3 de Octubre de 1974**

Ocurrido a las 19:01 horas. Sismo en Lima, Mala, Cañete, Chincha, y Pisco. Recio temblor que duró cerca de 2 minutos. Se produjeron 78 muertos y 2550 heridos en Lima; entre Mala y Pisco: 13 muertos y numerosos heridos.

La mayor parte de las estructuras que sufrieron daños severos, fueron construcciones de 3 o más pisos, y construcciones tipo adobe y quincha de 1 ó 2 pisos.

La intensidad más alta en Lima en la Escala de Mercalli Modificada fue de IX. Esta intensidad fue observada en los distritos del Callao, Barranco, La Molina, y Lima. La distribución de intensidades en estos distritos es muy diversificada, esto puede deberse en parte a los diferentes tipos de estructuras y a posibles efectos localizados de amplificación de suelos, asentamientos diferenciales, licuación de suelos, etc.

En Chorrillos y Barranco, básicamente se reportaron derrumbes a lo largo de los acantilados, notándose mayores efectos en las zonas de contacto, cercanos al Morro Solar. Algunas construcciones se vieron seriamente dañadas y otras colapsaron como es el caso de las instalaciones de la Escuela de Policía y de otros cercanos a los Cedros de Villa, atribuibles a fenómenos de amplificación de suelos.

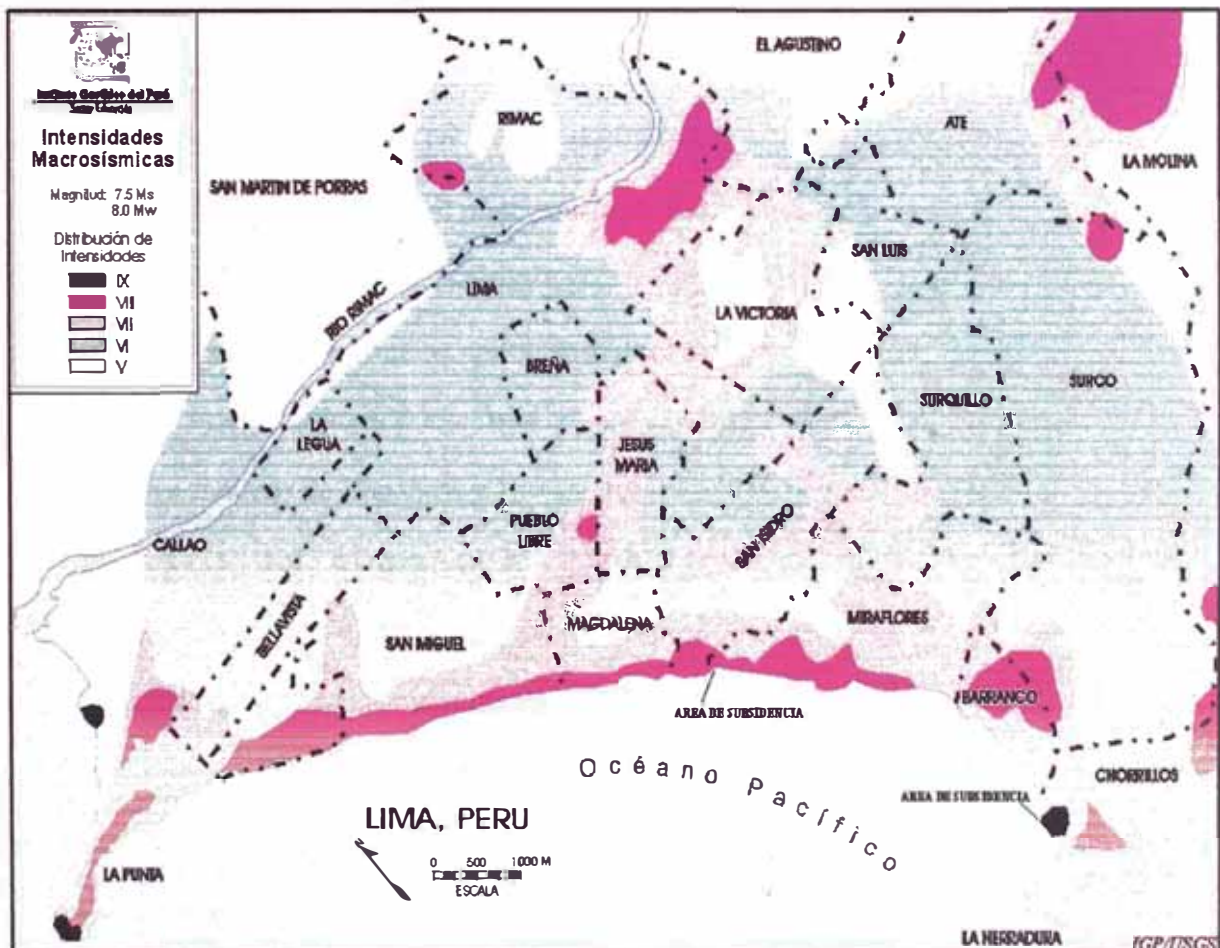
En lugares próximos a cerros y de suelo poco consolidado como La Molina se observó intensidades de VII-IX (MMI) como consecuencia de la amplificación de las vibraciones causadas por el terreno.

Cabe señalar que el **27 de Enero de 1984** se produjo en Lima un sismo de grado V MM sin causar daños significativos (Ref. Andrew Maskrey/ Gilberto Romero. 1986); Además el **18 de Abril de 1993** ocurrió otro sismo de similar intensidad (Ref. Instituto Geofísico

del Perú), ambos resultan ser los últimos de mayor intensidad ocurridos a la fecha en la ciudad de Lima.

De todo lo anterior se puede observar que los sismos más fuertes en Lima son los que tuvieron lugar en los años de 1687, 1746, 1940, 1966 y 1974, sobre este último las zonas de mayor intensidad en la ciudad de Lima se muestran a continuación en la Figura V.4

**Figura V.4**



Distribución de Intensidades Macrosísmicas escala Mercalli Modificada del sismo de Lima de Octubre 3 de 1974: Magnitud 7.5 Ms, 8.0 Mw (Espinoza et al., 1977)

## **5.5 Periodos de Vibración y Microtrepidaciones**

Los periodos de vibración del suelo son los valores mínimos esperados durante la ocurrencia de un evento sísmico, por lo tanto es posible que para el distrito en estudio los periodos de vibración del suelo en la ocurrencia de un sismo posiblemente sean algo mayores

### **5.5.1 Antecedentes del Uso de Microtrepidaciones**

Dentro de la Dinámica de Suelos, el estudio de microtrepidaciones constituye una de las formas rápidas, efectivas y económicas para evaluar los parámetros dinámicos del terreno. Este estudio se viene realizando en varios países desde hace más de 30 años, siendo en el Japón donde Kanai et al (1954) utilizaron este método para clasificar el suelo en 4 categorías, clasificación que fue adoptada por el Reglamento Sismoresistente del Japón. Posteriormente esta metodología se aplicó en diferentes partes del mundo.

En el Perú se está utilizando esta técnica desde hace aproximadamente unos 25 años, siendo en las ciudades de Chimbote y Huaraz donde se realizaron los primeros estudios en los años de 1972 y 1973. Ultimamente el CISMID a través de su Laboratorio Geotécnico, viene realizando una serie de estudios de medición de microtrepidaciones, con fines de microzonificación sísmica en varias ciudades del país, habiéndose realizado éstos desde el año 1986 hasta la fecha en las siguientes ciudades: Chimbote, Huaraz, La Molina, Lima, Tacna, Cuzco, Majes, La Punta-Callao, Arequipa, Rioja, Moyobamba, Soritor, Ica, Chorrillos y Barranco, entre otros.

## **5.5.2 Generalidades sobre Microtrepidaciones**

El estudio de medición de microtrepidaciones consiste en registrar las microvibraciones del terreno, originadas tanto por perturbaciones artificiales como por perturbaciones naturales. Dentro de las perturbaciones artificiales tenemos: el tráfico vehicular, las máquinas industriales, etc.; y dentro de las perturbaciones naturales tenemos: el viento, las ondas marinas, la actividad volcánica, etc.

Usualmente las amplitudes de tales movimientos están entre 0.1 y 1 micrones, y el rango de sus periodos abarca de 0.05, 0.1 segundos hasta 1 y 2 segundos. Estas vibraciones se vienen realizando desde 1950. A partir de ese año se han efectuado muchas investigaciones sobre las relaciones entre características de las microtrepidaciones y las condiciones del subsuelo. Kanai et al (1954) comenzaron las observaciones de microtrepidaciones en varios lugares del Japón, en sus estudios construyeron curvas de frecuencia- periodo por el método de "zero-crossing". Las distribuciones de frecuencia- periodo de movimientos sísmicos fuertes y de microtrepidaciones en un mismo lugar mostrará una buena correlación.

La Curva de distribución de periodos de microtrepidaciones muestra una forma definida para cada tipo de suelo, esto es cuando la formación del suelo relativa a las características de vibración es simple, como por ejemplo en el caso de una capa estratificada simple, un pico relativamente agudo aparece alrededor de 0.1 a 0.6 segundos en la curva de distribución de periodos de microtrepidaciones. En cambio cuando la formación del suelo es compleja, más de 2 picos aparecen en los periodos, entre más cortos que 2 segundos y más largos que 1 segundo en la curva mencionada.

La técnica de microtrepidaciones aplicada a la microzonificación sísmica, cada vez es más usada en el mundo, es pues una herramienta rápida, económica y da resultados confiables.



La curva de isoperiodos obtenida en base a los periodos medidos en una zona determinada, sirve para tener una idea global del comportamiento dinámico de los depósitos de suelos existentes, bajo un sismo determinado.

Al conocer los valores de periodos de vibración del ( $T_h$ ), se puede tener una idea del tipo de suelo existente de acuerdo a los criterios de clasificación expuestos:

Periodo de Vibración ( $T_h$ seg.)	Tipo de Suelo
0.08- 0.15	Rocas, gravas, suelo areno-limosos medianamente densos, poco profundos.
0.16-0.30	Suelos arenosos sueltos, limosos, limo arcillosos.
0.31-0.40	Suelos predominantemente arcillosos.
0.41-0.50	Suelos limosos y arcillosos orgánicos
>0.50	Turba, suelos pantanosos.

### **5.5.3 Microtrepidaciones y Daños Sísmicos (Relación).**

Según estudios de microtrepidaciones realizados en Japón respecto a los terremotos de Fukui en 1948 ( $M=7.3$ ) y el terremoto de Tokai en 1944 ( $M=8.0$ ), se evidenció que los daños más severos ocurren para el periodo de vibración de suelo de 0.4 segundos, que coincide principalmente con el periodo de vibración de las construcciones de madera que existían en esos lugares.

Los daños sísmicos y los periodos de vibración de microtrepidaciones están relacionados con el problema de resonancia; es decir, la correspondencia entre el periodo predominante del suelo medido por microtrepidaciones y el periodo de la estructura. Al respecto, Lermo, J. (1992) al definir el mapa de curvas de isoperiodos para la ciudad de México, observa que la zona con rangos de periodos entre 1.5 y 2.5 segundos encierra la mayoría de daños observados durante el terremoto de 1985. En esta zona las estructuras de 6 a 15 pisos sufrieron el mayor porcentaje de fallas.

Basado en que las microtrepidaciones reflejan las condiciones del suelo en estudio, aun cuando los niveles de amplitudes de las microtrepidaciones y los movimientos sísmicos

difieran en unas 3 a 4 cifras y teniendo en cuenta que las características vibratorias de ambas son producto de una reflexión múltiple, se puede considerar que el espectro de las microtrepidaciones es casi congruente con el de los movimientos sísmicos lo cual resulta de una gran utilidad practica en la Ingeniería Sismoresistente.

#### **5.5.4 Resultados de Estudios de Microtrepidaciones en la Zona**

La presente información la obtuvimos de estudios de Microzonificación Sísmica de Chorrillos y Barranco, realizados por la Ing. Carmen Ayquipa Huaman para el CISMID y patrocinados por la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), los cuales tuvieron lugar durante los meses de Enero a Marzo de 1992 y se basaron en mediciones por microtrepidaciones. Presentaremos esta información a manera de referencia.

Según el estudio mencionado, para el distrito de Barranco se ubicaron 16 puntos. En cada punto se realizaron mediciones en 3 direcciones E-O, N-S, y verticales; dichos registros tuvieron una duración de 3 a 5 minutos, de los cuales se tomó un tramo bueno en un tiempo de grabación útil promedio de 40 segundos.

El rango de valores entre 0.10 y 0.15 segundos en esta zona corresponden a aquellos suelos limosos y arcillosos de poca potencia donde la grava es casi superficial o donde el nivel de la roca es poco profundo.

Los periodos más altos en esta zona (0.31-0.40 segundos) se observaron en los lugares donde había mayor potencia de suelo arcilloso.

En cuanto a los periodos intermedios (0.16-0.30 segundos), éstos no representan exactamente a un tipo de suelo predominante en esta zona.

En la zona de los acantilados se presentan con valores algo elevados (0.20-0.36 segundos)

Cuando un suelo fino de poca potencia (0-3 metros) se ve precedido por grava o roca, este último estrato influye de una manera determinante en el periodo de vibración natural del suelo.

Los periodos de vibración encontrados varían de 0.10 a 0.38 segundos.

### **Ubicación de los Puntos**

<b>Ubicación</b>	<b>Periodos en Segundos</b>			
	<b>N-S</b>	<b>E-O</b>	<b>Prom.</b>	<b>Vert.</b>
Pedro de Osma frente al hotel Barranco.	0.31	0.36	0.33	0.36
Malecón Pasos, a 10m. de calle Carlos García.	0.26	0.28	0.27	0.25
Esq. Jr. Junín con Sucre.	0.11	0.11	0.11	0.11
Parque a 20m. de la cuadra 2 de Av. Castilla.	0.24	0.25	0.25	—
Calle Camino Real, a 50 m. de la Av. La Paz.	0.24	0.24	0.24	—
Calle Santa Cruz, a 30m. De Av. Manuel de la Puente (límite de Surco y Barranco).	0.29	0.29	0.29	0.28
Plazuela Raymondi.	0.19	0.19	0.19	0.20.
Plazuela San Francisco, calle Uillóa.	0.31	0.27	0.29	0.37
Pasaje Tumay, a 50m. de Av. Nicolás de Piérola.	0.10	0.10	0.10	0.10
Plaza Torres Paz, al costado de calle Cabada.	0.11	0.11	0.11	—
Esq. Panamericana Sur y Paseo de la República.	0.11	0.10	0.11	0.12
Esq. Jr. Bata Isola con Libertad (Urb. Sauzalito).	0.20	0.19	0.20	0.19
Esq. Av. Lima con Av. Souza.	0.37	0.37	0.37	0.34
Esq. Av. Lima con Av. Pedro Martinto con Av. San Martín.	0.13	0.13	0.13	0.11
Esq. Av. Martinto con Av. San Martín (Urb. Confraternidad).	0.11	0.11	0.11	0.10
Esq. Malecón Pazos y Av. San Martín.	0.24	0.21	0.21	0.23

## **5.6 Medidas de Prevención Sísmica**

### **5.6.1 Generalidades**

El objetivo general de cualquier medida de mitigación de desastres, es dotar de condiciones de mayor seguridad a la población que habita en las áreas críticas del distrito y que ocupan viviendas en estado crítico que presentan riesgos de colapso total o parcial, en caso de un sismo de gran magnitud.

Dentro de las medidas de prevención sísmica a tenerse en cuenta, tenemos:

**1) Evacuar y reubicar a la población de las viviendas que se encuentran en alto riesgo sísmico:**

Supone que la vivienda ha sido calificada previamente como "inhabitable" en razón de la falta de seguridad sísmica, y se ordena su demolición después de ser desocupada. Esta medida lleva consigo la responsabilidad de reubicar a la población bajo condiciones que no signifiquen otro desastre.

Los nuevos terrenos desocupados por demolición de inmuebles ruinosos, dentro de las áreas críticas, deben ser considerados como medidas para disminuir la vulnerabilidad del resto del área.

**2) Ordenar y Apoyar técnicamente el reforzamiento y la reparación de las viviendas que sean rehabilitables.**

Es una medida que puede ser considerada central, puesto que allí se concreta la prevención sísmica.

El reforzamiento de las viviendas deterioradas, no es solamente un problema técnico, sino también económico social, y legal.

Podría suceder, también que las evaluaciones técnicas y análisis de costos concluyan señalando que:

Es imposible técnicamente reforzar la vivienda.

Económicamente, es más costoso reforzar que demoler y construir otra vivienda.

El reforzamiento de viviendas necesita financiamiento, ya que sólo existen inversiones en reparación de edificaciones que tienen valor histórico, en cuyo caso el reforzamiento y reparaciones deben preservar las características originales del inmueble. En el caso de reforzamiento de viviendas, que carecen de ese valor, las exigencias técnicas son menores. Los refuerzos pretenden devolver seguridad y funcionalidad al inmueble.

### **3) Demoler las Viviendas que están muy deterioradas**

A menudo en Lima se conoce de casonas antiguas en las áreas críticas que se derrumbaron en pedazos no por el efecto de un sismo sino por envejecimiento. En estos casos las familias afectadas deben ser reubicadas dentro de la misma área para no afectar la reproducción de su existencia, pero no erradicadas hacia zonas periféricas.

Existen muchos terrenos que en su condición de abandono pueden servir con dichos propósitos, lo cual evita el desastre socioeconómico que originaría el traslado intempestivo a una zona periférica que podría ser mayor que el desastre sísmico que se pretende evitar. De igual forma el terreno resultante de las demoliciones debe dedicarse a una vivienda para los sectores populares de las áreas críticas y no ser sujeto a proyectos extravagantes de renovación urbana.

### **4) Afrontar de manera permanente la remodelación de las áreas críticas, que contemple:**

Ensanchamiento de calles.

Reforzamiento de fachadas que dan a vías peatonales.

Apertura de nuevas vías.

Preservar y dotar de seguridad a las áreas libres.

Creación de nuevas áreas libres.

Esta es otra medida esencial, complementaria a las ya mencionadas. La seguridad sísmica no se reduce solamente al reforzar las viviendas, sino que es necesario acondicionar las áreas exteriores, públicas y semipúblicas.

La clave de la remodelación de las áreas críticas así como del reforzamiento de las viviendas, es la resolución y definición de la propiedad en base a la organización de la población. Sólo así se podría dar uso racional a los inmuebles, a los terrenos abandonados y consecuentemente a las áreas en su conjunto. La necesidad de brindar seguridad a las áreas públicas y a las calles es aún más importante cuando consideramos que no solamente se encuentran los habitantes de las áreas críticas transitando en estas zonas, sino muchas otras personas que trabajan allí y de una u otra manera tienen que pasar por esas vías de circulación.

### **5.6.2 Algunas Recomendaciones sobre Educación al Público**

Iniciar una labor de concienciación, adiestramiento y organización a la población, no sólo en el ámbito local, sino también a nivel nacional.

Tener presente que el sistema de Defensa Civil es una organización identificada con este tipo de problema, por lo que se recomienda a la población colaborar con ella. Deberán estar identificados con distintivos visibles todo el personal comprometido para evitar sorpresas por parte de la gente inescrupulosa que se aprovechan de la situación caótica.

Ya lo hemos dicho, vivimos en una zona en que ocurrirán temblores y terremotos, por lo tanto debemos estar preparados para enfrentarlos. No debemos lamentarnos que ocurran estos fenómenos que visiblemente provoquen otros desastres que son inevitables, más bien debemos educarnos para evitar sus graves consecuencias.

Específicamente, cuando se perciba un temblor y note su incremento, hay que dominarse y tratar de vencer al miedo, no contribuyendo al pánico, manteniendo la serenidad.

# **Capítulo VI**

## **Amenaza de Sismo y Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica**



# Amenaza de Sismo y Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica

## 6.1 Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo

### 6.1.1 Generalidades

Existe una alteración ideológica al superponer dos términos que son muy diferentes: "Fenómeno natural" y "Desastre Natural", utilizándolos en varias ocasiones como sinónimos. Debemos tener en claro que no son iguales, ni siquiera el primero supone el segundo. Muchas veces se supone que un desastre producido se debe a fuerzas naturales poderosas y sobrenaturales que actúan irremediabilmente contra el hombre.

El otorgar las causas de los fenómenos naturales y cotidianos hacia un nivel mayor al humano, el cual es imposible penetrar racionalmente, inhibe la acción conduciendo al conformismo y resignación. El considerar a los terremotos sólo como un "castigo divino", es aún común hoy en día, tanto en la población rural como urbana. Viéndolo más fríamente, un terremoto es una expresión que adopta la naturaleza como resultado de su funcionamiento interno.

A pesar de ser una expresión de ocurrencia eventual y de extraordinaria magnitud, no implica que necesariamente provoque un desastre, pues los terremotos suelen ser desastrosos cuando afectan una fuente de vida con la cual el hombre contaba o un modo de vida realizado en función de una determinada geografía.

Un desastre natural por tanto es la correlación 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 sí se puede decir que existe un alto riesgo de desastre si uno o más fenómenos naturales peligrosos se dieran lugar en situaciones vulnerables.

### PELIGRO + VULNERABILIDAD = RIESGO

**El Peligro.-** Es la probabilidad de que se produzcan en un periodo 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 determinada en algunos casos.

**La Vulnerabilidad.-** La Vulnerabilidad de cualquier elemento estructural físico o socioeconómico expuesto a un peligro natural es su probabilidad de resultar destruido, dañado o perdido. La Vulnerabilidad no es una situación estática, sino dinámica, ya que no existe aislada del hombre o a pesar suyo, sino que es producto de la acción humana y está en sus manos el remediar la situación. Dicho proceso dinámico integra el cambio y el desarrollo que alteran y afectan la probabilidad de todos los elementos expuestos.

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

Podemos como aclaración de lo anterior poner un ejemplo, si un terremoto fuerte se produce en una zona despoblada, el resultado no es un desastre, ya que solamente ocasionaría ciertos cambios en la topografía, o cambios geodinámicos como

deslizamientos, no hay daños ni a cultivos, casas ni personas. Si el mismo terremoto ocurre en una ciudad moderna donde las edificaciones han sido construidas en base a un diseño y cálculo antisísmico, podrían ocurrir daños pequeños que no adoptarían el nivel de desastre. Si en cambio el terremoto ocurriera en una ciudad que ha crecido acelerada y desordenadamente con construcciones precarias, los daños serían cuantiosos y evidentes, ocasionando además numerosos muertos y heridos; en tal caso si sería calificado como un desastre.

### **6.1.2 Vulnerabilidad Sísmica**

La explicación y el estudio de los desastres sísmicos por son casi por definición: "Comprender los factores causales de la vulnerabilidad y así permitir el análisis y la evaluación de esos factores" (\*). Se entiende que la sismología (estudio científico de los sismos) es necesaria y esencial para profundizar el conocimiento sobre el peligro natural y su comportamiento. Sin embargo, no nos ayuda a entender las causas de los desastres sísmicos, si es que no estudiamos también la vulnerabilidad sísmica.

Las condiciones de vulnerabilidad sísmica se dan cuando:

- a) Los asentamientos humanos se ubican en áreas de alta actividad sísmica.
- b) La forma de construcción no ofrece ninguna resistencia sísmica.

Estos dos factores son los componentes de lo que podríamos llamar la vulnerabilidad física de un asentamiento humano frente a los sismos. Los asentamientos humanos no ubicados en zonas sísmicas o que son construidos con un criterio antisísmico, no presentan condiciones de vulnerabilidad sísmica.

Obviamente que a través de la vulnerabilidad física de los asentamientos se afecta al hombre, el cual pierde su cobijo, sus bienes e incluso su propia vida, debido a los daños o destrucción de su casa; pero la vulnerabilidad no sólo se manifiesta en lo físico, en el medio ambiente construido, sino en el hombre mismo, por lo tanto la vulnerabilidad no

abarca sólo los efectos físicos directos de un sismo destructor, sino que implica además la vulnerabilidad de la población en el sentido de su posición socio-económica, relación funcional y conflictiva que produce condiciones desfavorables para una proporción de la población urbana. Por lo que podemos hablar entonces de la vulnerabilidad social, económica y cultural

**(\*)Hábitat, “Planificación de Asentamientos Humanos en Zonas Propensas a Desastres”**

Podemos verla además desde 2 aspectos:

- 1) La probabilidad de colapso del área construida, que implica a su vez que posibilidad se tenga de escapar a un área libre. Indudablemente que esto depende de que tan deteriorada se encuentre la vivienda.
- 2) La posibilidad de recuperación luego del desastre. Esto dependerá de la cantidad de recursos económicos de que se dispongan y de factores como organización social, acceso a terrenos y materiales, etc.

En lo referente a primer aspecto, podemos decir que en muchos casos una vivienda puede ser vulnerable desde su origen, esto puede darse si no se ha realizado un estudio de la estructura y comportamiento del suelo, para la ubicación de la vivienda o el asentamiento, también por el crecimiento caótico y desordenado del área, por la falta de un asesoramiento adecuado en la construcción de una vivienda, ya que con esto último se pasan por alto normas sobre tamaño del área construible, disposición de las áreas libres, deficiencia del sistema estructural, etc.

Por tanto, el deterioro urbano se halla relacionado con la vulnerabilidad, ya que las consecuencias de un sismo son mayores si el deterioro urbano y la intensidad sísmica de la zona son de alto grado.

En lo que se refiere al segundo aspecto anteriormente mencionado, se puede decir que existe la vulnerabilidad social, económica y cultural. El proceso de desarrollo capitalista dependiente que se da en la mayoría de los países del Tercer Mundo, se caracteriza por producir grandes desigualdades en términos socioeconómicos y territoriales. La división socio-territorial del trabajo crea condiciones de vulnerabilidad extrema en grandes sectores de la población. Estos sectores carecen de los recursos mínimos básicos para reproducir su existencia y por tanto están siempre y permanentemente vulnerables a sufrir una serie de desastres no muy naturales: enfermedad de diversa índole, malnutrición, desempleo, etc. Esta vulnerabilidad económica tiene sus complementos en el ámbito superestructural: social y cultural. La gente no sólo carece de recursos materiales sino también sufre de alienación de los valores, recursos y expresiones culturales y sociales propios del mundo precolombino, y asimismo discriminación en el acceso a los recursos sociales y culturales del mundo urbano-industrial, debido a un bajo nivel educacional, analfabetismo, etc.

La forma peculiar de la división socio- territorial del trabajo que se ha dado en el Perú, incorpora como aspectos interrelacionados: lo económico, lo social, y lo cultural. Estos factores constituyen la vulnerabilidad económica, social y cultural, los cuales transforman y son transformados por la vulnerabilidad física. Es el hombre quien crea las condiciones de vulnerabilidad de su hábitat y al hacerlo se pone de espaldas a la naturaleza, corriendo el riesgo de resultar dañado si ocurre un fenómeno natural peligroso.

En términos generales la vulnerabilidad puede entenderse, como la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas y por lo tanto su evaluación contribuye en forma fundamental al conocimiento del riesgo mediante interacciones del elemento susceptible con el ambiente peligroso, es decir que hay que estudiar y entender la forma en que los procesos sociales influyen sobre las

formaciones espaciales, formando condiciones agudas de vulnerabilidad y creando desastres sísmicos catastróficos.

## **6.2 Características de Problemática Habitacional.**

Las condiciones habitacionales en los países en vía de desarrollo, constituyen uno de los más grandes problemas que estos países deben afrontar para proveer a sus poblaciones de las mínimas condiciones humanas exigibles para su desarrollo.

Tres de las características más saltantes que la problemática habitacional presenta en los países del tercer mundo, son:

- 1) La necesidad de construcción masiva de viviendas, para su cada vez más creciente población urbana.
- 2) La necesidad de mejorar las viviendas deterioradas en el característico problema de tugurización de las grandes ciudades.
- 3) La necesidad de planificar y dar asistencia técnica a los asentamientos incontrolados en zonas marginales, de las ciudades grandes en particular. (De PREVI, "Estudios sobre la problemática de la vivienda en el Perú").

En el Perú, las condiciones habitacionales, no difieren en mucho del resto de América Latina. El Perú es un país de baja densidad poblacional, por lo que necesita del aporte de un mayor número de habitantes, pero no se puede desconocer la dinámica social que gobierna a éstas. Tan sólo a través del control y conocimiento de dicha dinámica, se podrá brindar las soluciones adecuadas para los problemas crecientes de la presión demográfica y las migraciones internas.

En el sector vivienda, sector que canaliza hasta el 30% de los ingresos familiares, las insuficiencias reales superan en mucho a las necesidades, y es evidente, que las soluciones irán por mucho tiempo a la zaga de los problemas.

La situación de nuestro país es muy diferente a la de los países en desarrollo, porque los niveles de vida son muy contrastados, y los hábitos y patrones culturales, dentro de las que se incluye el uso de la vivienda, son anteriormente variados según las regiones.

Vivienda adecuada sería aquella que proporcione el espacio habitable que necesita una familia y satisface también otras condiciones en cuanto a la estabilidad de su estructura, buena calidad de los materiales de construcción, servicios sanitarios, iluminación, ventilación.

Las características de falta de adecuación se dan por la carencia de servicios esenciales como agua, desagüe, electricidad, materiales de construcción precarios, tendencia al hacinamiento y promiscuidad.

Existe déficit tanto cualitativo como cuantitativo de la vivienda, es preciso realizar una investigación socioeconómica, tecnológica, y operativa, que permita dar soluciones al problema. El proceso de tugurización, está directamente relacionado con el déficit cualitativo de vivienda.

La tugurización no es una peculiaridad de la época capitalista, ya que existe la precariedad y hacinamiento desde épocas pretéritas; sin embargo esta modalidad de vivienda se exagera, en número y condiciones en esta época. Se convierte en un proceso continuo debido a que en su expansión el capitalismo produce una avalancha imparable de gente desde el campo a la ciudad, (desde las provincias a la capital).

La tugurización da lugar a un proceso de deterioro de la vivienda en el cual dos factores juegan un papel determinante: el sobreuso de las viviendas y la falta de mantenimiento. A partir de las condiciones originarias de la vivienda, independientemente del nivel de

habitabilidad y seguridad que brinden, se puede producir un proceso de deterioro (más allá del desgaste natural), si se les somete a un uso intensivo y mayor del que pueden admitir, y si a su vez, no se hace mantenimiento (o lo que es lo mismo, no se reproducen las condiciones originarias, restableciendo de manera continua su funcionalidad); todo esto aumenta considerablemente las condiciones de vulnerabilidad sísmica de la vivienda.

## **6.3 Evaluación de la Vulnerabilidad de las Edificaciones**

### **6.3.1 Clasificación de las Edificaciones**

Para calificar el actual estado de las viviendas se utilizó la "Guía de Clasificación de Edificaciones según su Resistencia Sísmica". Esta clasificación de edificaciones fue hecha bajo la hipótesis de presentarse un sismo de gran intensidad (VIII en la Escala de Mercalli Modificada). Fue obtenida de un estudio de Tesis de Grado de la UNI a cerca de un "Estudio Sismoresistente de Viviendas en el distrito de San Martín de Porres. Lima", realizada en 1974 por Ruiz Soyer, Jorge. En ésta, la clasificación originalmente aparece de manera invertida a como la presentaremos a continuación, debido a que supuestamente se basaba en la antigua Norma de Diseño Sismoresistente, en la cual se le daba como tipo "A" a las de peor estado y "D" a las de mejor; se decidió pues hacer la inversión del orden para relacionarlo de manera más directa con la norma actual.

Basándose en lo anteriormente mencionado, las Edificaciones podemos clasificarlas en cuatro tipos y son:

**A.- Edificaciones donde se estiman se producirán daños o éstos serán muy leves. El costo de reparación no sobrepasa el 5% de su valor. No hay peligro para sus**



**ocupantes, pero se recomienda a éstos, mantenerse alejados de ventanales u objetos que puedan volcarse o caerse encima; por ejemplo:**

- 1) Edificaciones de ladrillo, C.A.(concreto armado) o acero, diseñadas de acuerdo a normas de diseño sismoresistente, con materiales de buena calidad, buena mano de obra e inspección rigurosa.

**B.- Edificaciones donde se estiman se producirán daños moderados o leves. El sistema estructural conserva sin mayor peligro gran parte de su resistencia y puede seguir siendo utilizado. Costo de reparación de orden de 10- 20% de su valor. Alguna posibilidad de accidentes; por ejemplo:**

- 1) Edificaciones de ladrillos con columnas pero que no han sido especialmente calculados para resistir sismos y que presentan algunos defectos como baja densidad de muros y que no todos los paños están confinados por columnas. Edificios y construcción no calculada para resistir sismos.

**C.- Edificaciones donde se pueden producir daños importantes que aunque no colapsen, hagan imposible su utilización sin ser reparadas, estimándose este costo entre 30% y 60% de su valor. Pueden producirse accidentes por caídas de bloques de albañilería o concreto, rotura de vidrio, etc.; por ejemplo:**

- 1) Edificaciones de concreto y/o ladrillos con defectos de estructuración, que provoquen concentración de esfuerzos en algunos puntos (columnas cortas, torsión, juntas inapropiadas que causen fallas por impacto, falta de confinamiento en muros paralelos a la dirección donde hay una baja densidad de muros, etc.)
- 2) Construcciones de adobe bien estructurado de un solo piso y construido en terreno firme (sin embargo, en nuestro caso por estar Barranco sobre un tipo de

suelo no muy bueno (Arena Limosa y Limo Arenoso) donde la ampliación sísmica es mayor, se hace difícil considerar las edificaciones de adobe dentro de este tipo, más aún si por lo general éstas son muy antiguas y han soportado ya varios sismos fuertes).

**D.- Edificaciones de gran probabilidad de falla total o de daños muy graves que hagan impráctica su reparación (más del 75% de daños). Peligro de muerte o heridos graves para sus ocupantes; por ejemplo:**

- 1) Edificaciones de adobe antiguas debilitadas por la humedad, erosión natural o roedores, ubicados sobre cualquier tipo de suelo.
- 2) Edificaciones de adobe y/o ladrillo sin columnas, con poca densidad de muros, ubicados sobre cualquier tipo de suelo blando o en zona de contacto (El Callao, La Molina)
- 3) Muros de ladrillo o de adobe, altos de poco espesor y sin ningún arriostre.
- 4) Edificios de ladrillos y/o concreto con 2 o más defectos graves de estructuración (columnas cortas, torsión, impacto) ubicados en terrenos desfavorables.

Nota.- En caso que las construcciones hayan sido hechas con materiales de baja calidad, mala mano de obra, inspección no rigurosa, las edificaciones del tipo B, C, y D serán consideradas en el inmediato inferior.

Haciendo un resumen de lo anterior podemos hacer la siguiente clasificación de viviendas:

**Tipo A.-** Las edificaciones aporticadas de C.A.(concreto armado) con muros portantes o de tabiquería.

**Tipo B.-** Todas las edificaciones de ladrillo con columnas y en buen estado de conservación.

**Tipo C.-** Todas las edificaciones de ladrillo sin columnas, en buen estado; y las edificaciones de ladrillo con columnas, en regular, mal o pésimo estado de conservación.

Podemos considerar entonces dentro de este tipo, 2 subtipos:

**Tipo C1.-** El cual puede denominarse a las edificaciones de ladrillo con columnas, estando en regular, mal o pésimo estado de conservación.

**Tipo C2.-** Podemos considerar dentro de este tipo a las edificaciones de ladrillo sin columnas y en buen estado de conservación.

**Tipo D.-** Todas las edificaciones de adobe, encontrándose siempre en regular, mal o pésimo estado y las de ladrillo sin columnas que estén en regular, mal o pésimo estado de conservación.

Al igual que las edificaciones del tipo C, este tipo podemos subdividirlo en:

**Tipo D1.-** Se consideran a las edificaciones de ladrillo sin columnas, pero en regular mal o pésimo estado de conservación.

**Tipo D2.-** Todas las edificaciones de adobe en regular, mal o pésimo estado de conservación.

Para una identificación visual en la evaluación ha realizar le hemos asignado un color característico a cada tipo:

- **Tipo A**
- **Tipo B**
- **Tipo C**
- **Tipo D**

## **6.3.2 Sectorización del Distrito**

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

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

Decidimos guiarnos en base a los criterios anteriores y tomando en cuenta nuestra propia observación decidimos optar por los 3 sectores de la información catastral, ya que dividen al distrito en zonas donde muchas de sus manzanas guardan características similares; teniendo en cuenta además que Barranco es uno de los distritos más pequeños de Lima, no era necesario considerar más sectores ya que esto hubiese hecho el trabajo más tedioso. A continuación veremos la descripción de cada sector.

### **6.3.2.1 Descripción de los Sectores**

Como mencionamos anteriormente hemos dividido al distrito de Barranco en tres sectores, conforme con la información catastral, los cuales pasaremos a describir de manera global.

#### **Sector 1**

Este sector se encuentra delimitado por el circuito Av. República de Panamá – Av. Tejada – Malecón Diez Canseco – Malecón Paul Harris – Malecón Souza – Jr. Centenario – Av. Piérola.

Consta de 65 manzanas. Es un sector donde pueden diferenciarse 3 zonas:

- 1) La parte Oeste de la Av. Grau (zona de los malecones). Esta es una zona residencial, muy atractiva, de un estrato socioeconómico Alto, con muchos

- edificios (de 4 a 6pisos), de C.A. (como material predominante) en la zona de los malecones y viviendas de Albañilería Estructural y C.A. de 2 a 4 pisos como promedio, en buen estado de conservación. Dentro de esta zona se puede encontrar una gran área de esparcimiento como lo constituyen el Estadio Municipal Gálvez Chipocco, El Parque Confraternidad, la laguna de Barranco, y el club de tenis, además de otras áreas verdes como El Parque de los Héroes, los parques “El Barranco” y “Húsares de Junín” en la zona del malecón.
- 2) La zona delimitada por el eje Av. Grau - Av. Piérola – Av. Vidaurre – paso a desnivel de la Av. Tejada. Aquí encontramos una mixtura de edificaciones de adobe y albañilería, predominando estas últimas, en algunos casos en buen y regular estado de conservación; su población es de un estrato socioeconómico Medio–Alto y Medio, ambos en un porcentaje similar pero algo venidos a menos debido a las crisis económicas que ha sufrido nuestro país; se aprecian algunas quintas y zonas de aspecto de “barriada” pero en poca cantidad. Las edificaciones son de 1 a 3 pisos como promedio. Cuenta como única área verde de gran extensión al Parque Torres Paz.
- 3) Esta zona está ubicada en el límite del distrito con Surco y Miraflores, se encuentra un poco separada del resto del distrito por la Vía Expresa ya que se halla delimitado por ésta, por la Av. Tejada y por la Av. República de Panamá; es una zona eminentemente residencial con características de urbanización, de calles de poco tráfico vehicular, de aspecto elegante y apacible; su población es de un estrato socioeconómico Alto. En lo referente a las edificaciones son muy similares a las de la zona I(de los malecones), es decir de C.A. y de Albañilería, en buen estado de conservación y de 2 a 4 pisos como promedio.

En general el sector 1 es eminentemente residencial y de estratos socioeconómicos Alto, Medio – Alto, y Medio en ese orden; con edificaciones de Albañilería y C.A. en su mayoría, y de 2 a 4 pisos como promedio. Hemos hablado de 3 zonas dentro del sector 1 simplemente para fines de descripción y nos pueden servir como referencia, pero hemos decidido no ampliar el número de sectores, es decir subdividir el sector 1 en 3, porque las zonas guardan entre sí mucha semejanza y diferencia con los otros sectores, además porque las zonas en mención son pequeñas.



Imagen de la Av. El Sol Oeste, representativa de la zona 1; podemos apreciar edificaciones de C.A. y Albañilería en buen estado de conservación, de poca antigüedad.



Vista del Jr. Medrano Silva; nos da una idea de las viviendas características de la zona 2 del sector 1, una mixtura de edificaciones de adobe y albañilería



Imágenes del Jr Ribeyro, zona 3, se observan las características anteriormente descritas como la del aspecto residencial, con edificios de C.A., de construcción reciente y en un buen estado de conservación.

## Sector 2

Este sector es el correspondiente a toda el área al este del eje vial Av. República de Panamá - Av. Bolognesi. Cuenta con 62 manzanas. Prácticamente todo el sector mantiene la característica de "Barriada" debido a que abundan las quintas y callejones, muchas de ellas antiguas, de adobe como material predominante y en regular y/o mal estado de conservación, otras también de ladrillo y en un regular o mal estado de conservación; su población es básicamente de un estrato socioeconómico Medio a Medio Bajo, esto coincide con lo explicado en el capítulo de aspectos históricos donde se indica que la población de la zona al Este de la línea del antiguo ferrocarril Lima - Torrijos era la menos acomodada del distrito. Existen edificaciones de ladrillo, algunas en buen estado y de albañilería confinada, pero otras (la mayoría) parecen haber sido construidas de manera artesanal, es decir contando sólo con la asesoría de maestros de obra, poniendo en duda la calidad técnica de la construcción, muchas mantienen sus segundos o terceros pisos con la fachada sin tarrajear ya que éstas han sido terminadas muchos años después de la

construcción de los primeros. Hay pocas edificaciones de concreto armado y los edificios más altos llegan sólo a los 4 pisos o 5 pisos excepcionalmente. Las edificaciones del sector son de 1 a 2 pisos en su mayoría, como promedio. Las áreas verdes más importantes de esta zona son la Plaza Butters y el Parque Raymondi.



Jr. Tiravanti, imagen típica del sector 2; se aprecian en su mayoría edificaciones de albañilería y adobe en un regular estado, de 1 a 2 pisos, además es muy notorio el aspecto de “barriada” del lugar



Vista del Jr Souza. Aquí apreciamos una zona de viviendas de adobe de 1 piso, en un estado precario, se observa una similitud en el aspecto urbano con la fotografía anterior.





Vista del Jirón  
Rodríguez Soto  
Apreciamos el tipo de  
viviendas descritas  
anteriormente, es  
decir de adobe de 1  
piso y de albañilería en  
regular estado de  
conservación, de 1 a 3  
pisos como promedio

### **Sector 3**

Se encuentra delimitado por el circuito Av. Bolognesi – Av. Piérola – Jr. Centenario – Malecón Souza – Malecón Pazos – Malecón Domeyer – Malecón Pedro de Osma - Av. Independencia.

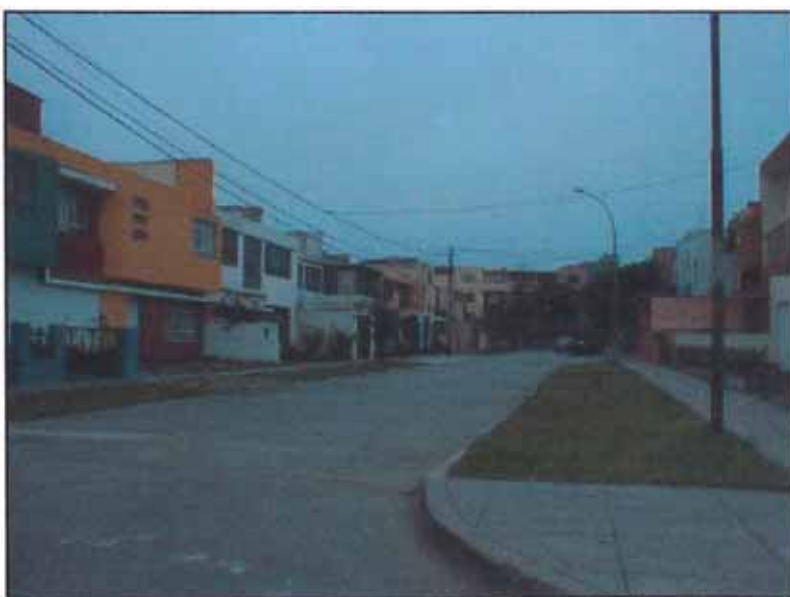
Cuenta con 80 manzanas. Este sector es denominado como “Zona Monumental”, y es que en éste, se encuentran concentradas edificaciones antiguas (mayormente en el tercio central del sector) en mayor cantidad que en los otros sectores, dichas edificaciones son casonas de principios del siglo XX, de adobe como material predominante, de 1 piso por lo general pero de techos a una altura aproximada de 4 a 5 metros del suelo. Algunas de éstas han sido catalogadas como “Monumentos Históricos” por el Instituto Nacional de Cultura, sin embargo no pueden ser demolidas por tal razón, a pesar de que gran cantidad de ellas se encuentran en regular y/o mal estado de conservación

Es en este sector donde se ubica la parte más turística, cultural, paisajista y bohemia del distrito, es la zona que refleja el sentido tradicional de Barranco, sobre todo los alrededores al Parque Municipal, que constituyen el área de mayor comercio y recreación nocturna del distrito. Aquí encontramos las tan conocidas zonas turísticas “Bajada de Baños”, el “Puente de los Suspiros”, el parque Municipal, el Museo Pedro de Osma, etc.

Existen además de las tradicionales casonas de adobe anteriormente descritas, edificaciones de albañilería y C.A. sobre todo en la zona sur del sector, es decir en las manzanas más cercanas al límite con el distrito de Chorrillos. Cabe señalar que las manzanas al Oeste del eje vial Av. San Martín – Av. Pedro de Osma son eminentemente de tipo residencial y podemos encontrar edificios de C.A. en especial en las zonas cercanas a los malecones. También existen algunas quintas con edificaciones de adobe en su mayoría, pero otras de ladrillo en buen estado de conservación.

Sus hogares pertenecen a un estrato socioeconómico Medio –Alto (predominantemente), Alto (sobre todo en la zona de malecones), y Medio.

Sus áreas verdes más extensas son el Parque Municipal y la zona del “Puente de los Suspiros” y la “Bajada de Baños”.



Vista del Jr. Juan Rissi, en la cual apreciamos viviendas de albañilería en buen estado; muestra un aspecto urbano residencial, con viviendas de 2 a 3 pisos.



Imagen de la calle Santa Rosa, resaltan en esta zona las casonas antiguas de adobe de 1 piso y de techos altos.



Aquí apreciamos esta casona antigua de comienzos del siglo XX ubicada en la esquina de los jirones Zegarra de Pinillos y Tacna, es de adobe, encontrándose en regular estado de conservación, además es de 2 niveles, lo cual incrementa su vulnerabilidad ante un sismo; como éstas se encuentran varias en el sector 3.

### **6.3.3 Fuente de los datos**

Para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del distrito, en cuanto se refiere a la información de las edificaciones que en él se hallan se dispondrán de las siguientes fuentes:

- 1) Información Catastral actualizada oficial (años 1994 y 1999) obtenida de la Municipalidad de Barranco.
- 2) Observación directa externa de las diversas zonas de las cuales se recopiló la información catastral.
- 3) Un estudio complementario de densidad de muros y análisis del comportamiento sísmico de viviendas tipo mediante el uso de planos de edificaciones obtenidos de expedientes de la Municipalidad de Barranco.

### **6.3.4 Forma de presentación de los datos**

Los datos catastrales obtenidos del distrito se presentan divididos en tres sectores y serán mostrados más adelante (ver **Anexo I**). Cada sector está constituido por un grupo de Manzanas, que a su vez se encuentran divididas en Lotes, en los cuales pueden haber una o más edificaciones. En cada sector se detallan los siguientes aspectos :

**Lote.-** Indica la numeración del lote en un determinado sector de acuerdo con la referida a los archivos catastrales del distrito.

**Tipo(s) de Usos.-** Referido a la forma de utilización de la edificación, por ejemplo como casa-vivienda, edificio, negocio, colegio, iglesia, etc.

**Nota.-** En muchos lotes se da el caso que existe más de una edificación, lo cual se aprecia al estar varios usos separados por el signo de coma (,).

**Año de Construcción.-** Año referido al inicio de la construcción de la edificación.

**Nota.-** Existen años separados por una línea (-) referido al caso en que existan en un mismo lote varias edificaciones, indica esto pues un rango de años. De manera similar se apreciarán años separados por el signo de coma (,), ya sea para una edificación de varios pisos, ó cuando en el recuadro de usos se especifiquen los tipos de éstas; en el primer caso cada año separado por comas(,) se refiere a los años de construcción de cada piso, y en el segundo caso a los años de construcción de dichas edificaciones. Se mantiene una correspondencia directa en las características posteriores del lote (es decir en las columnas o recuadros de datos referidos a Material, Usos, Estado, Muro, Techo y Pisos).

**Material.-** Corresponde al tipo de material estructural que predomina en la construcción. Puede ser:

**C.A.** Concreto Armado.

**Lad.** Ladrillo.

**Adob. :** Adobe.

**Estado.-** Representa el estado de conservación en que se halla la edificación en la actualidad, puede representarse mediante 5 grados:

**Muy Bueno.-** Construcciones que reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno.

**Bueno.-** Construcciones que reciben mantenimiento permanente y sólo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.

**Reg. Regular.-** Referida a aquellas edificaciones que reciben mantenimientos esporádicos y que la estructura no tiene deterioro o si la tiene, no la compromete y es subsanable. Los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos debido al uso normal.

**Malo.-** Construcciones que no reciben un mantenimiento regular y cuya estructura acusa deterioro que la compromete pero que no tiene peligro de desplome. Los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.

**Muy Malo.-** En este tipo la estructura tiene deterioros que la comprometen y que pueden causar su desplome.

**Muros.-** Referido al sistema estructural de las paredes de la edificación en análisis.

Existen en los siguientes 6 tipos:

**Tipo B.-** Muros con columnas y vigas de concreto armado y/ó metálicas.

**Tipo C.-** Muros de ladrillo o similar con columnas y vigas de amarre.

**Tipo D.-** Muros de ladrillo o similar sin columnas de amarre.

**Tipo E.-** Muros de madera.

**Tipo F.-** Muros de Adobe.

**Tipo G.-** Pircado con mezcla de barro.

**Techo.-** Referido al sistema estructural del techo de la edificación en análisis.

Existen en los siguientes 7 tipos:

**Tipo B.-** Losa o aligerado de concreto armado con luces de mayores de 6 metros o que soporten carros o maquinarias.

**Tipo C.-** Aligerados o losas inclinadas de concreto armado.

**Tipo D.-** Aligerado o losas de concreto armado horizontales.

**Tipo E.-** Calamina metálica o eternit sobre viguería metálica.

**Tipo F.-** Madera con material impermeabilizante.

**Tipo G.-** Calamina metálica, eternit o tejas sobre viguería de madera corriente.

**Tipo H.-** Madera rústica o caña con torta de barro.

**Pisos.-** Indica el número de pisos que tiene la edificación. En algunos casos se muestran separados por una doble línea (--), esto señala el rango de pisos que existe

en el lote cuando en éste se hallan más de una edificación como es el caso de quintas, grupo de casas, callejones, locales comerciales, etc.

### **6.3.5 Método de evaluación de los Resultados**

En base a los criterios de la guía de clasificación de las edificaciones antes mostrada, analizaremos lote por lote en cada manzana de cada sector, determinando así en que tipo de la referida clasificación se ubica, para esto contamos con la información catastral de la cual podemos obtener datos de las edificaciones de cada lote, respecto a su material predominante, antigüedad, número de pisos, usos, tipos de muros y techos, etc. Así podemos determinar dentro de que tipos se encuentran, y la manera de identificarlas se hará utilizando los siguientes parámetros

<b>Clasificación General</b>	<b>Clasificación Preliminar</b>	<b>Material</b>	<b>Estado de Conservación</b>	<b>Muro</b>	<b>Techo</b>
Tipo A	Tipo A	C.A.	Muy Bueno y/o Bueno	B	B ó C ó D
Tipo B	Tipo B	Lad.	Muy Bueno y/o Bueno	C	D
Tipo C	Tipo C1	Lad.	Reg. y/o Malo	C	D
	Tipo C2	Lad.	Bueno	D	D
Tipo D	Tipo D1	Lad.	Reg. y/o Malo	D	D → H
	Tipo D2	Adob.	Bueno → Muy Malo	F ó G	E → H

<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Clasificación General</b>	<b>% Costo de Reparación</b>
Vulnerabilidad Muy baja	Tipo A	0% - 5% de su valor
Vulnerabilidad Baja	Tipo B	10% - 20% de su valor
Vulnerabilidad Media	Tipo C	30% - 60% de su valor
Vulnerabilidad Alta	Tipo D	75% - 100% de su valor

<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Clasificación Preliminar</b>	<b>% Costo de Reparación</b>
Vulnerabilidad Muy baja	Tipo A	0% - 5% de su valor
Vulnerabilidad Baja	Tipo B	10% - 20% de su valor

Vulnerabilidad Media Baja	Tipo C1	30% - 45% de su valor
Vulnerabilidad Media Alta	Tipo C2	46% - 60% de su valor
Vulnerabilidad Alta	Tipo D1	75% - 89% de su valor
Vulnerabilidad Muy Alta	Tipo D2	90% - 100% de su valor

Es decir con las clases de material predominante, su estado de conservación y sus tipos de muros y techos podemos determinar en que tipo se encuentra la edificación; ahora utilizando los datos de su antigüedad podemos determinar una aproximación de su costo de reparación sabiendo ya dentro de que tipo se hallan, basándonos en el siguiente cuadro:

		<b>Antigüedad (Año de Construcción)</b>				
		<b>Rangos de Años</b>				
<b>Clasificación</b>	<b>%Costo de Reparación</b>	<b>&lt;=1940</b>	<b>&lt;1940-1966]</b>	<b>&lt;1966-1974]</b>	<b>&lt;1974-1984]</b>	<b>&lt;1984-2000]</b>
Tipo A	0% - 5% de su valor	5%	4%	3%	2%	1%
Tipo B	10% - 20% de su valor	20%	18%	16%	13%	10%
Tipo C	30% - 60% de su valor	60%	50%	45%	35%	30%
Tipo D	75% - 100% de su valor	99%	95%	90%	85%	80%

Con toda esta información y adicionando algunos datos de estadísticas elaboraremos una base de datos que nos permitirá la creación de mapas de vulnerabilidad mediante la utilización del software Arc View GIS 3.2, como explicaremos más adelante.

Luego haremos una evaluación de que cantidad de edificaciones hay en la manzana en análisis, identificando los tipos, para con esto tener una idea de cual es el predominante. Todo esto se mostrará en cuadros por sectores, donde se presentarán cantidades de cada manzana y un cuadro de porcentajes referidos al total de edificaciones en la manzana (**ver Anexo II**) haciéndose posteriormente cuadros de resumen y gráficos en cada sector tanto en cantidades como en porcentajes referidos esta vez al total de edificaciones en el sector.



### **6.3.6 Forma de presentación de Resultados**

Luego de hecho el análisis de los resultados de la clasificación siguiendo el proceso anteriormente descrito, agruparemos dicha evaluación de acuerdo a:

**Número de Niveles.-** Agruparemos a las edificaciones en base a su número de pisos o niveles, dividiéndolas en cuatro clases: 1, 2, 3, y 4 a más niveles.

**Antigüedad.-** Hemos utilizado como parámetros de referencia los años correspondientes a los sismos fuertes más recientes ocurridos en la ciudad de Lima, que afectaron obviamente al distrito de Barranco, siendo el del año 1940 el más devastador; por lo tanto agruparemos las edificaciones en rangos con los años 1940, 1966, 1974, 1984, ya que son los más significativos de acuerdo a los datos recopilados y mostrados en el capítulo 5.

**Usos.-** Se han utilizado estos tipos **no basándose** en la Categoría de Edificaciones Esenciales de la Norma E 030, sino más bien referido a una diferenciación de usos en lo concerniente a la concentración de personas en un espacio determinado. Considerando 4 tipos básicos de usos:

- a) Casas de 1 a 3 niveles, es decir lugares de residencia con poca concentración de personas (una ó 2 familias) (C).
- b) Quintas, callejones, solares, y/o corralones; lugares de alta concentración de personas (muchas familias) y por lo general en malas condiciones de conservación y pocos niveles (Q).
- c) Talleres, tiendas, restaurantes, colegios, bares, pubs, etc. es decir todo tipo de actividad que implique prestación de servicios y/o actividad comercial, que se supone se encuentran con personas sólo ciertas horas del día (T).
- d) Edificios altos y viviendas de más de 3 pisos, con concentración de más de 2 familias pero en varios pisos. (E).

En base a esto es que elaboraremos diferentes cuadros y gráficos que nos permitan obtener resultados y cifras estadísticas del distrito fundamentados en los criterios de vulnerabilidad mencionados y a aplicarse.

### **6.3.7 Elaboración de Mapas de Vulnerabilidad mediante el uso del software Arc View GIS 3.2**

Habíamos mencionado anteriormente que en varios casos existen lotes donde hay más de una edificación, por lo que debemos indicar que para la elaboración de los mapas de vulnerabilidad utilizaremos una aplicación del software Arc View GIS 3.2, para lo cual crearemos una base de datos con la información catastral recopilada y otras columnas de datos creadas a partir de los criterios anteriormente mencionados, utilizando sólo los de la edificación con condiciones más desfavorables en el lote, esto en el caso de existir más de una edificación en éste, es decir la data será a nivel de lote, el cual será identificado por un código catastral, de los cuales el primer número indica el sector, los dos siguientes la manzana y los 2 últimos el lote, por ejemplo el lote 10109 es del sector 1, manzana 01, lote 09.

Se presentarán mapas del distrito donde se clasifiquen los lotes por Antigüedad, Número de Pisos, Tipos de Usos, Estado de Conservación, Tipo de Material Predominante, Estratos Socioeconómicos, etc., así como los resultados del estudio complementario de densidad de muros y modelación masa-resorte, el cual describiremos más adelante.

Además se indicará la zonificación descrita páginas atrás, al igual que los tipos de suelo del distrito.

Se mostrarán varios mapas del distrito y uno en especial donde se indique a nivel de lote, la clasificación definitiva de las edificaciones del distrito.

### **6.3.8 Cuadros y Gráficos de la Clasificación de las Edificaciones**

En las páginas que vienen a continuación, presentamos los resultados de la agrupación de las edificaciones del distrito de Barranco en los diferentes tipos de clasificación que hemos mencionado con anterioridad.

Como mencionamos anteriormente, en el **Anexo II** se mostrarán los cuadros tanto de cantidades de edificaciones como porcentajes de éstas respecto a la manzana a la que pertenecen, agrupados por: 1) Número de Pisos, 2) Antigüedad y 3) Tipos de Usos; cada uno de estos divididos por sectores y visto de manera global en el distrito.

A continuación, con las cantidades obtenidas en el agrupamiento descrito en el párrafo anterior, elaboraremos cuadros de resumen y gráficos que a simple vista nos permitan dar una mejor interpretación de los resultados obtenidos por sector y de todo el distrito como conjunto, tales resultados serán explicados posteriormente a la presentación de los mencionados cuadros y gráficos.

# Clasificación Por Número de Pisos (Resumen)

## Sector 1

### Cuadro de Cantidades

<b>Total Construcciones</b>	<b>562</b>
-----------------------------	------------

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
De 1 Piso	4	69	101
De 2 Pisos	5	158	12
De 3 Pisos	5	176	0
4 Pisos a Más	23	9	0
<b>Total Construcciones</b>	<b>37</b>	<b>412</b>	<b>113</b>

Clasificación	Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo D	
	Concreto Armado	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Adobe
De 1 Piso	4	28	5	20	16	101	12	0
De 2 Pisos	5	95	9	45	9	12	0	0
De 3 Pisos	5	137	4	32	3	0	0	0
4 Pisos a Más	23	8	1	98	28	113	0	0
<b>Total Construcciones</b>	<b>37</b>	<b>268</b>	<b>18</b>	<b>98</b>	<b>28</b>	<b>113</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

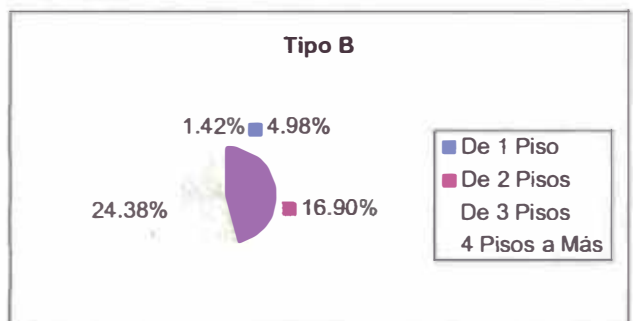
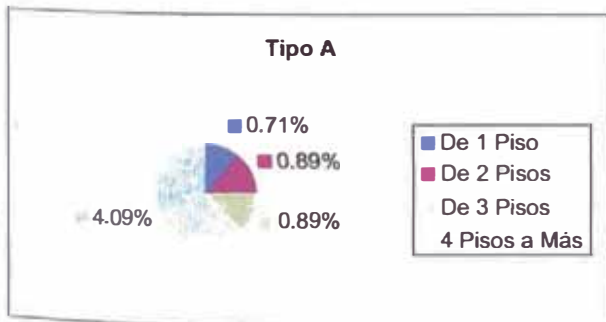
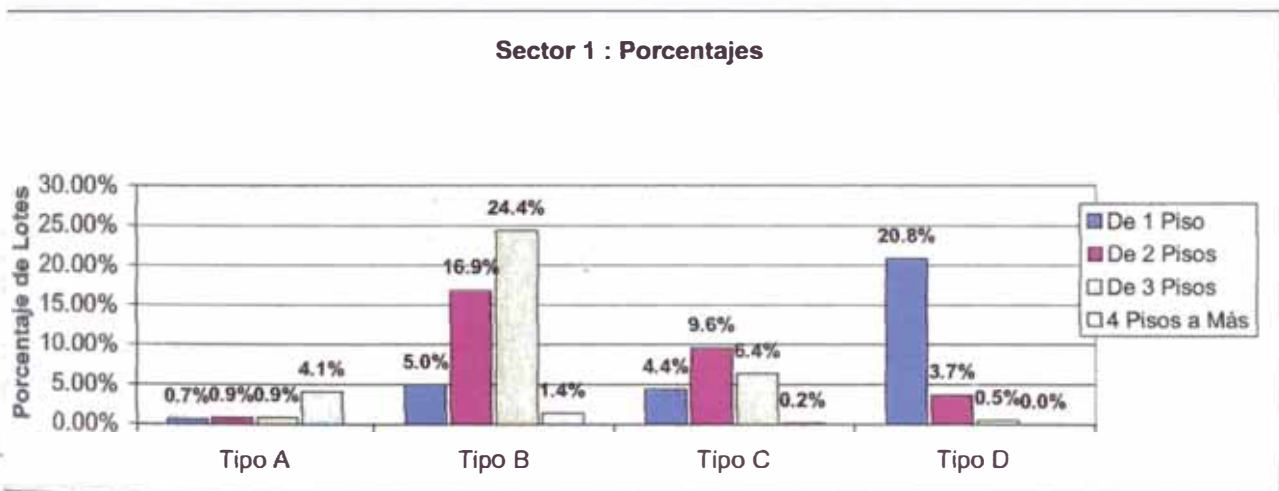
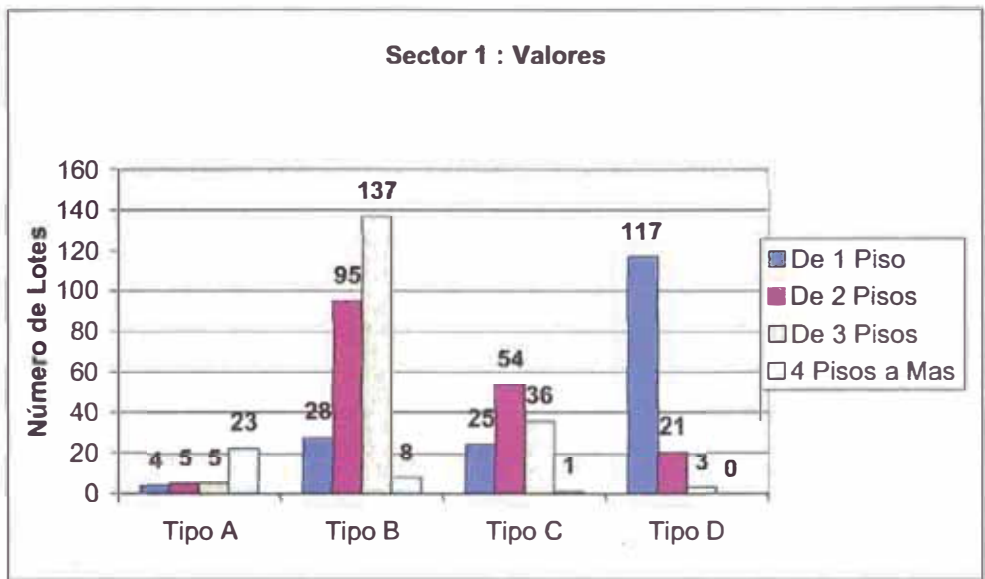
Clasificación	Tipo B		Tipo C		Tipo D	
	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna
De 1 Piso	28	5	25	117	174	101
De 2 Pisos	95	9	54	21	175	12
De 3 Pisos	137	4	36	3	181	0
4 Pisos a Más	8	1	1	0	32	0
<b>Total Construcciones</b>	<b>268</b>	<b>141</b>	<b>116</b>	<b>141</b>	<b>562</b>	<b>113</b>

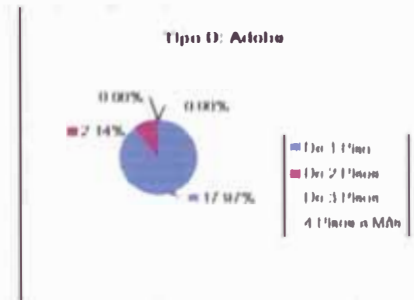
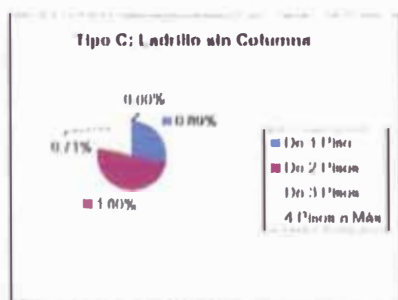
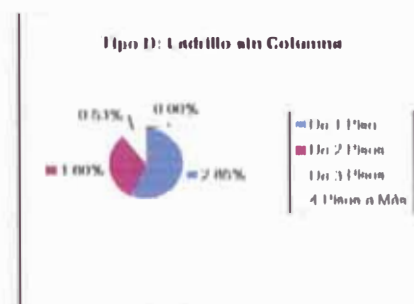
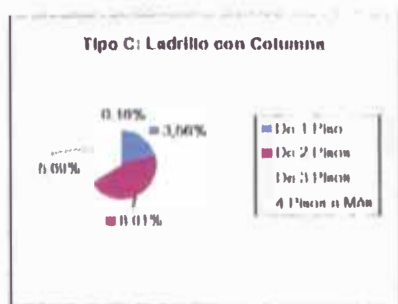
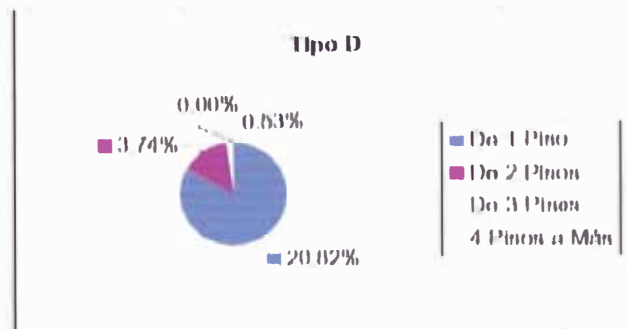
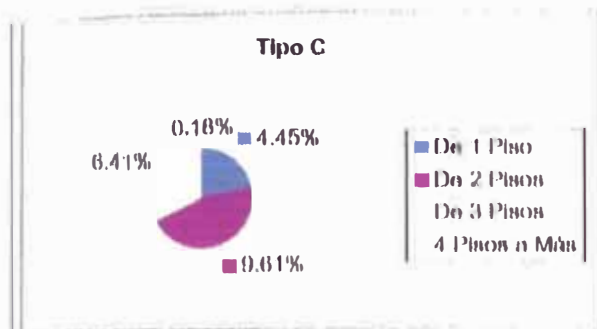
### Cuadro de Porcentajes

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
De 1 Piso	0.71%	12.28%	17.97%
De 2 Pisos	0.89%	28.11%	2.14%
De 3 Pisos	0.89%	31.32%	0.00%
4 Pisos a Más	4.09%	1.60%	0.00%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>6.58%</b>	<b>73.31%</b>	<b>20.11%</b>

Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
<b>Material</b>	<b>Concreto Armado</b>	<b>Ladrillo Con Columna</b>	<b>Ladrillo Sin Columna</b>	<b>Adobe</b>
De 1 Piso	0.71%	4.98%	3.56%	2.85%
De 2 Pisos	0.89%	16.90%	8.01%	1.60%
De 3 Pisos	0.89%	24.38%	5.69%	0.53%
4 Pisos a Más	4.09%	1.42%	0.18%	0.00%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>6.58%</b>	<b>47.69%</b>	<b>17.44%</b>	<b>3.20%</b>

Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Total Sector
De 1 Piso	0.71%	4.98%	4.45%	20.82%	30.96%
De 2 Pisos	0.89%	16.90%	9.61%	3.74%	31.14%
De 3 Pisos	0.89%	24.38%	6.41%	0.53%	32.21%
4 Pisos a Más	4.09%	1.42%	0.18%	0.00%	5.69%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>6.58%</b>	<b>47.69%</b>	<b>20.64%</b>	<b>25.09%</b>	<b>100.00%</b>





## Sector 2

### Cuadro de Cantidades

<b>Total Construcciones</b>	789
-----------------------------	-----

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
De 1 Piso	1	167	432
De 2 Pisos	1	77	17
De 3 Pisos	4	82	0
4 Pisos a Más	5	3	0
<b>Total Construcciones</b>	<b>11</b>	<b>329</b>	<b>449</b>

Clasificación	Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo D	
	Concreto Armado	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Adobe
De 1 Piso	1	48	62	18	39	432	17	0
De 2 Pisos	1	37	25	6	9	17	0	0
De 3 Pisos	4	45	28	5	4	0	0	0
4 Pisos a Más	5	2	1	0	0	0	0	0
<b>Total Construcciones</b>	<b>11</b>	<b>132</b>	<b>116</b>	<b>29</b>	<b>52</b>	<b>449</b>	<b>17</b>	<b>0</b>

Clasificación	Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo D		Total Sector
	Concreto Armado	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Adobe	
De 1 Piso	1	48	80	471	600	17	0	0	600
De 2 Pisos	1	37	31	26	95	17	0	0	95
De 3 Pisos	4	45	33	4	86	0	0	0	86
4 Pisos a Más	5	2	1	0	8	0	0	0	8
<b>Total Construcciones</b>	<b>11</b>	<b>132</b>	<b>145</b>	<b>501</b>	<b>789</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>789</b>

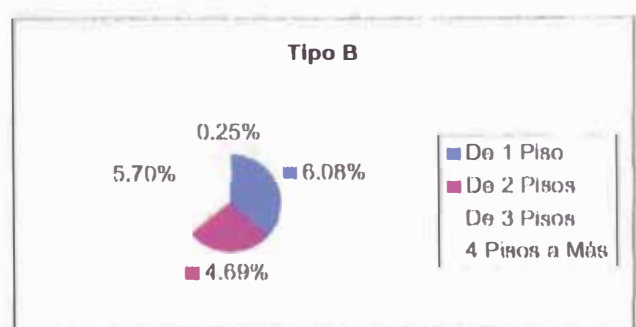
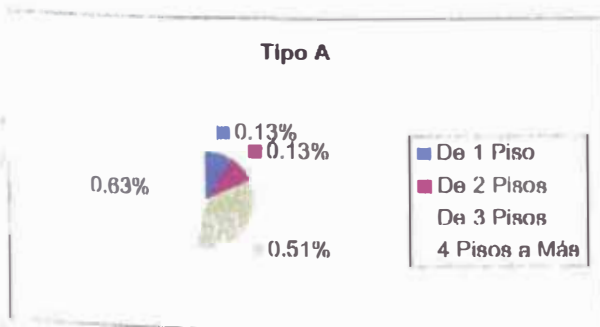
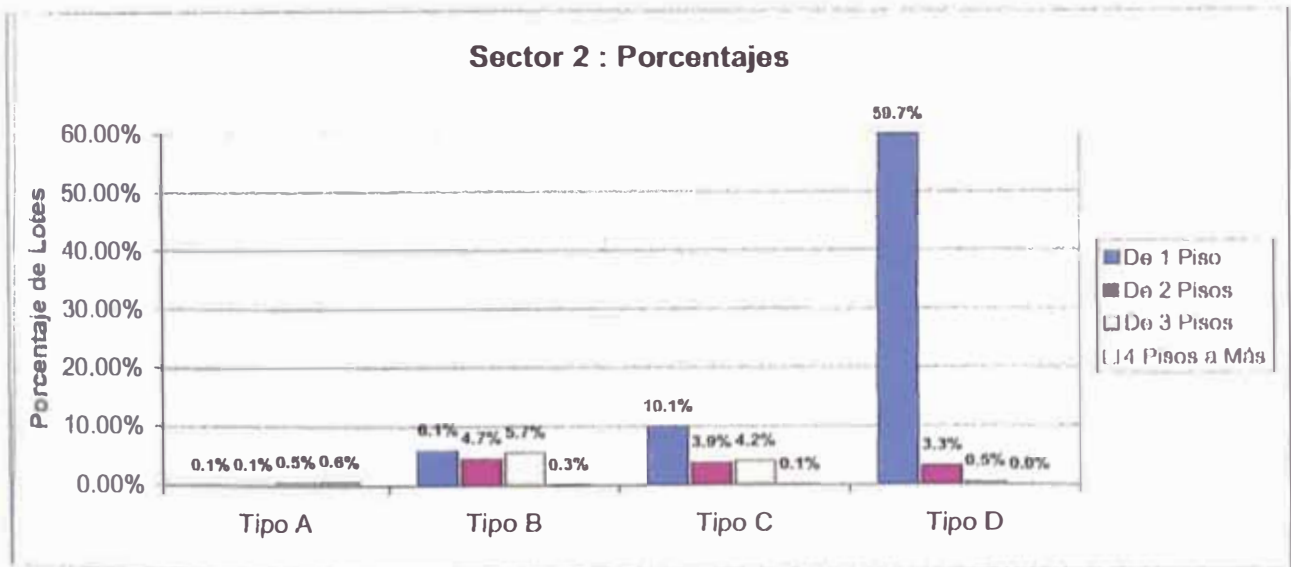
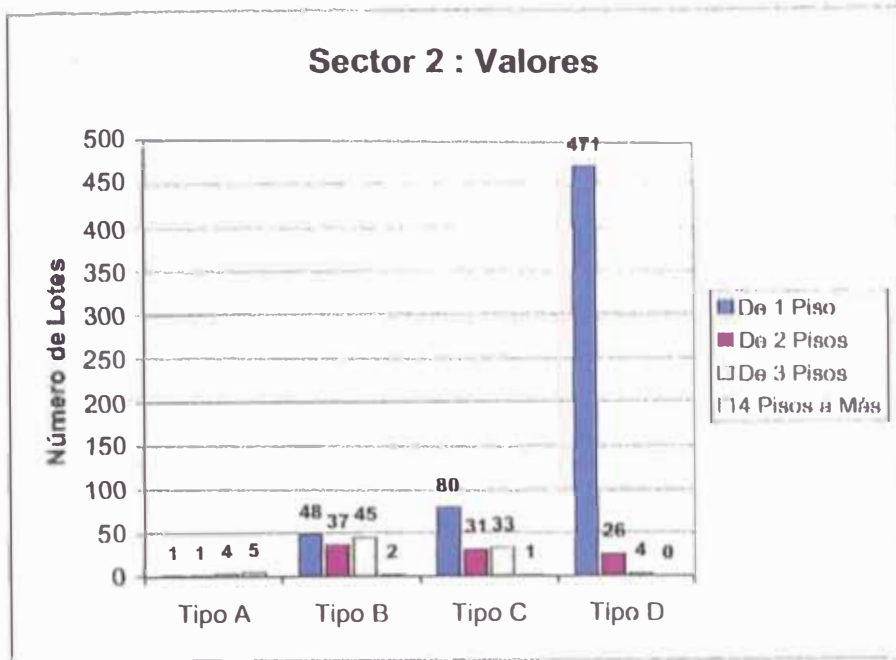


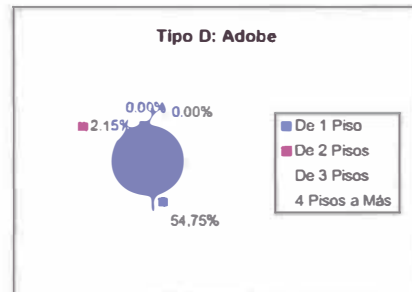
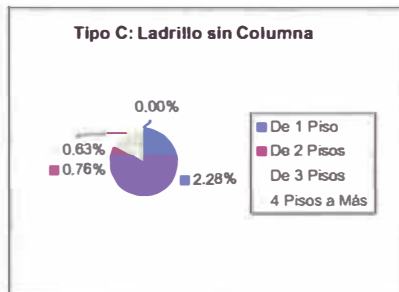
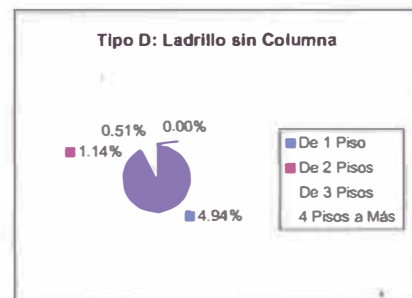
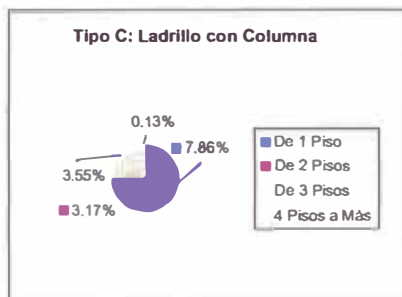
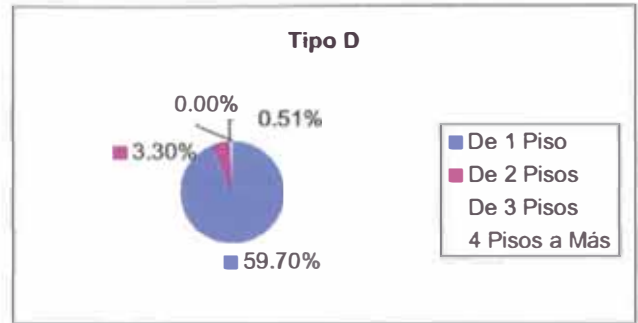
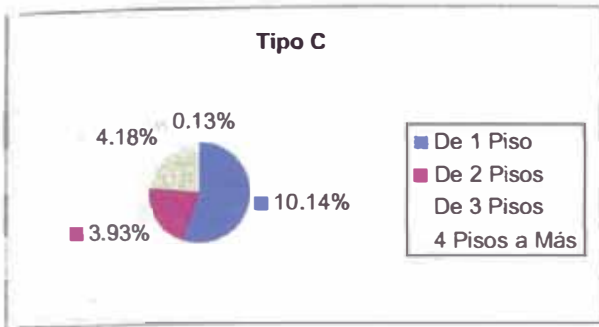
### Cuadro de Porcentajes

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
De 1 Piso	0.13%	21.17%	54.75%
De 2 Pisos	0.13%	9.76%	2.15%
De 3 Pisos	0.51%	10.39%	0.00%
4 Pisos a Más	0.63%	0.38%	0.00%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>1.39%</b>	<b>41.70%</b>	<b>56.91%</b>

Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
Material	Concreto Armado	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna
De 1 Piso	0.13%	6.08%	7.86%	2.28%
De 2 Pisos	0.13%	4.69%	3.17%	0.76%
De 3 Pisos	0.51%	5.70%	3.55%	0.63%
4 Pisos a Más	0.63%	0.25%	0.13%	0.00%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>1.39%</b>	<b>16.73%</b>	<b>14.70%</b>	<b>3.66%</b>
				<b>6.59%</b>
				<b>56.91%</b>

Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Total Sector
De 1 Piso	0.13%	6.08%	10.14%	59.70%	76.05%
De 2 Pisos	0.13%	4.69%	3.93%	3.30%	12.04%
De 3 Pisos	0.51%	5.70%	4.18%	0.51%	10.90%
4 Pisos a Más	0.63%	0.25%	0.13%	0.00%	1.01%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>1.39%</b>	<b>16.73%</b>	<b>18.36%</b>	<b>63.50%</b>	<b>100.00%</b>





## Sector 3

### Cuadro de Cantidades

<b>Total Construcciones</b>	725
-----------------------------	-----

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
De 1 Piso	7	85	222
De 2 Pisos	8	140	74
De 3 Pisos	9	141	0
4 Pisos a Más	25	14	0
<b>Total Construcciones</b>	<b>49</b>	<b>380</b>	<b>296</b>

Clasificación Material	Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo D	
	Concreto Armado	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Adobe	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Adobe
De 1 Piso	7	31	16	29	9	9	222	222
De 2 Pisos	8	85	4	43	8	8	74	74
De 3 Pisos	9	100	2	37	2	2	0	0
4 Pisos a Más	25	12	0	2	0	0	0	0
<b>Total Construcciones</b>	<b>49</b>	<b>228</b>	<b>22</b>	<b>111</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>296</b>	<b>296</b>

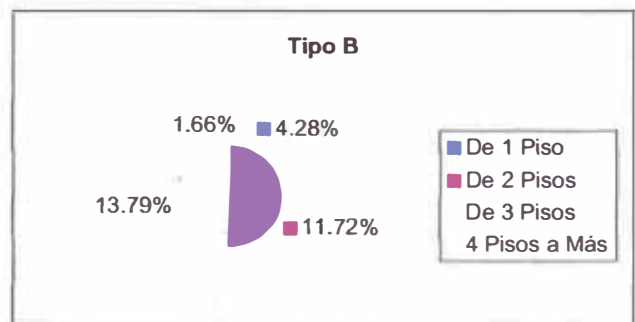
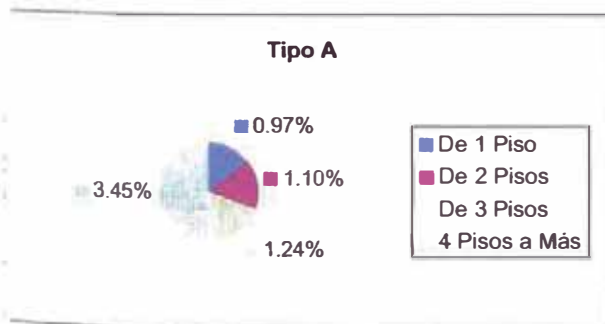
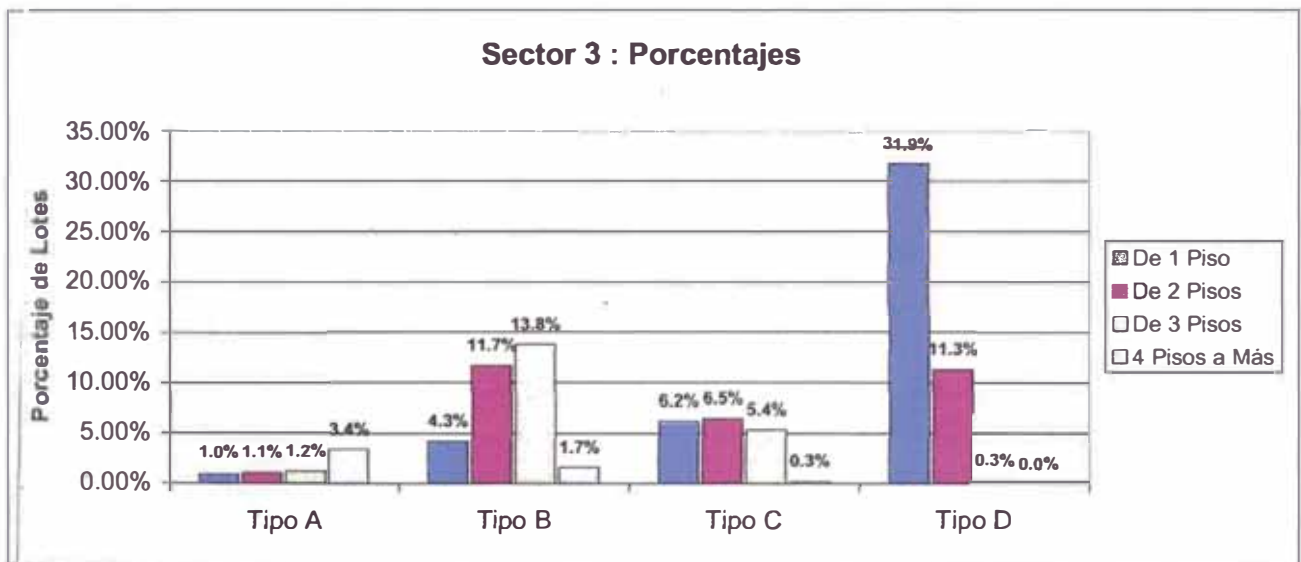
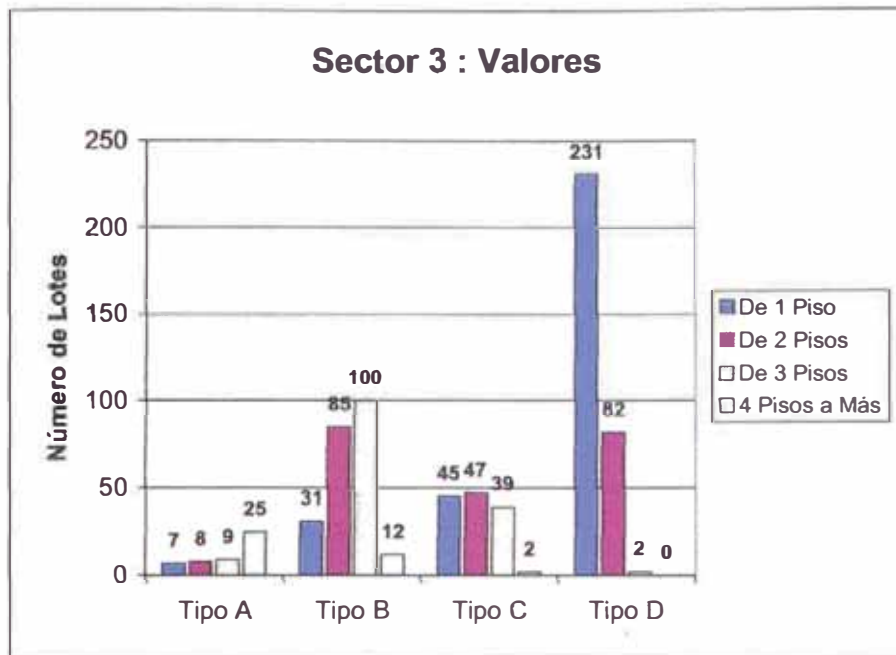
Clasificación	Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo D		Total Sector
	7	31	85	100	45	47	231	314	
De 1 Piso	7	31	85	100	45	47	231	314	314
De 2 Pisos	8	85	100	12	47	39	82	222	222
De 3 Pisos	9	100	12	2	39	2	2	150	150
4 Pisos a Más	25	12	2	133	2	0	0	39	39
<b>Total Construcciones</b>	<b>49</b>	<b>228</b>	<b>315</b>	<b>725</b>	<b>133</b>	<b>315</b>	<b>315</b>	<b>725</b>	<b>725</b>

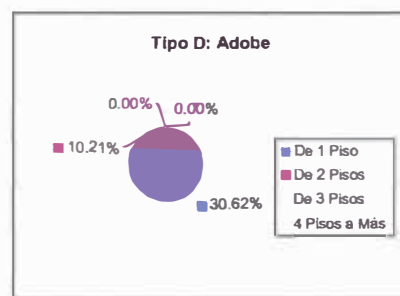
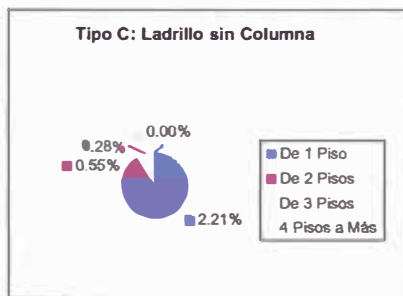
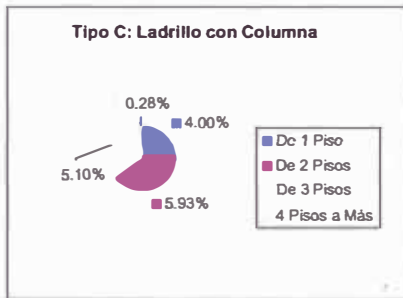
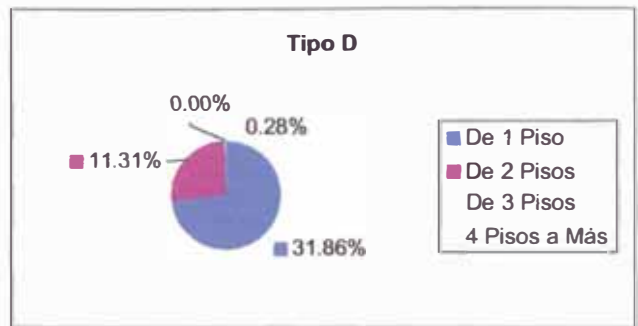
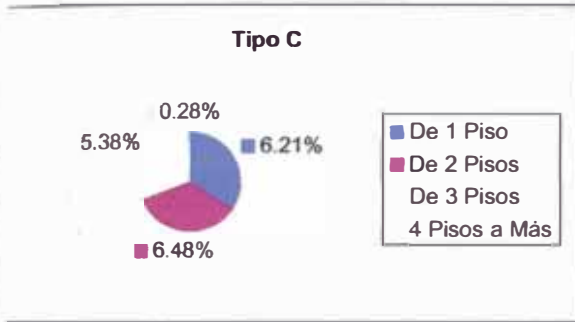
### Cuadro de Porcentajes

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
De 1 Piso	0.97%	11.72%	30.62%
De 2 Pisos	1.10%	19.31%	10.21%
De 3 Pisos	1.24%	19.45%	0.00%
4 Pisos a Más	3.45%	1.93%	0.00%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>6.76%</b>	<b>52.41%</b>	<b>40.83%</b>

Clasificación	Tipo C			Tipo D		
	Material	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Adobe
De 1 Piso	Concreto Armado	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Adobe
De 2 Pisos	0.97%	4.28%	4.00%	2.21%	1.24%	30.62%
De 3 Pisos	1.10%	11.72%	5.93%	0.55%	1.10%	10.21%
4 Pisos a Más	1.24%	13.79%	5.10%	0.28%	0.28%	0.00%
	3.45%	1.66%	0.28%	0.00%	0.00%	0.00%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>6.76%</b>	<b>31.45%</b>	<b>5.31%</b>	<b>3.03%</b>	<b>2.62%</b>	<b>40.83%</b>

Clasificación	Tipo B			Tipo D			Total Sector
	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo D	Tipo D	
De 1 Piso	0.97%	4.28%	6.21%	31.86%	31.86%	43.31%	
De 2 Pisos	1.10%	11.72%	6.48%	11.31%	11.31%	30.62%	
De 3 Pisos	1.24%	13.79%	5.38%	0.28%	0.28%	20.69%	
4 Pisos a Más	3.45%	1.66%	0.28%	0.00%	0.00%	5.38%	
<b>Total Construcciones %</b>	<b>6.76%</b>	<b>31.45%</b>	<b>18.34%</b>	<b>43.45%</b>	<b>43.45%</b>	<b>100.00%</b>	





# Total en el Distrito

## Cuadro de Cantidades

<b>Total Construcciones</b>	2076
-----------------------------	------

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
De 1 Piso	12	321	755
De 2 Pisos	14	375	103
De 3 Pisos	18	399	0
4 Pisos a Mas	53	26	0
<b>Total Construcciones</b>	<b>97</b>	<b>1221</b>	<b>858</b>

Clasificación	Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo D	
	Concreto Armado	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Adobe	
De 1 Piso	12	107	111	39	64	755		
De 2 Pisos	14	217	113	19	26	103		
De 3 Pisos	18	282	97	11	9	0		
4 Pisos a Mas	53	22	4	0	0	0		
<b>Total Construcciones</b>	<b>97</b>	<b>626</b>	<b>325</b>	<b>69</b>	<b>99</b>	<b>858</b>		

Clasificación	Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo D		Total Distrito
	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo C	Tipo D	Tipo D		
De 1 Piso	12	107	150	819	1088				
De 2 Pisos	14	217	132	129	492				
De 3 Pisos	18	282	108	9	417				
4 Pisos a Mas	53	22	4	0	79				
<b>Total Construcciones</b>	<b>97</b>	<b>626</b>	<b>394</b>	<b>957</b>	<b>2076</b>				



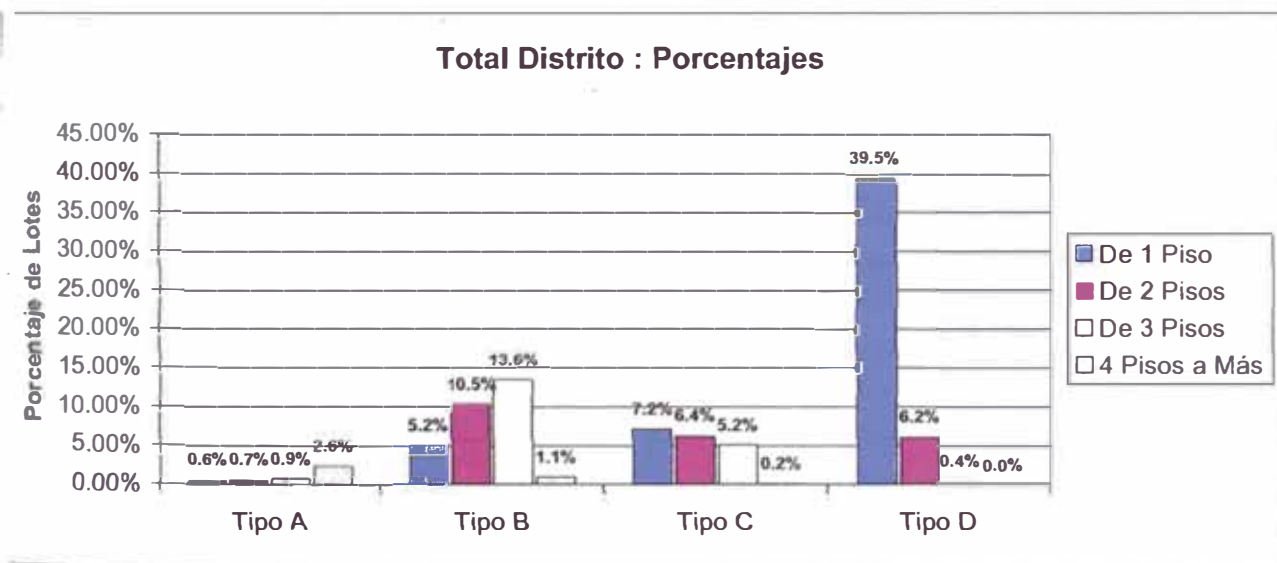
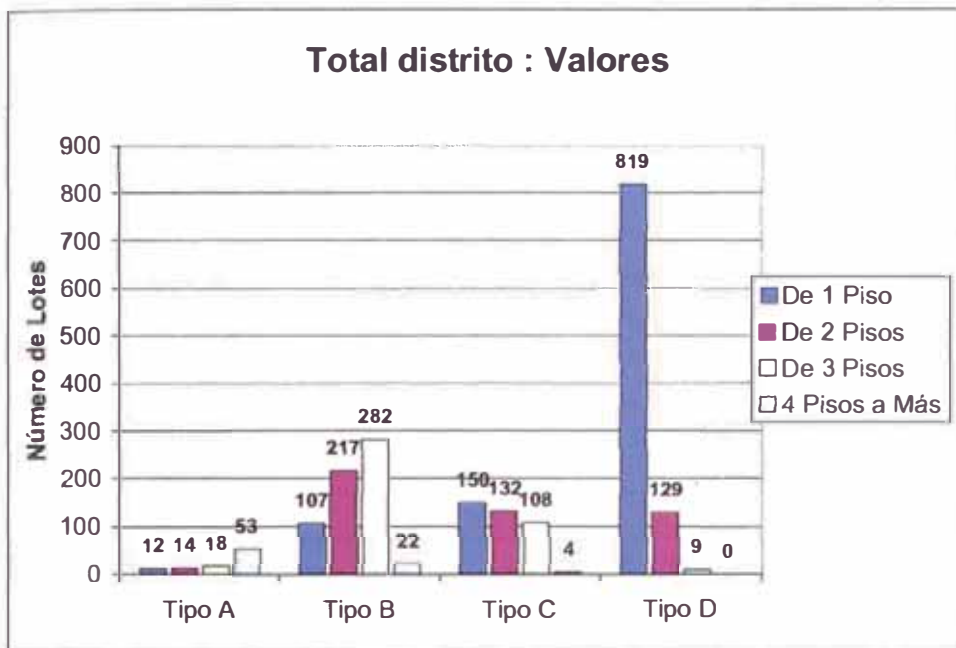
### Cuadro de Porcentajes

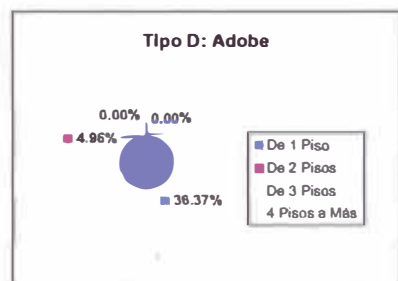
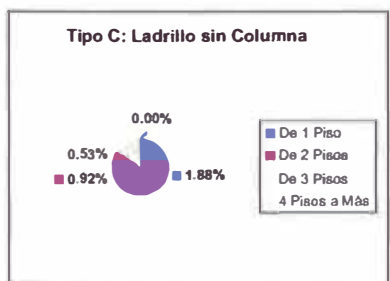
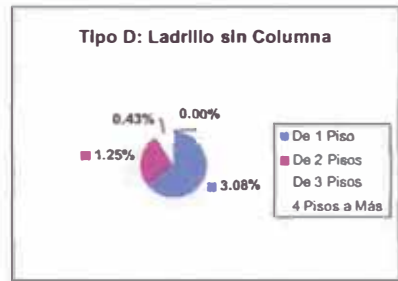
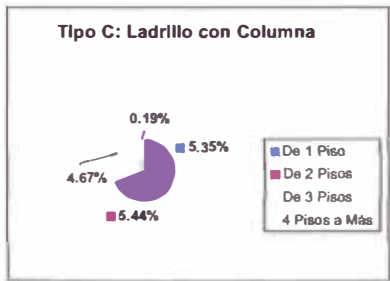
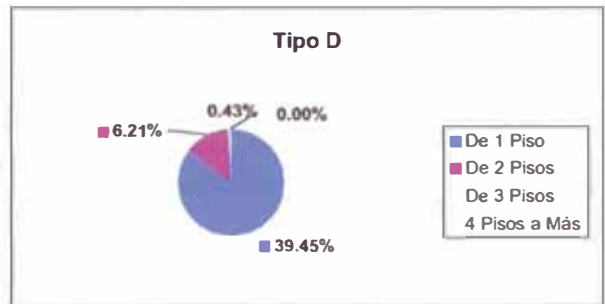
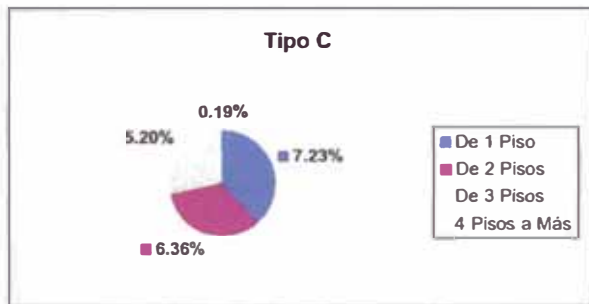
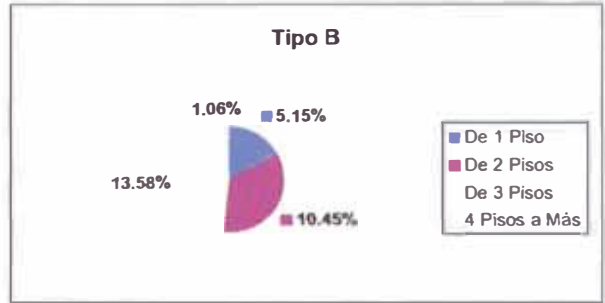
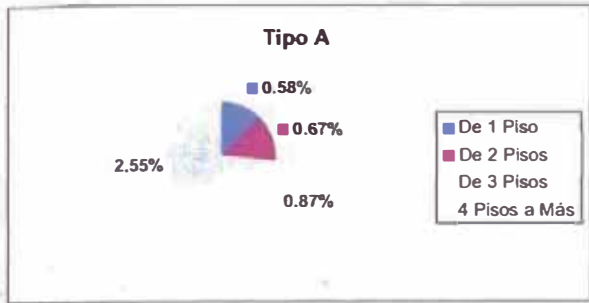
Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
De 1 Piso	0.58%	15.46%	36.37%
De 2 Pisos	0.67%	18.06%	4.96%
De 3 Pisos	0.87%	19.22%	0.00%
4 Pisos a Más	2.55%	1.25%	0.00%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>4.67%</b>	<b>54.00%</b>	<b>41.33%</b>

Clasificación	Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo D	
	Concreto Armado	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Adobe	
De 1 Piso	0.58%	5.15%	5.35%	1.88%	3.08%	36.37%		
De 2 Pisos	0.67%	10.45%	5.44%	0.92%	1.25%	4.96%		
De 3 Pisos	0.87%	13.58%	4.67%	0.53%	0.43%	0.00%		
4 Pisos a Más	2.55%	1.06%	0.19%	0.00%	0.00%	0.00%		
<b>Total Construcciones %</b>	<b>4.67%</b>	<b>30.25%</b>	<b>16.66%</b>	<b>3.32%</b>	<b>4.76%</b>	<b>41.33%</b>		

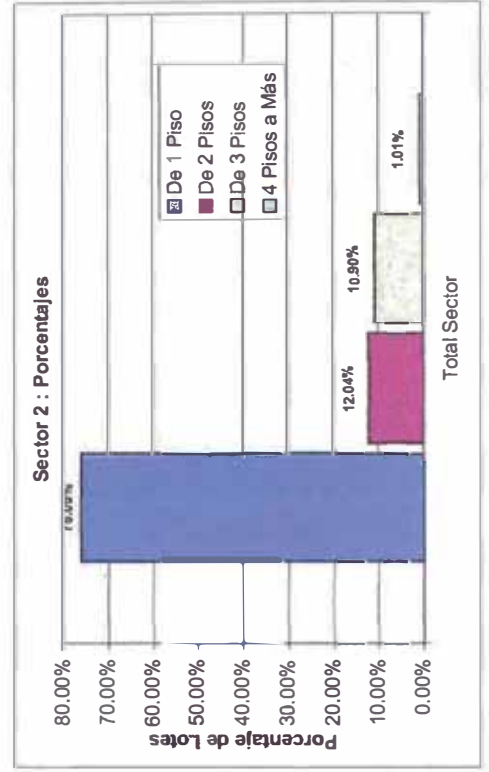
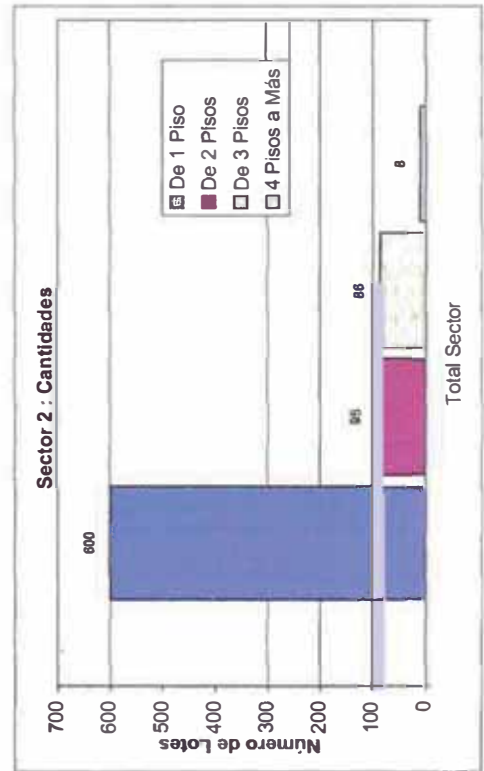
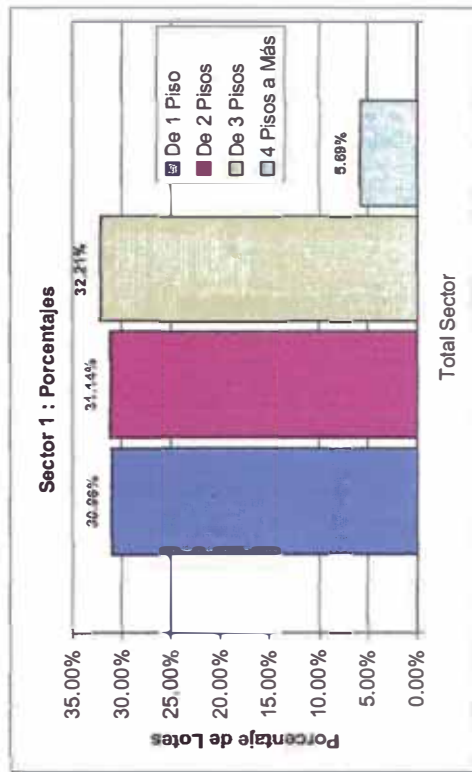
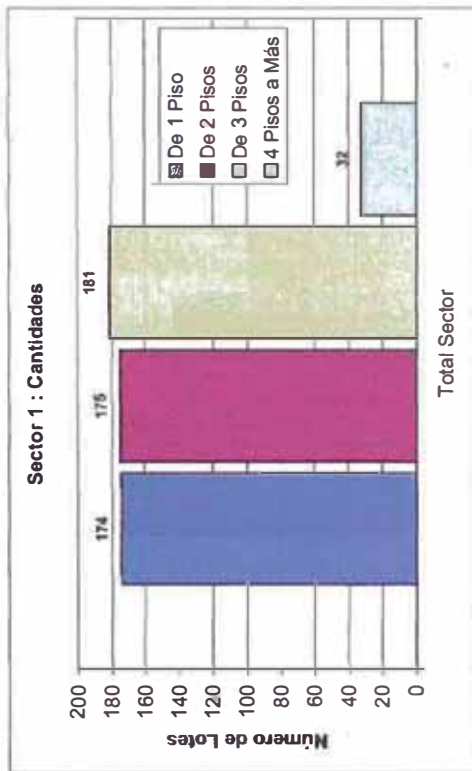
Clasificación	Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo D		Total Distrito
	Concreto Armado	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Adobe	Adobe		
De 1 Piso	0.58%	5.15%	7.23%	39.45%	52.41%				
De 2 Pisos	0.67%	10.45%	6.36%	6.21%	23.70%				
De 3 Pisos	0.87%	13.58%	5.20%	0.43%	20.09%				
4 Pisos a Más	2.55%	1.06%	0.19%	0.00%	3.81%				
<b>Total Construcciones %</b>	<b>4.67%</b>	<b>30.25%</b>	<b>18.98%</b>	<b>46.10%</b>	<b>100.00%</b>				

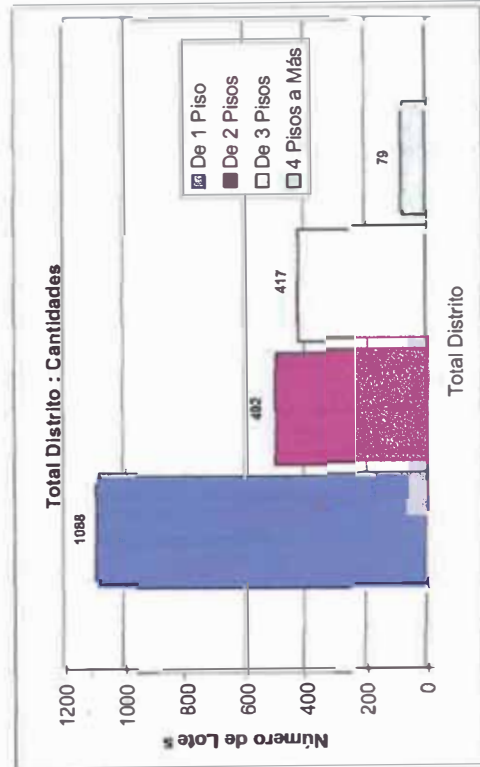
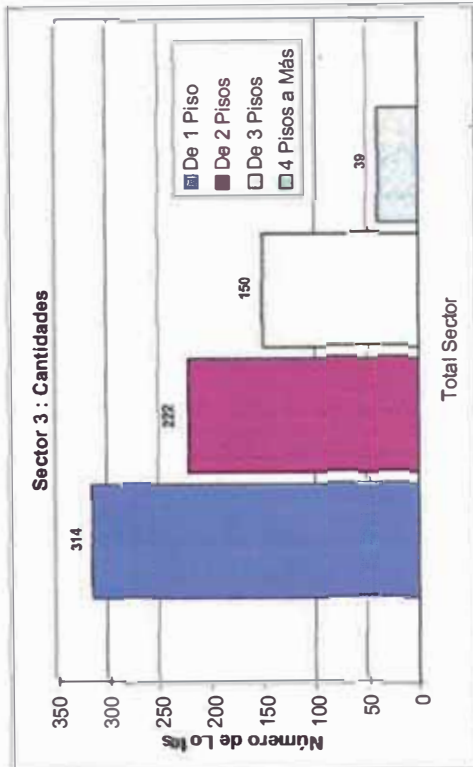
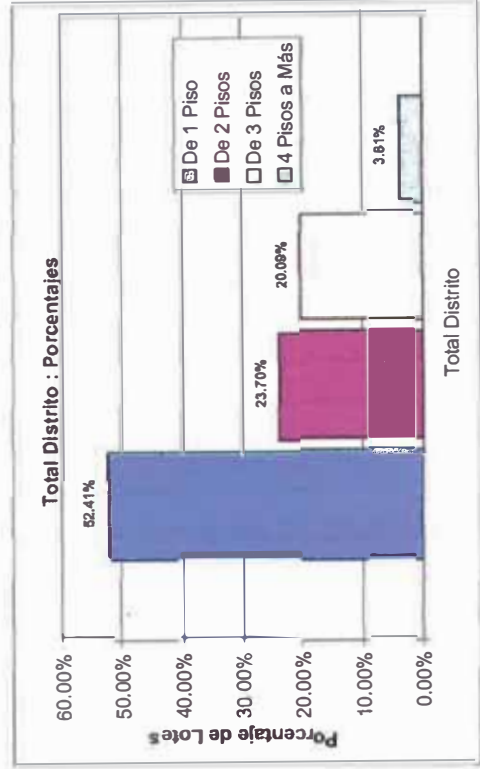
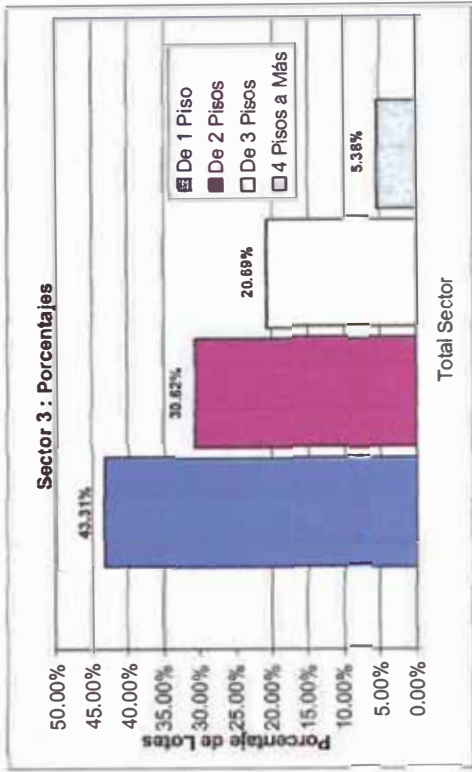
## Total Distrito: Por Número de Pisos





## Gráficos Totales Por Número de Pisos





# Clasificación Por Antigüedad (Resumen)

## Sector 1

**Total Construcciones= 562**

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
De 1896 a 1940	0	16	41
De 1941 a 1966	3	220	62
De 1967 a 1974	7	99	5
De 1975 a 1983	5	35	4
De 1984 a 2000	22	42	1
<b>Total Construcciones</b>	<b>37</b>	<b>412</b>	<b>113</b>

Clasificación	Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo D	
	Concreto Armado	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Adobe	
De 1896 a 1940	0	1	5	0	10	41		
De 1941 a 1966	3	124	67	13	16	62		
De 1967 a 1974	7	82	13	2	2	5		
De 1975 a 1983	5	32	3	0	0	4		
De 1984 a 2000	22	29	10	3	0	1		
<b>Total Construcciones</b>	<b>37</b>	<b>268</b>	<b>98</b>	<b>18</b>	<b>28</b>	<b>113</b>		

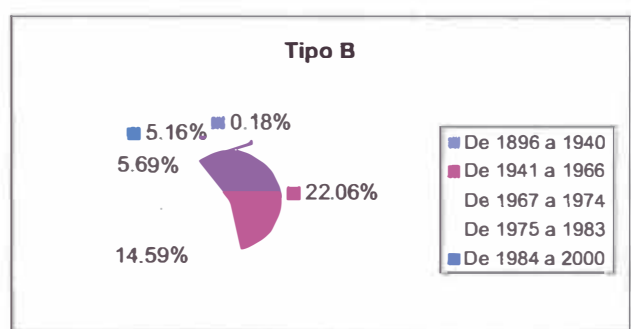
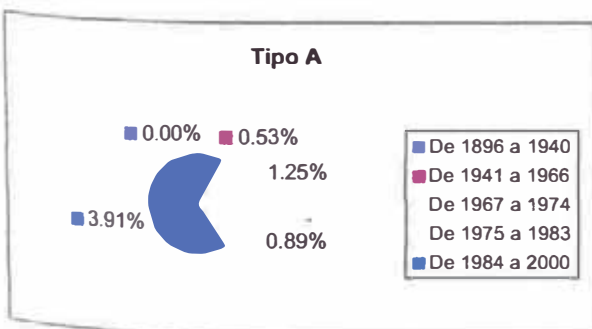
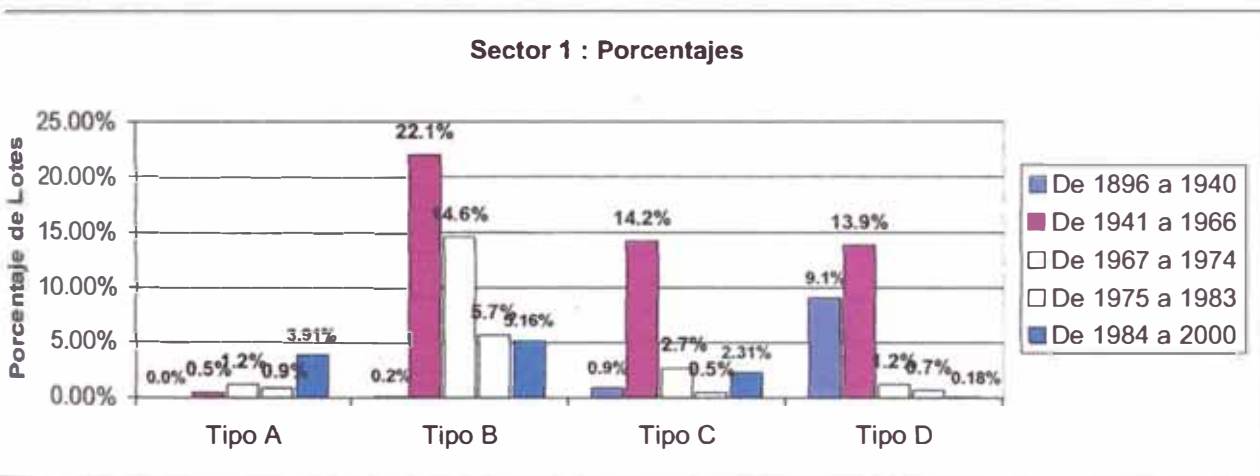
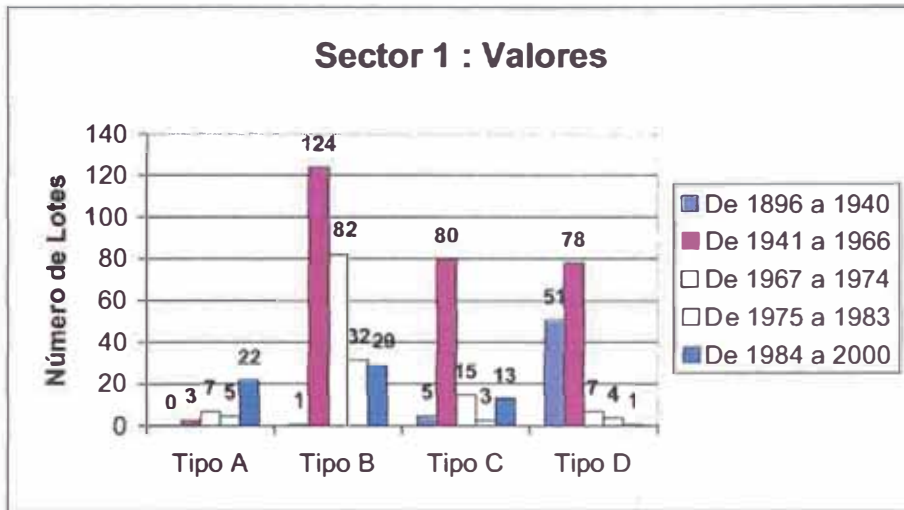
Clasificación	Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo D		Total Sector
	Concreto Armado	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Adobe		
De 1896 a 1940	0	1	5	0	10	41			
De 1941 a 1966	3	124	67	13	16	62			
De 1967 a 1974	7	82	13	2	2	5			
De 1975 a 1983	5	32	3	0	0	4			
De 1984 a 2000	22	29	10	3	0	1			
<b>Total Construcciones</b>	<b>37</b>	<b>268</b>	<b>98</b>	<b>18</b>	<b>28</b>	<b>113</b>		<b>562</b>	

### Cuadro de Porcentajes

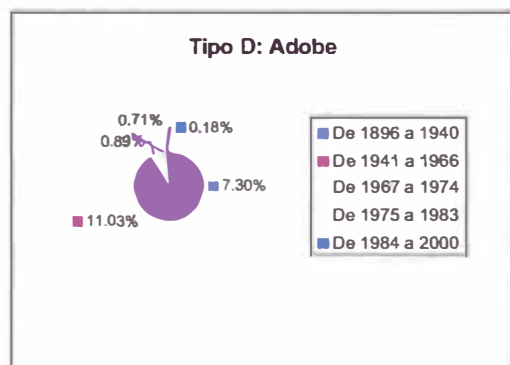
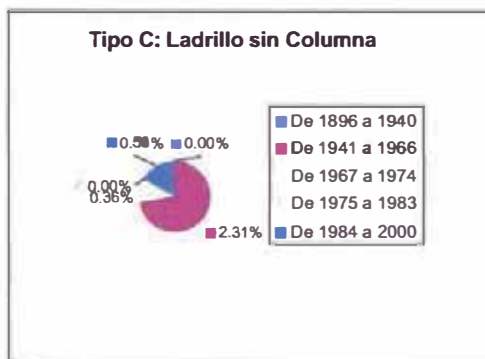
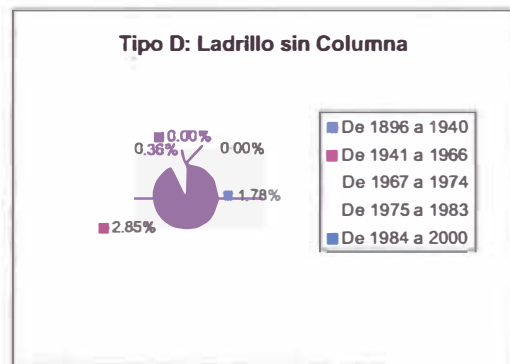
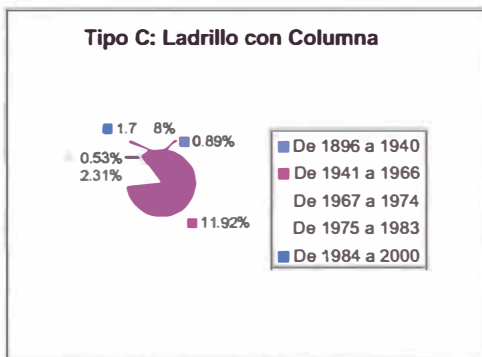
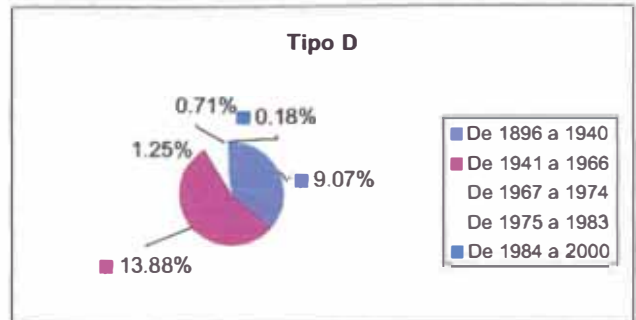
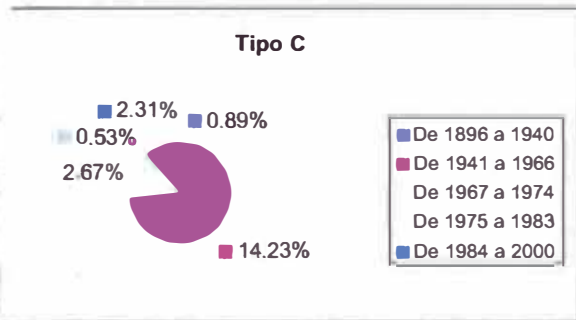
Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
De 1896 a 1940	0.00%	2.85%	7.30%
De 1941 a 1966	0.53%	39.15%	11.03%
De 1967 a 1974	1.25%	17.62%	0.89%
De 1975 a 1983	0.89%	6.23%	0.71%
De 1984 a 2000	3.91%	7.47%	0.18%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>6.58%</b>	<b>73.31%</b>	<b>20.11%</b>

Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
Material	Concreto Armado	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Adobe
De 1896 a 1940	0.00%	0.18%	0.89%	1.78%
De 1941 a 1966	0.53%	22.06%	11.92%	2.85%
De 1967 a 1974	1.25%	14.59%	2.31%	0.36%
De 1975 a 1983	0.89%	5.69%	0.53%	0.00%
De 1984 a 2000	3.91%	5.16%	1.78%	0.00%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>6.58%</b>	<b>47.69%</b>	<b>17.44%</b>	<b>4.98%</b>

Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Total Sector
De 1896 a 1940	0.00%	0.18%	0.89%	9.07%	10.14%
De 1941 a 1966	0.53%	22.06%	14.23%	13.88%	50.71%
De 1967 a 1974	1.25%	14.59%	2.67%	1.25%	19.75%
De 1975 a 1983	0.89%	5.69%	0.53%	0.71%	7.83%
De 1984 a 2000	3.91%	5.16%	2.31%	0.18%	11.57%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>6.58%</b>	<b>47.69%</b>	<b>20.64%</b>	<b>25.09%</b>	<b>100.00%</b>







## Sector 2

Total Construcciones= 789

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
De 1896 a 1940	0	19	207
De 1941 a 1966	2	145	212
De 1967 a 1974	1	63	21
De 1975 a 1983	5	50	5
De 1984 a 2000	3	52	4
<b>Total Construcciones</b>	<b>11</b>	<b>329</b>	<b>449</b>

Clasificación	Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo D	
	Concreto Armado	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Adobe
De 1896 a 1940		5	5	4	5	5	5	207
De 1941 a 1966	2	32	61	19	33	33	33	212
De 1967 a 1974	1	35	21	0	7	7	7	21
De 1975 a 1983	5	24	20	3	3	3	3	5
De 1984 a 2000	3	36	9	3	4	4	4	4
<b>Total Construcciones</b>	<b>11</b>	<b>132</b>	<b>116</b>	<b>29</b>	<b>52</b>	<b>52</b>	<b>52</b>	<b>449</b>

Clasificación	Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo D		Total Sector
De 1896 a 1940	0	5	9	9	212	212	212	226	
De 1941 a 1966	2	32	80	80	245	245	245	359	
De 1967 a 1974	1	35	21	21	28	28	28	85	
De 1975 a 1983	5	24	23	23	8	8	8	60	
De 1984 a 2000	3	36	12	12	8	8	8	59	
<b>Total Construcciones</b>	<b>11</b>	<b>132</b>	<b>145</b>	<b>145</b>	<b>501</b>	<b>501</b>	<b>501</b>	<b>789</b>	

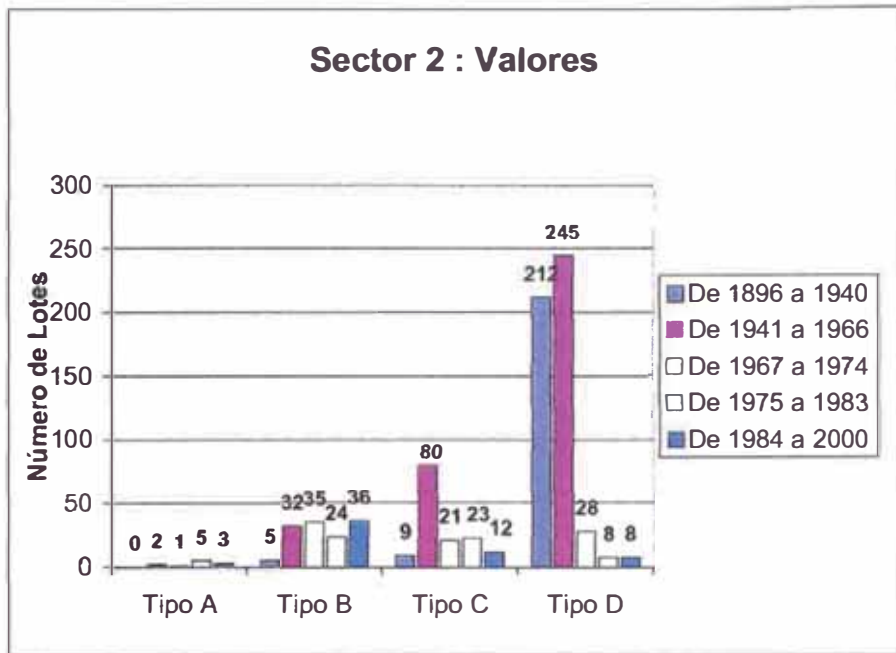
### Cuadro de Porcentajes

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
De 1896 a 1940	0.00%	2.41%	26.24%
De 1941 a 1966	0.25%	18.38%	26.87%
De 1967 a 1974	0.13%	7.98%	2.66%
De 1975 a 1983	0.63%	6.34%	0.63%
De 1984 a 2000	0.38%	6.59%	0.51%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>1.39%</b>	<b>41.70%</b>	<b>56.91%</b>

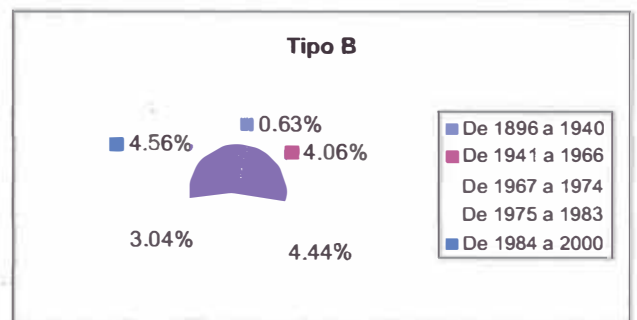
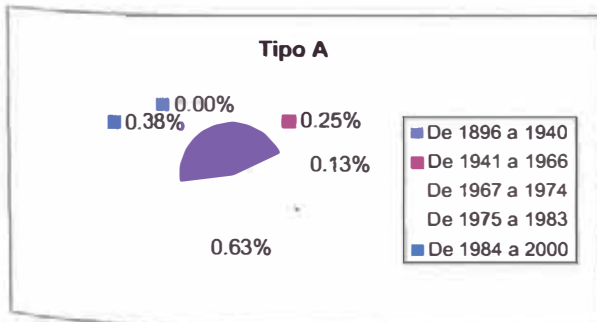
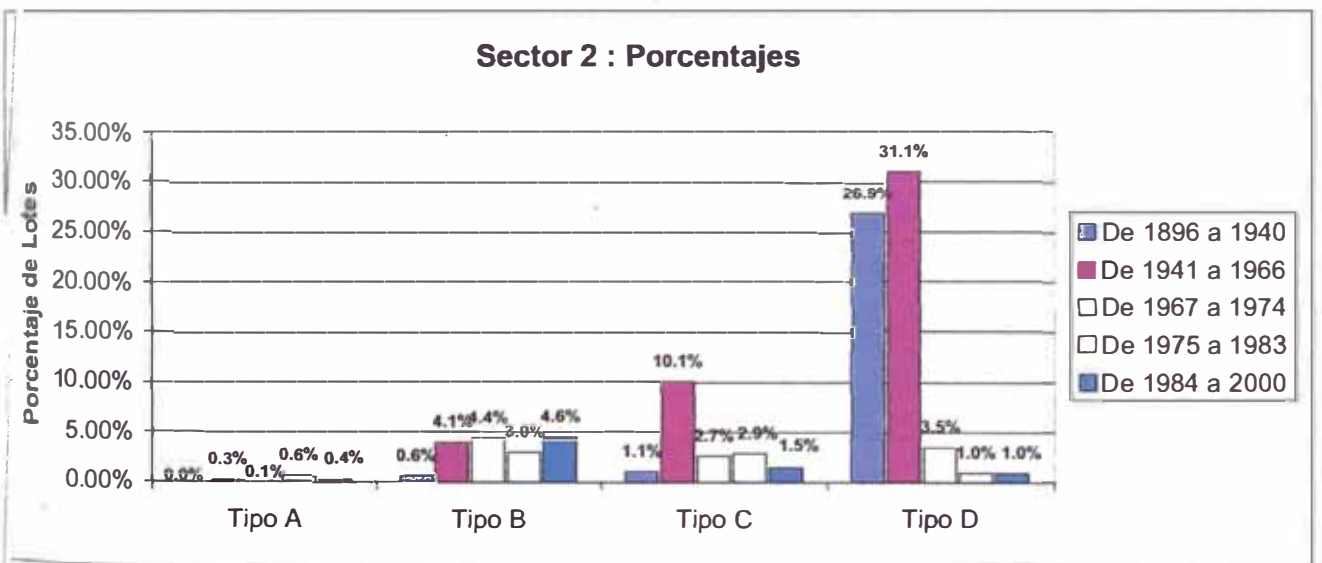
Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
Material	Concreto Armado	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Adobe
De 1896 a 1940	0.00%	0.63%	0.51%	26.24%
De 1941 a 1966	0.25%	4.06%	2.41%	26.87%
De 1967 a 1974	0.13%	4.44%	0.00%	2.66%
De 1975 a 1983	0.63%	3.04%	0.38%	0.63%
De 1984 a 2000	0.38%	4.56%	0.38%	0.51%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>1.39%</b>	<b>16.73%</b>	<b>3.68%</b>	<b>56.91%</b>

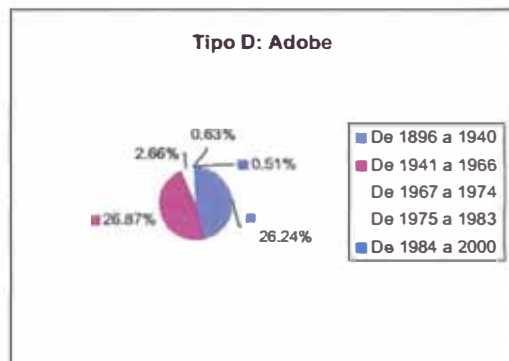
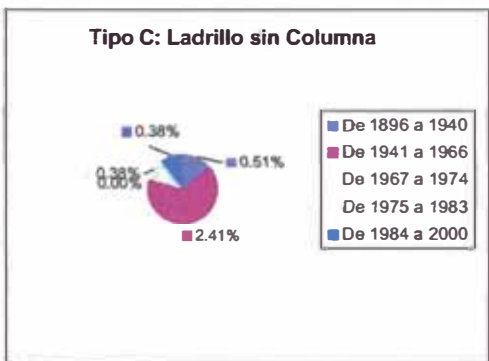
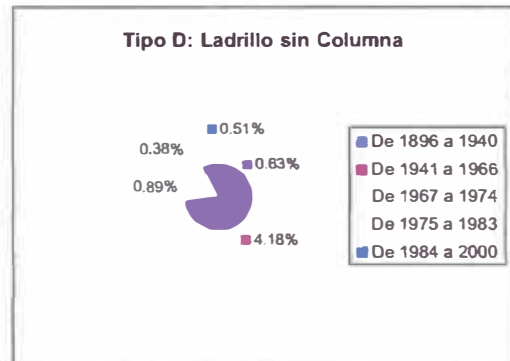
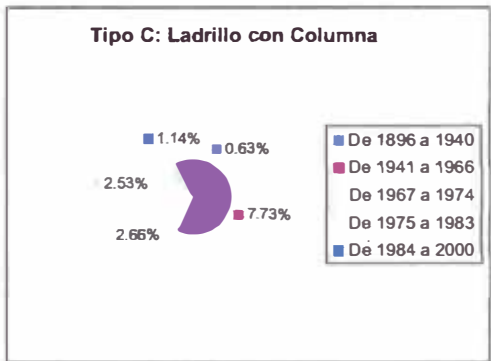
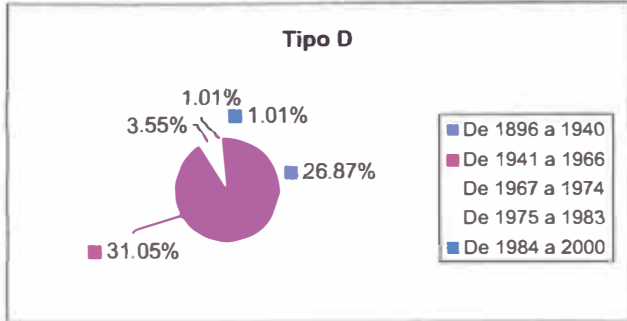
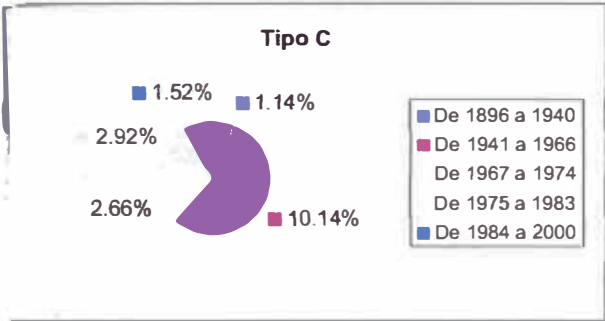
Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Total Sector
De 1896 a 1940	0.00%	0.63%	1.14%	26.87%	28.64%
De 1941 a 1966	0.25%	4.06%	10.14%	31.05%	45.50%
De 1967 a 1974	0.13%	4.44%	2.66%	3.55%	10.77%
De 1975 a 1983	0.63%	3.04%	2.92%	1.01%	7.60%
De 1984 a 2000	0.38%	4.56%	1.52%	1.01%	7.48%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>1.39%</b>	<b>16.73%</b>	<b>18.38%</b>	<b>63.50%</b>	<b>100.00%</b>

### Sector 2 : Valores



### Sector 2 : Porcentajes





### Sector 3

<b>Total Construcciones=</b>	<b>725</b>
------------------------------	------------

<b>Material</b>	<b>Concreto Armado</b>	<b>Ladrillo</b>	<b>Adobe</b>
De 1896 a 1940	0	34	215
De 1941 a 1966	5	157	67
De 1967 a 1974	6	57	5
De 1975 a 1983	12	70	4
De 1984 a 2000	26	62	5
<b>Total Construcciones</b>	<b>49</b>	<b>380</b>	<b>296</b>

<b>Clasificación</b>	<b>Tipo A</b>		<b>Tipo B</b>		<b>Tipo C</b>		<b>Tipo D</b>	
	<b>Concreto Armado</b>	<b>Ladrillo Con Columna</b>	<b>Ladrillo Con Columna</b>	<b>Ladrillo Sin Columna</b>	<b>Ladrillo Con Columna</b>	<b>Ladrillo Sin Columna</b>	<b>Ladrillo Sin Columna</b>	<b>Adobe</b>
De 1896 a 1940		9	15	5		5	5	215
De 1941 a 1966	5	76	58	12		11	11	67
De 1967 a 1974	6	39	14	3		1	1	5
De 1975 a 1983	12	57	11	0		2	2	4
De 1984 a 2000	26	47	13	2		0	0	5
<b>Total Construcciones</b>	<b>49</b>	<b>228</b>	<b>111</b>	<b>22</b>		<b>19</b>	<b>19</b>	<b>296</b>

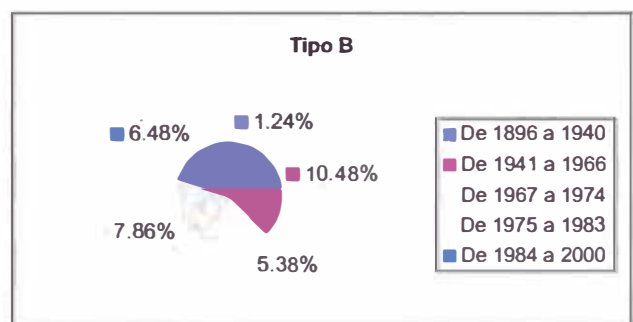
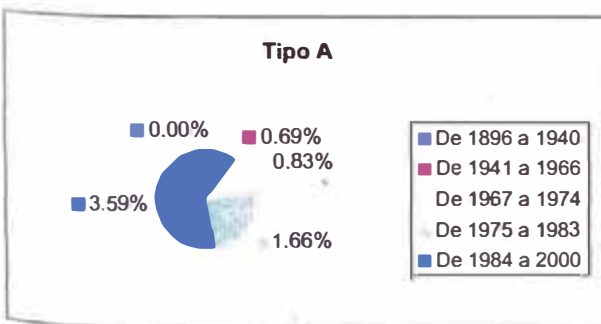
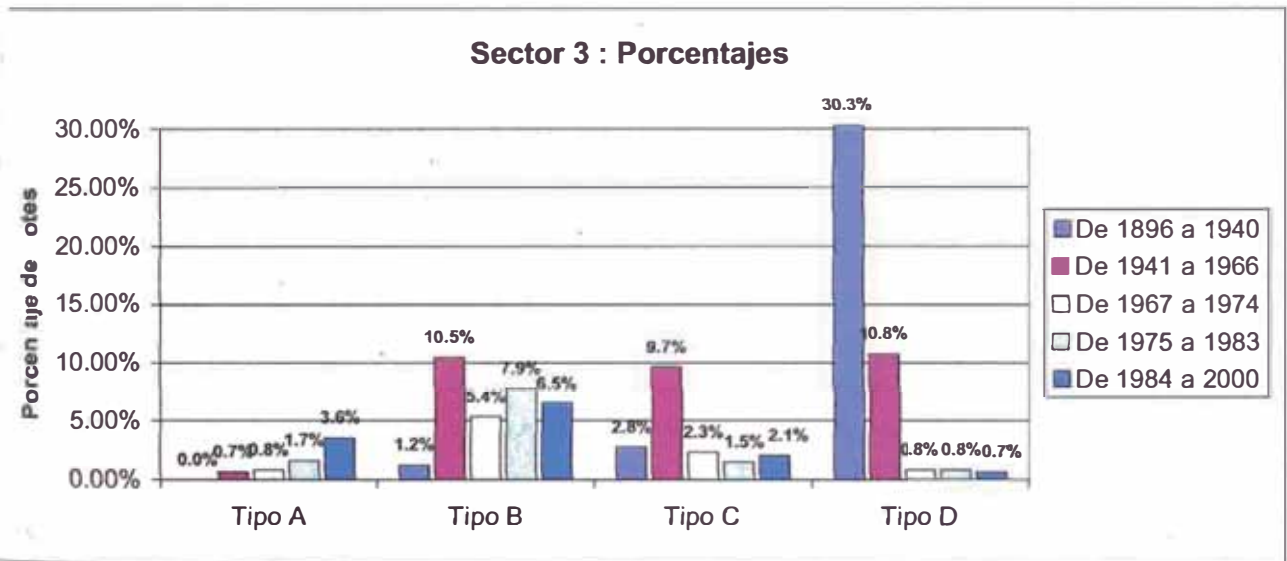
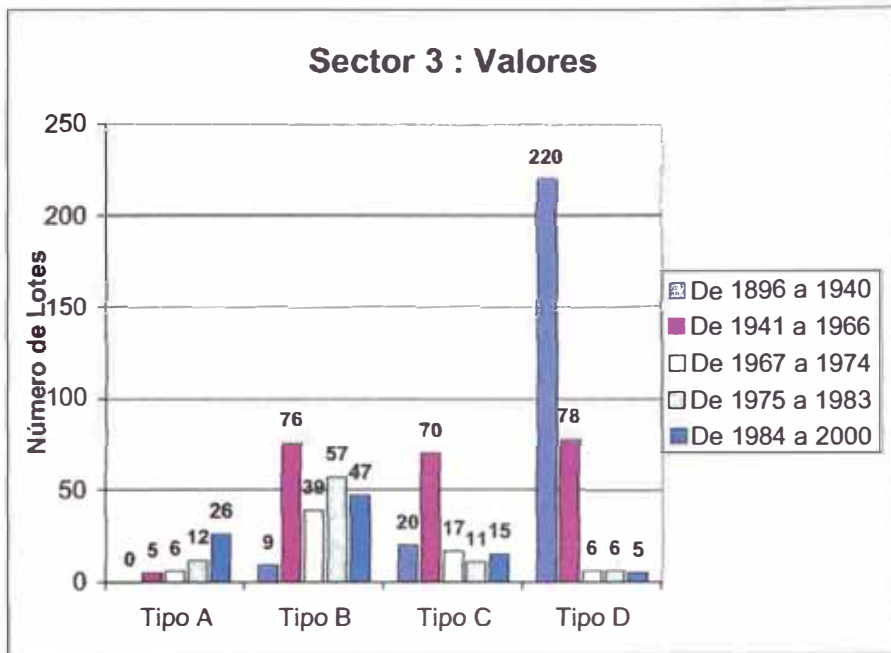
<b>Clasificación</b>	<b>Tipo A</b>		<b>Tipo B</b>		<b>Tipo C</b>		<b>Tipo D</b>		<b>Total Sector</b>
	<b>Concreto Armado</b>	<b>Ladrillo Con Columna</b>	<b>Ladrillo Con Columna</b>	<b>Ladrillo Sin Columna</b>	<b>Ladrillo Con Columna</b>	<b>Ladrillo Sin Columna</b>	<b>Ladrillo Sin Columna</b>	<b>Adobe</b>	
De 1896 a 1940	0	9	20	220		220		249	
De 1941 a 1966	5	76	70	78		78		229	
De 1967 a 1974	6	39	17	6		6		68	
De 1975 a 1983	12	57	11	6		6		86	
De 1984 a 2000	26	47	15	5		5		93	
<b>Total Construcciones</b>	<b>49</b>	<b>228</b>	<b>133</b>	<b>315</b>		<b>315</b>		<b>725</b>	

### Cuadro de Porcentajes

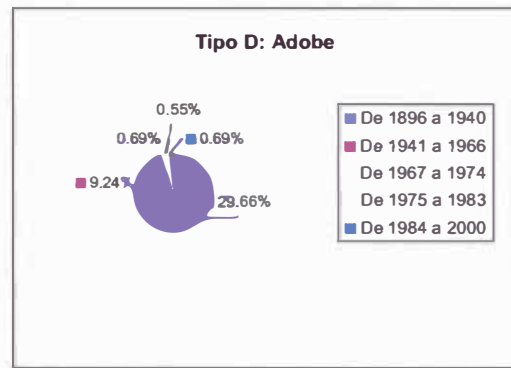
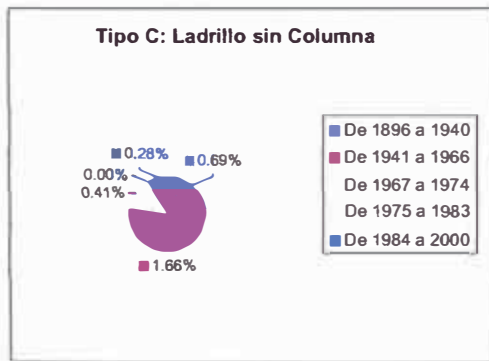
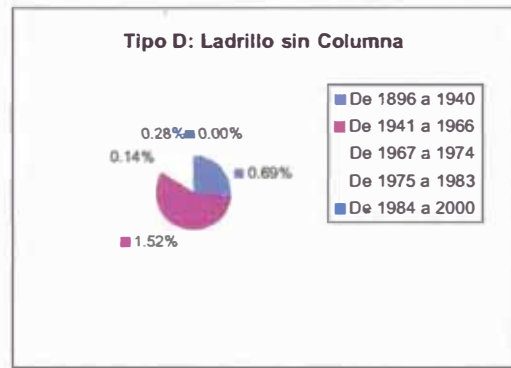
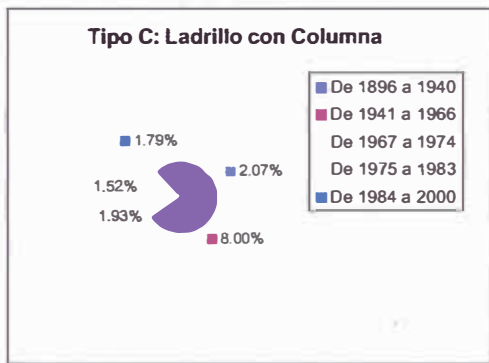
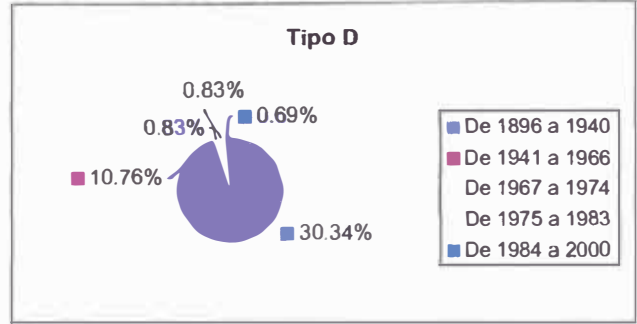
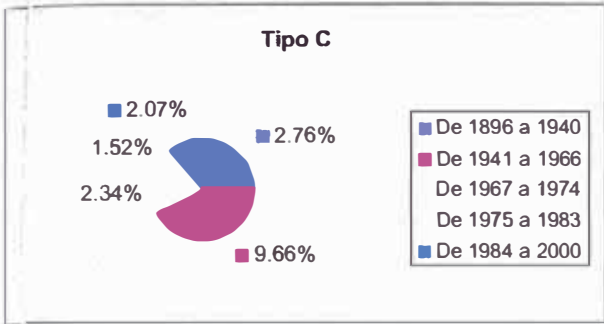
Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
De 1896 a 1940	0.00%	4.69%	29.66%
De 1941 a 1966	0.69%	21.66%	9.24%
De 1967 a 1974	0.83%	7.86%	0.69%
De 1975 a 1983	1.66%	9.66%	0.55%
De 1984 a 2000	3.59%	8.55%	0.69%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>6.76%</b>	<b>52.41%</b>	<b>40.83%</b>

Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
<b>Material</b>	<b>Concreto Armado</b>	<b>Ladrillo Con Columna</b>	<b>Ladrillo Sin Columna</b>	<b>Adobe</b>
De 1896 a 1940	0.00%	1.24%	2.07%	0.69%
De 1941 a 1966	0.69%	10.48%	8.00%	1.66%
De 1967 a 1974	0.83%	5.38%	1.93%	0.41%
De 1975 a 1983	1.66%	7.86%	1.52%	0.00%
De 1984 a 2000	3.59%	6.48%	1.79%	0.28%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>6.76%</b>	<b>31.45%</b>	<b>15.31%</b>	<b>3.03%</b>
				<b>2.62%</b>
				<b>40.83%</b>

Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Total Sector
De 1896 a 1940	0.00%	1.24%	2.76%	30.34%	34.34%
De 1941 a 1966	0.69%	10.48%	9.66%	10.76%	31.59%
De 1967 a 1974	0.83%	5.38%	2.34%	0.83%	9.38%
De 1975 a 1983	1.66%	7.86%	1.52%	0.83%	11.86%
De 1984 a 2000	3.59%	6.48%	2.07%	0.69%	12.83%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>6.76%</b>	<b>31.45%</b>	<b>18.34%</b>	<b>43.45%</b>	<b>100.00%</b>







## Total en el Distrito

<b>Total Construcciones=</b>	2076
------------------------------	------

### Cuadro de Cantidades

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
De 1896 a 1940	0	69	463
De 1941 a 1966	10	522	341
De 1967 a 1974	14	219	31
De 1975 a 1983	22	155	13
De 1984 a 2000	51	156	10
<b>Total Construcciones</b>	<b>97</b>	<b>1121</b>	<b>858</b>

Clasificación	Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo D	
	Concreto Armado	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Ladrillo Sin Columna	Adobe
De 1896 a 1940	0	15	25	9	25	9	20	463
De 1941 a 1966	10	232	186	44	186	44	60	341
De 1967 a 1974	14	156	48	5	48	5	10	31
De 1975 a 1983	22	113	34	3	34	3	5	13
De 1984 a 2000	51	112	32	8	32	8	4	10
<b>Total Construcciones</b>	<b>97</b>	<b>628</b>	<b>325</b>	<b>89</b>	<b>325</b>	<b>89</b>	<b>99</b>	<b>858</b>

Clasificación	Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo D		Total Distrito
	Tipo A	Tipo B	Tipo B	Tipo C	Tipo C	Tipo D	Tipo D		
De 1896 a 1940	0	15	34	483	34	483	532	532	
De 1941 a 1966	10	232	230	401	230	401	873	873	
De 1967 a 1974	14	156	53	41	53	41	264	264	
De 1975 a 1983	22	113	37	18	37	18	190	190	
De 1984 a 2000	51	112	40	14	40	14	217	217	
<b>Total Construcciones</b>	<b>97</b>	<b>628</b>	<b>394</b>	<b>957</b>	<b>394</b>	<b>957</b>	<b>2076</b>	<b>2076</b>	

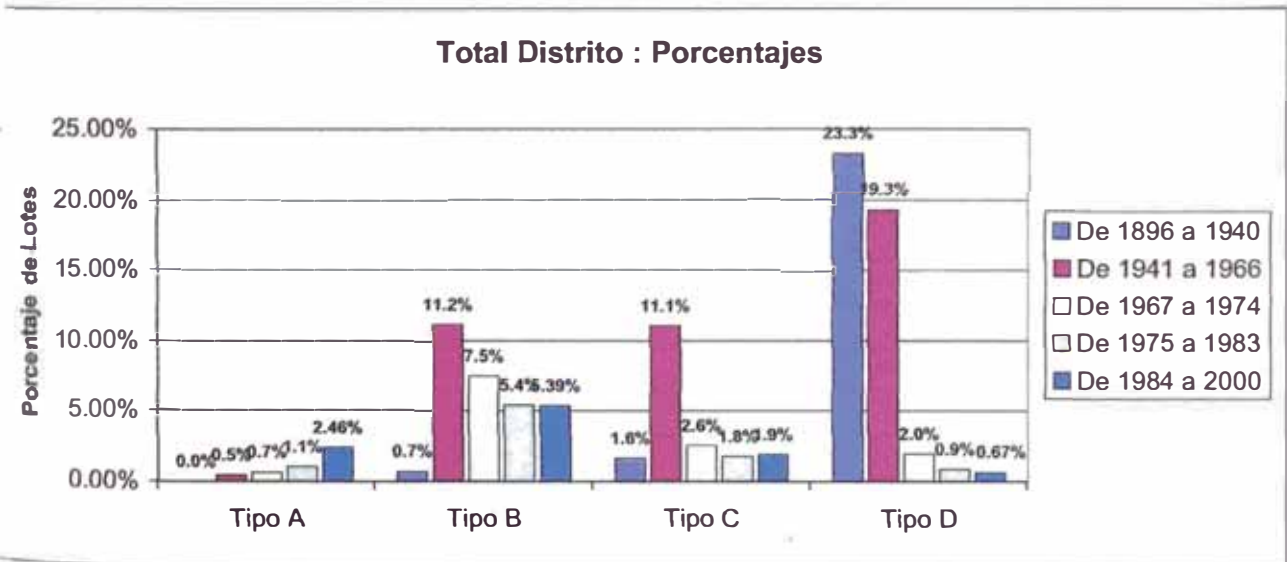
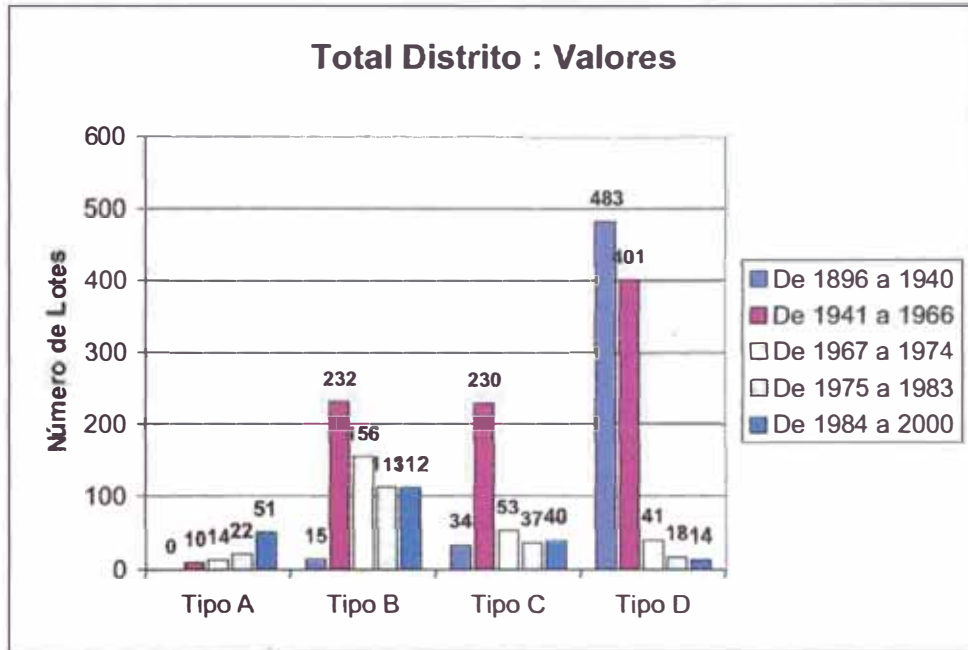
### Cuadro de Porcentajes

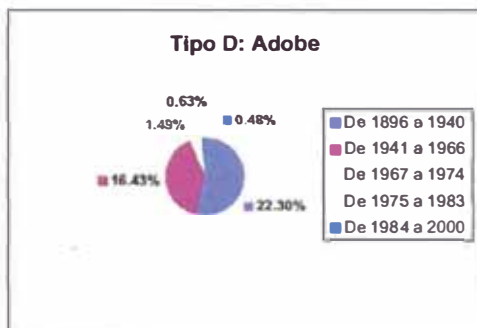
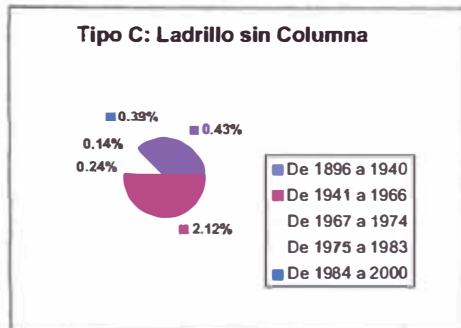
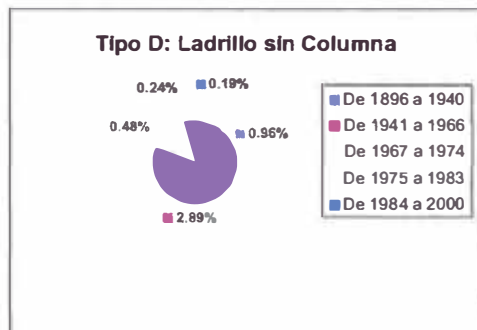
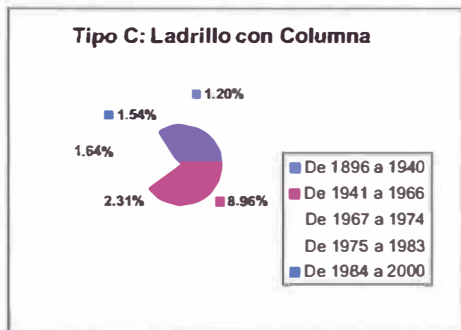
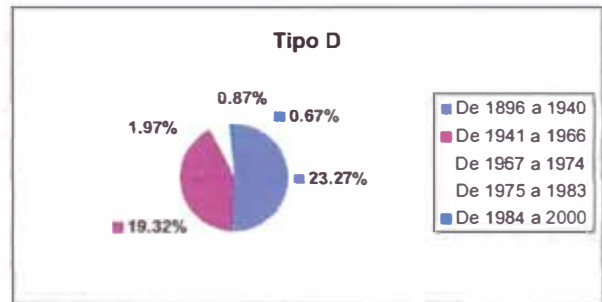
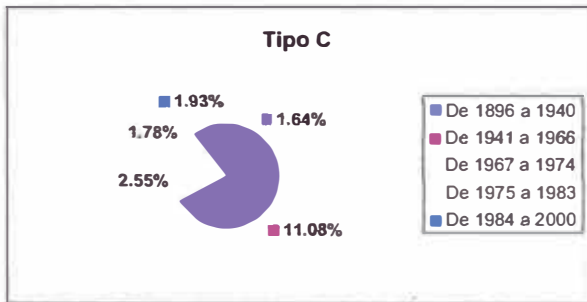
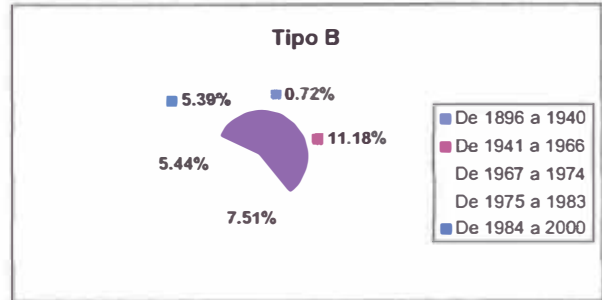
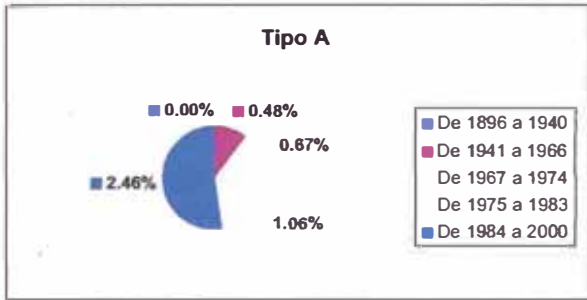
Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
De 1896 a 1940	0.00%	3.32%	22.30%
De 1941 a 1966	0.48%	25.14%	16.43%
De 1967 a 1974	0.67%	10.55%	1.49%
De 1975 a 1983	1.06%	7.47%	0.63%
De 1984 a 2000	2.46%	7.51%	0.48%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>4.67%</b>	<b>54.00%</b>	<b>41.33%</b>

Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
Material	Concreto Armado	Ladrillo Con Columna	Ladrillo Sin Columna	Adobe
De 1896 a 1940	0.00%	0.72%	0.43%	22.30%
De 1941 a 1966	0.48%	11.18%	2.12%	16.43%
De 1967 a 1974	0.67%	7.51%	0.24%	1.49%
De 1975 a 1983	1.06%	5.44%	0.14%	0.63%
De 1984 a 2000	2.46%	5.39%	0.39%	0.48%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>4.67%</b>	<b>30.25%</b>	<b>3.32%</b>	<b>41.33%</b>

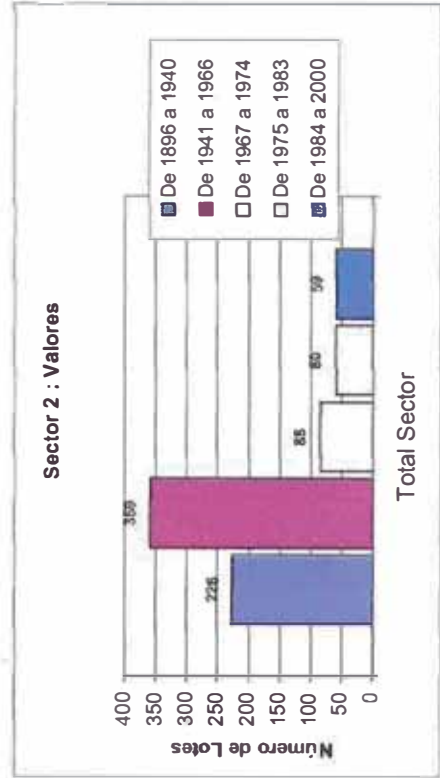
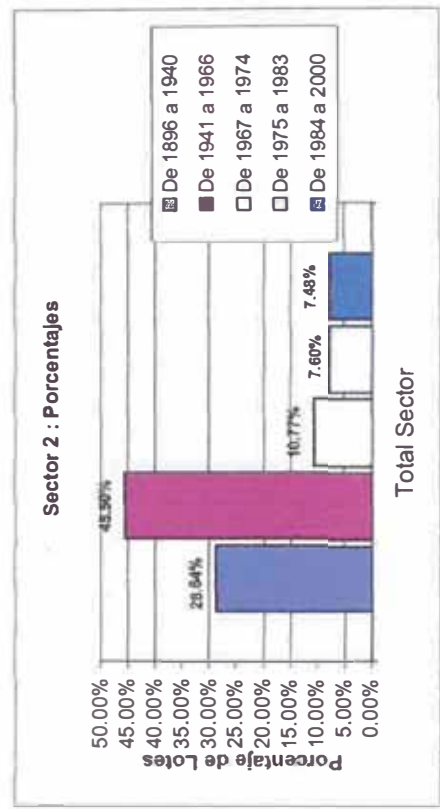
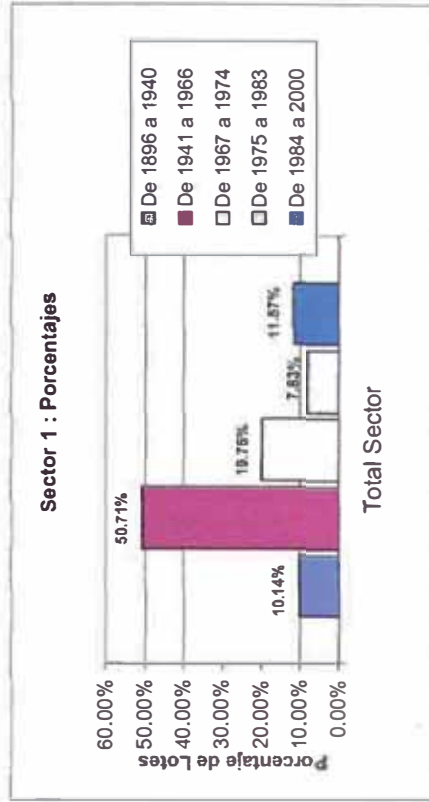
Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Total Distrito
De 1896 a 1940	0.00%	0.72%	1.64%	23.27%	25.63%
De 1941 a 1966	0.48%	11.18%	11.08%	19.32%	42.06%
De 1967 a 1974	0.67%	7.51%	2.55%	1.97%	12.72%
De 1975 a 1983	1.06%	5.44%	1.78%	0.87%	9.15%
De 1984 a 2000	2.46%	5.39%	1.93%	0.67%	10.45%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>4.67%</b>	<b>30.25%</b>	<b>18.98%</b>	<b>46.10%</b>	<b>100.00%</b>

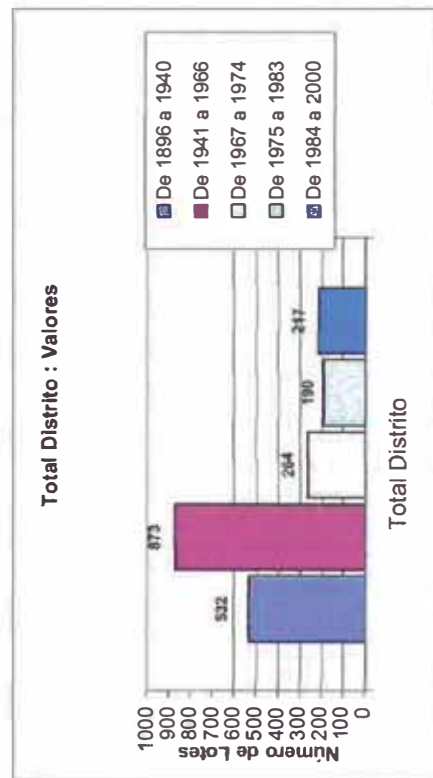
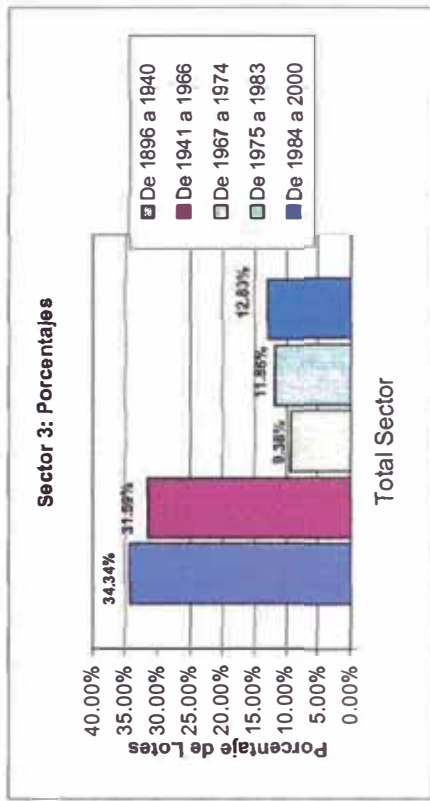
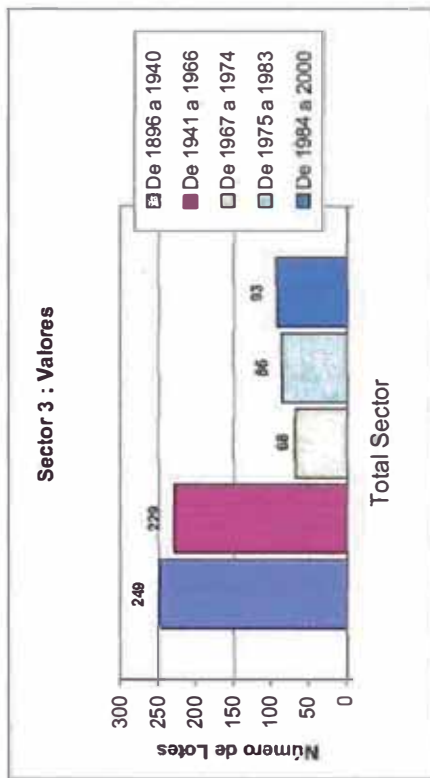
### Total Distrito: Por Antigüedad





## Gráficos Totales Por Antigüedad





### Cuadro de Porcentajes

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
C.	1.07%	53.91%	13.88%
Q.	0.00%	9.07%	4.09%
T.	1.07%	7.65%	2.14%
E.	4.45%	2.67%	0.00%
<b>Total Construcciones: %</b>	<b>6.58%</b>	<b>73.31%</b>	<b>20.11%</b>

Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Total Sector
C.	1.07%	35.77%	14.59%	17.44%	68.86%
Q.	0.00%	4.80%	3.38%	4.98%	13.17%
T.	1.07%	4.98%	2.14%	2.67%	10.85%
E.	4.45%	2.14%	0.53%	0.00%	7.12%
<b>Total Construcciones: %</b>	<b>6.58%</b>	<b>47.69%</b>	<b>20.64%</b>	<b>25.09%</b>	<b>100.00%</b>



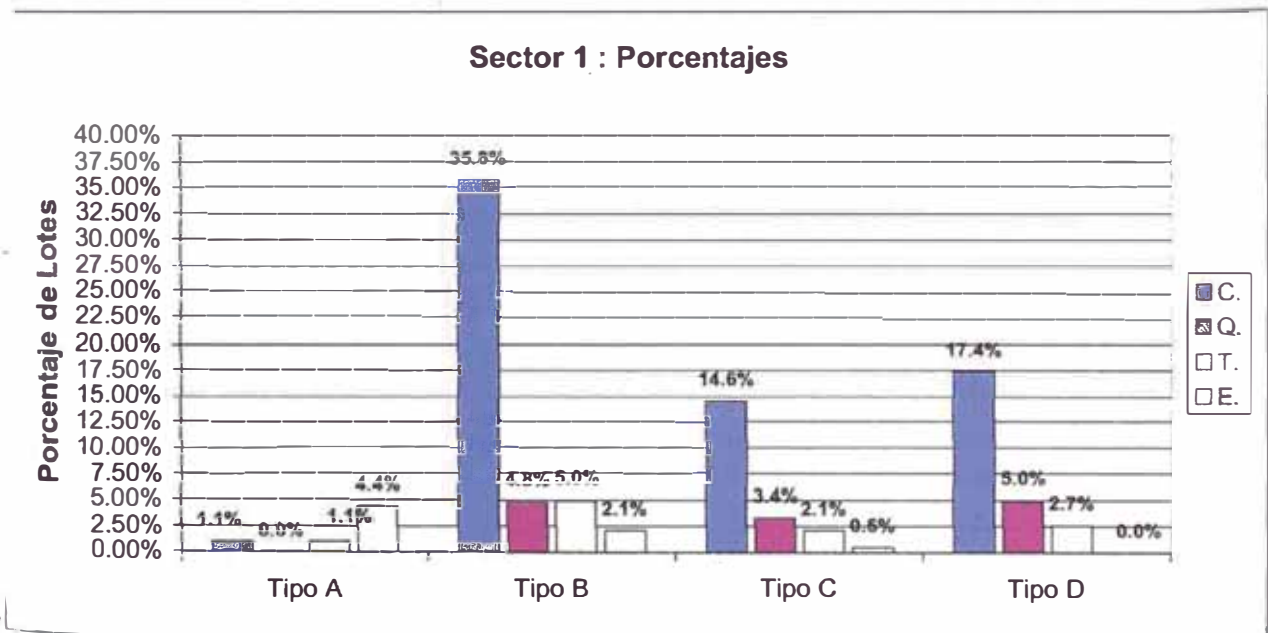
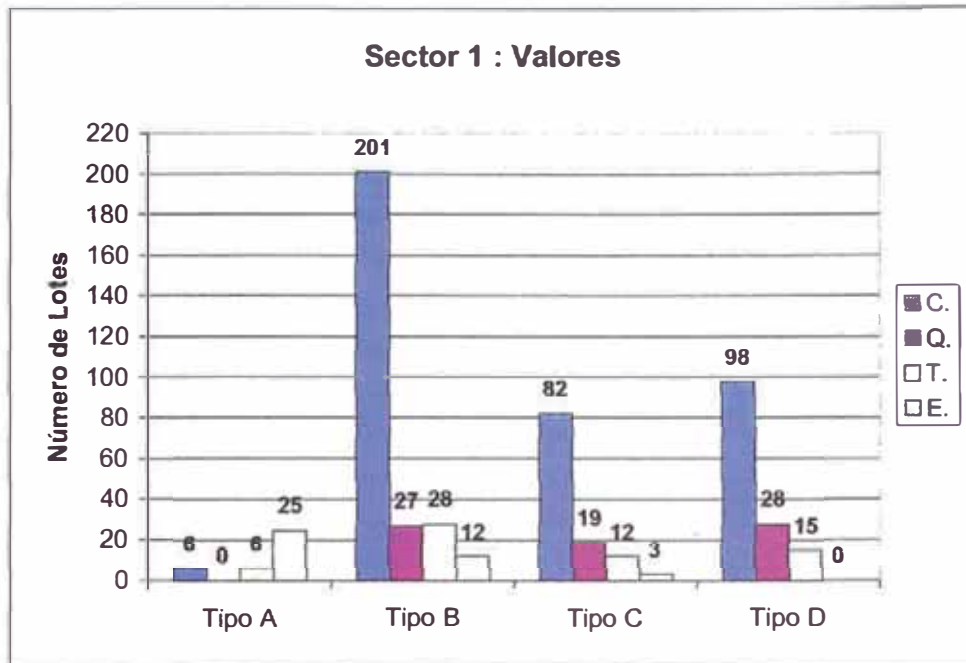
# Clasificación Por Uso (Resumen)

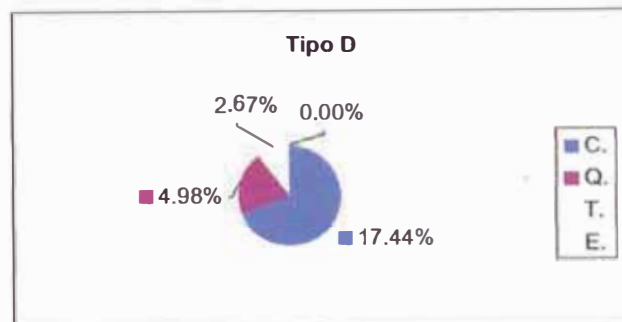
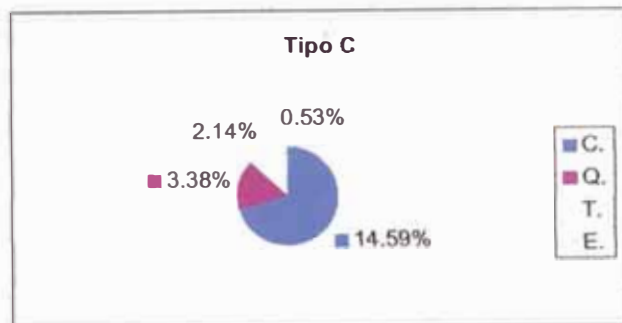
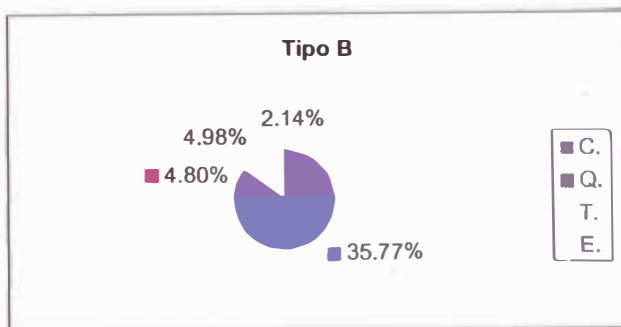
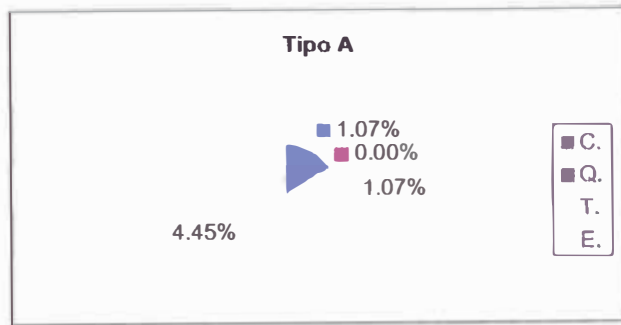
## Sector 1

<b>Total Construcciones=</b>	562
------------------------------	-----

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
C.	6	303	78
Q.	0	51	23
T.	6	43	12
E.	25	15	0
<b>Total Construcciones</b>	<b>37</b>	<b>412</b>	<b>113</b>

Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Total Sector
C.	6	201	82	98	387
Q.	0	27	19	28	74
T.	6	28	12	15	61
E.	25	12	3	0	40
<b>Total Construcciones</b>	<b>37</b>	<b>268</b>	<b>116</b>	<b>141</b>	<b>562</b>





## Sector 2

Total Construcciones= 789

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
C.	1	198	263
Q.	2	48	153
T.	4	72	33
E.	4	11	0
<b>Total Construcciones</b>	<b>11</b>	<b>329</b>	<b>449</b>

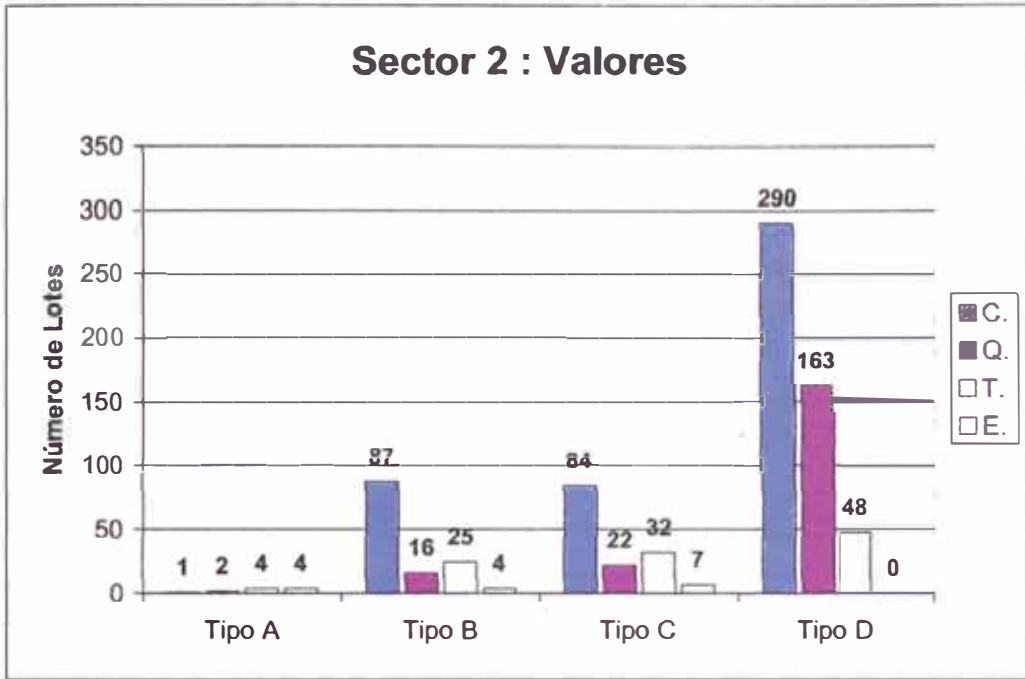
Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Total Sector
C.	1	87	84	290	462
Q.	2	16	22	163	203
T.	4	25	32	48	109
E.	4	4	7	0	15
<b>Total Construcciones</b>	<b>11</b>	<b>132</b>	<b>145</b>	<b>501</b>	<b>789</b>

### Cuadro de Porcentajes

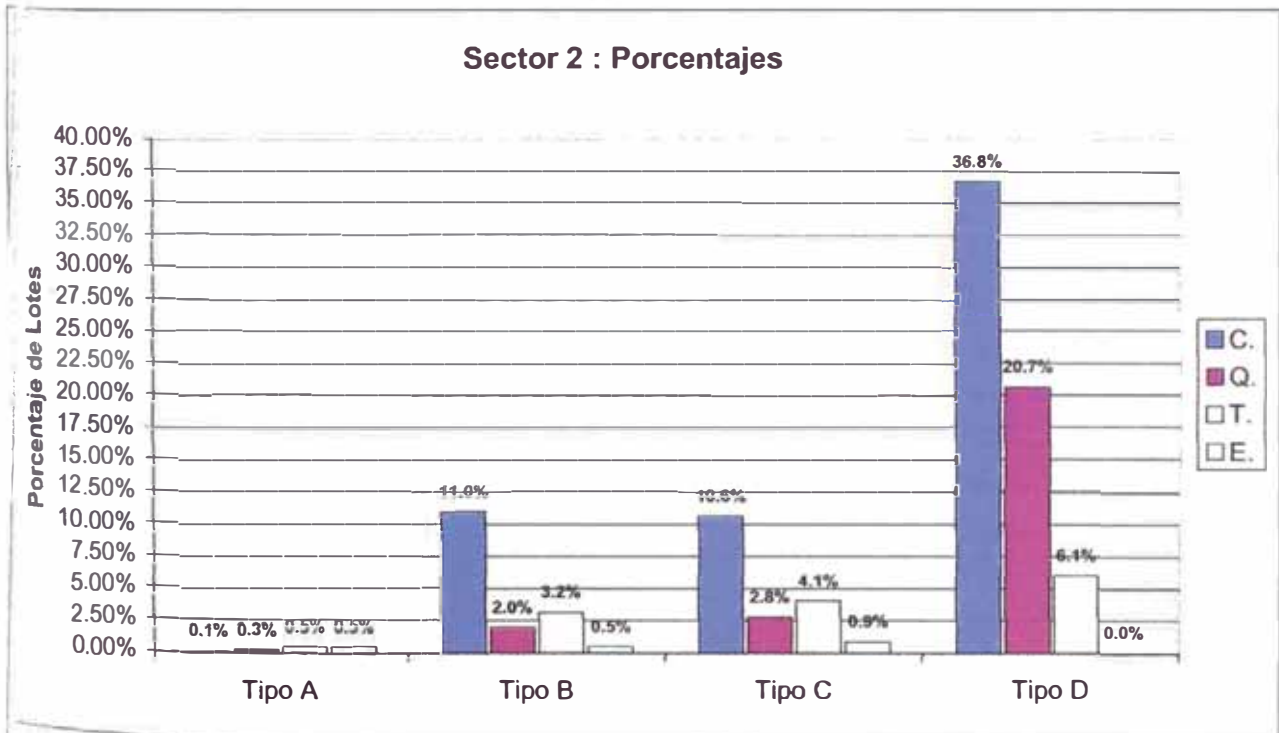
Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
C.	0.13%	25.10%	33.33%
Q.	0.25%	6.08%	19.39%
T.	0.51%	9.13%	4.18%
E.	0.51%	1.39%	0.00%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>1.39%</b>	<b>41.70%</b>	<b>56.91%</b>

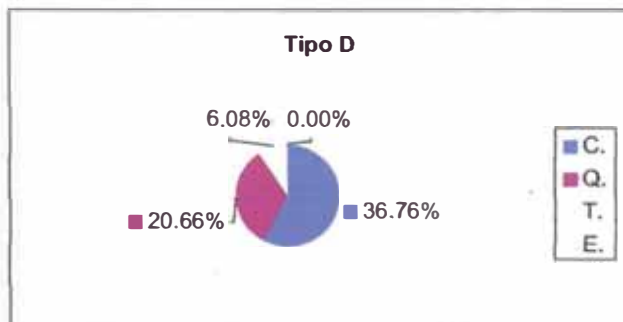
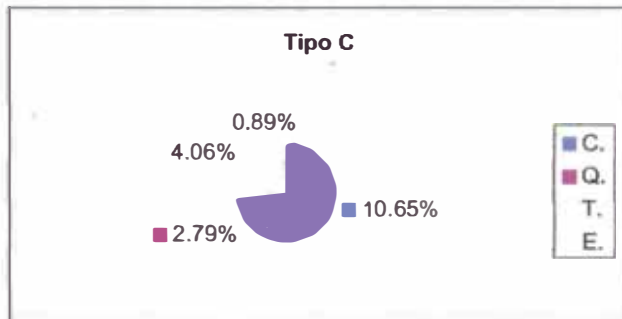
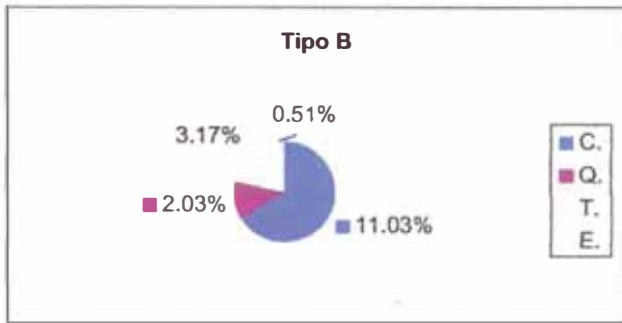
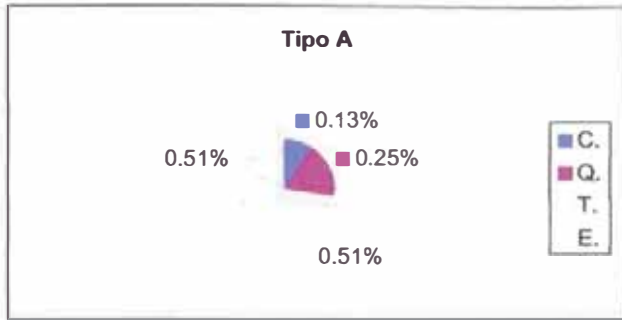
Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Total Sector
C.	0.13%	11.03%	10.65%	36.76%	58.56%
Q.	0.25%	2.03%	2.79%	20.66%	25.73%
T.	0.51%	3.17%	4.06%	6.08%	13.81%
E.	0.51%	0.51%	0.89%	0.00%	1.90%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>1.39%</b>	<b>16.73%</b>	<b>18.38%</b>	<b>63.50%</b>	<b>100.00%</b>

### Sector 2 : Valores



### Sector 2 : Porcentajes





### Sector 3

Total Construcciones= 725

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
C.	6	280	206
Q.	0	34	32
T.	11	51	58
E.	32	15	0
Total Construcciones	49	380	296

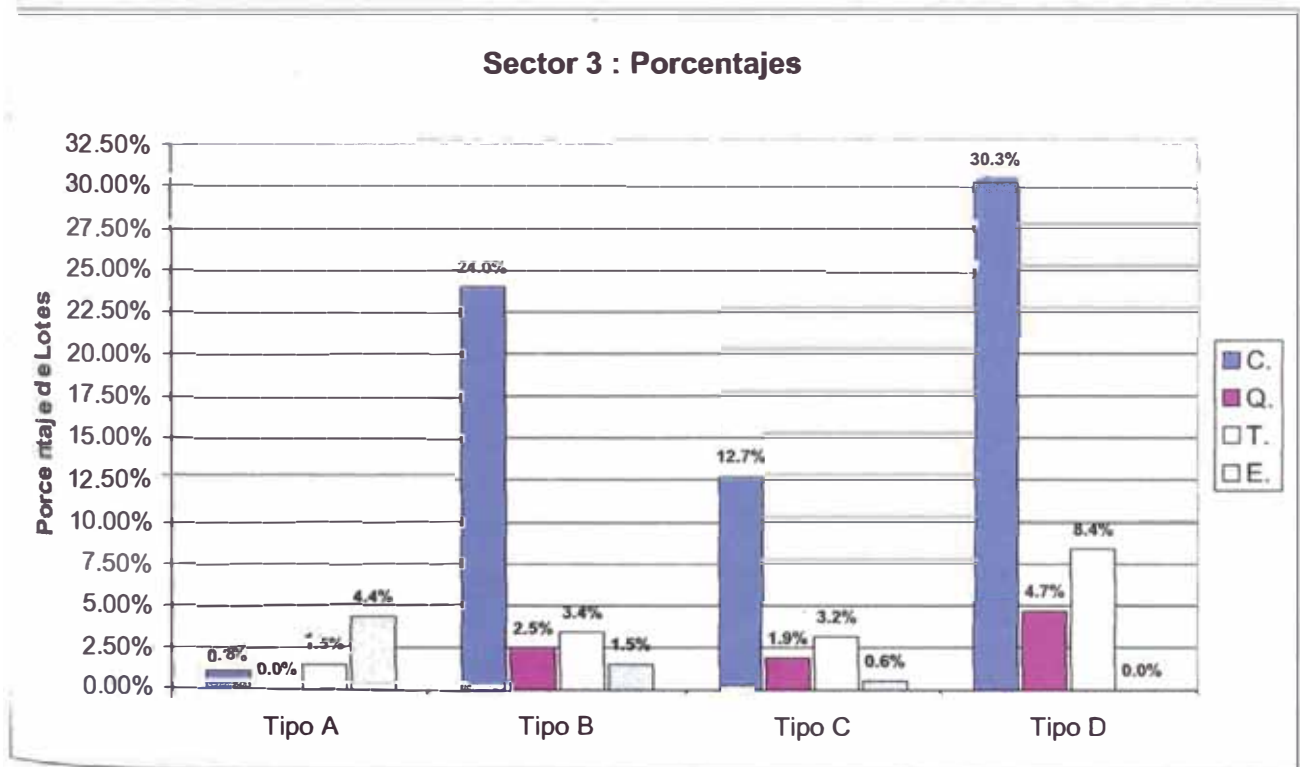
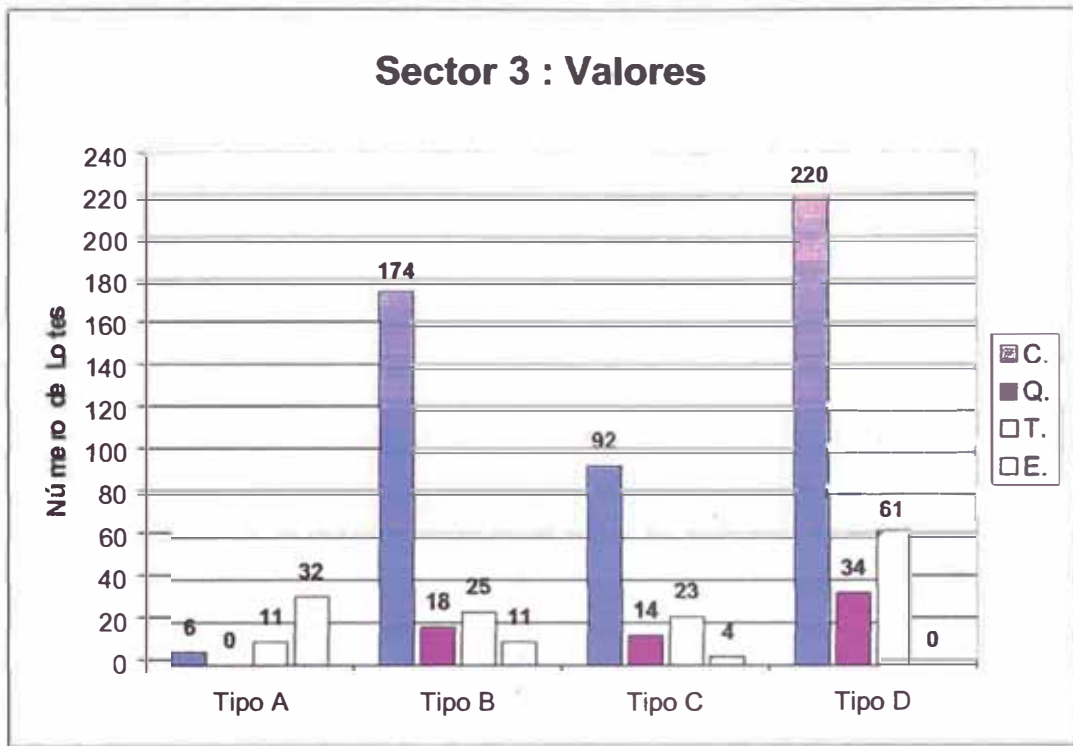
Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Total Sector
C.	6	174	92	220	492
Q.	0	18	14	34	66
T.	11	25	23	61	120
E.	32	11	4	0	47
Total Construcciones	49	228	133	315	725

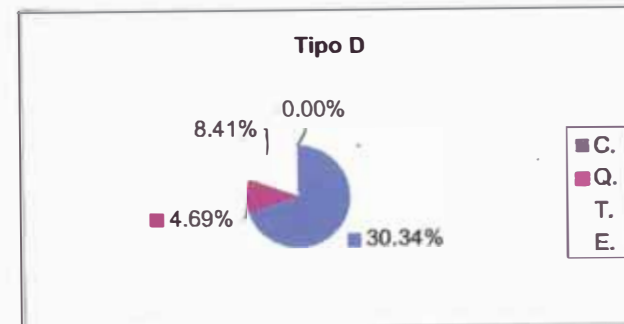
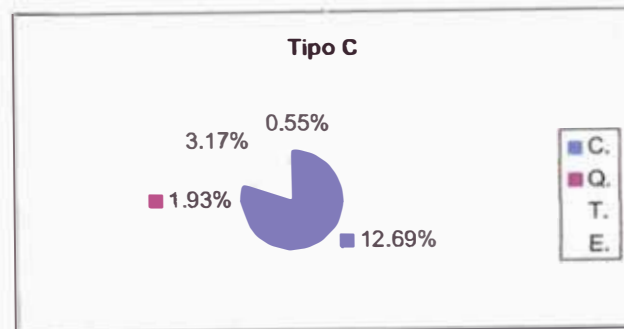
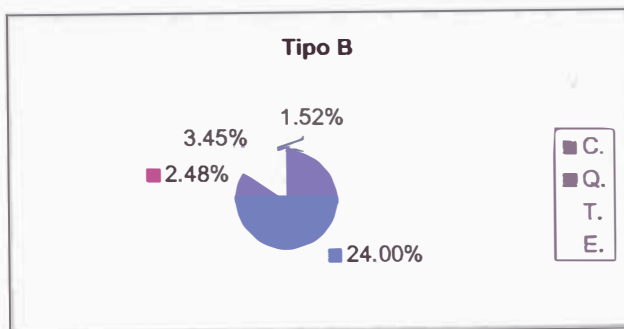
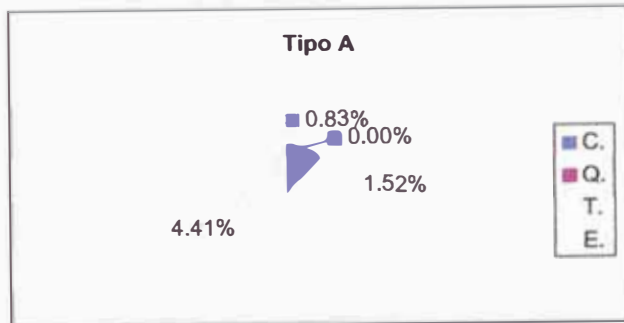


### Cuadro de Porcentajes

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
C.	0.83%	36.69%	30.34%
Q.	0.00%	4.41%	4.69%
T.	1.52%	6.62%	8.41%
E.	4.41%	2.07%	0.00%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>6.76%</b>	<b>49.79%</b>	<b>43.45%</b>

Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Total Sector
C.	0.83%	24.00%	12.69%	30.34%	67.86%
Q.	0.00%	2.48%	1.93%	4.69%	9.10%
T.	1.52%	3.45%	3.17%	8.41%	16.55%
E.	4.41%	1.52%	0.55%	0.00%	6.48%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>6.76%</b>	<b>31.45%</b>	<b>18.34%</b>	<b>43.45%</b>	<b>100.00%</b>





## Total en el Distrito

<b>Total Construcciones=</b>	2076
------------------------------	------

### Cuadro de Cantidades

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
C.	13	781	547
Q.	2	133	208
T.	21	166	103
E.	61	41	0
<b>Total Construcciones</b>	<b>97</b>	<b>1121</b>	<b>858</b>

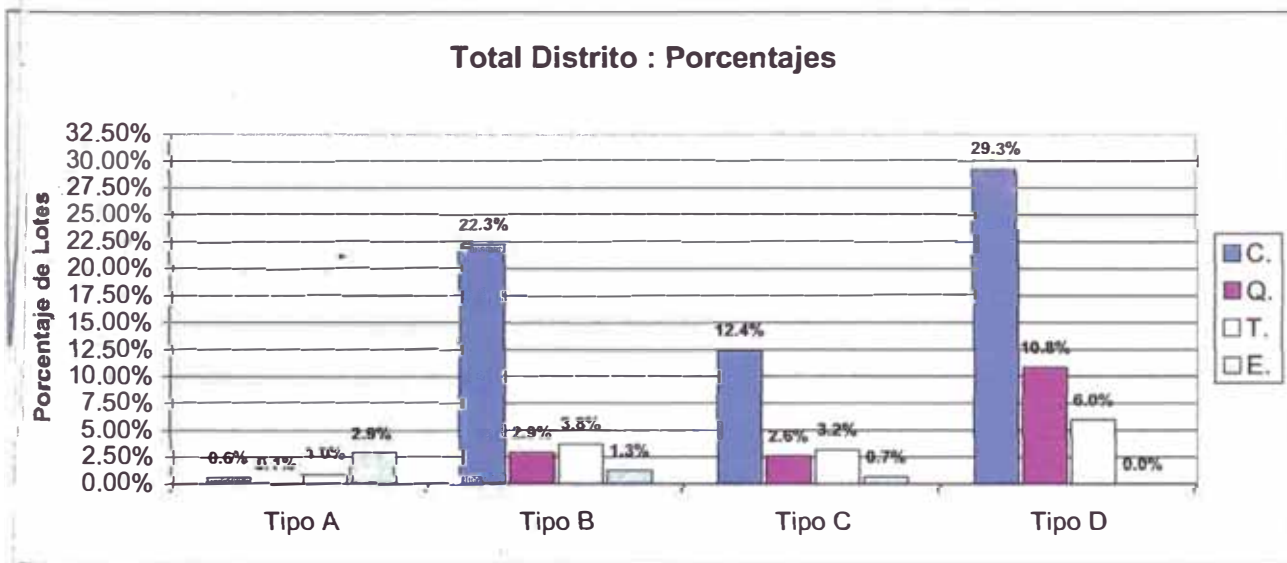
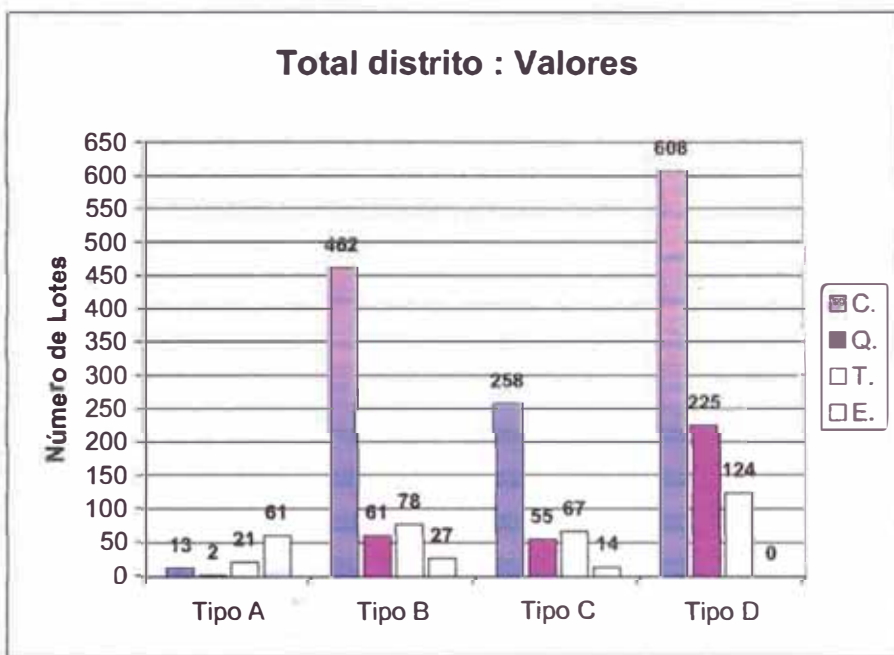
Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Total Distrito
C.	13	462	258	608	1341
Q.	2	61	55	225	343
T.	21	78	67	124	290
E.	61	27	14	0	102
<b>Total Construcciones</b>	<b>97</b>	<b>628</b>	<b>394</b>	<b>957</b>	<b>2076</b>

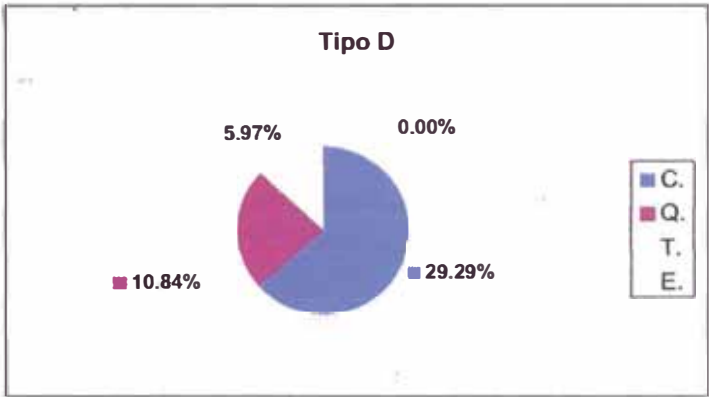
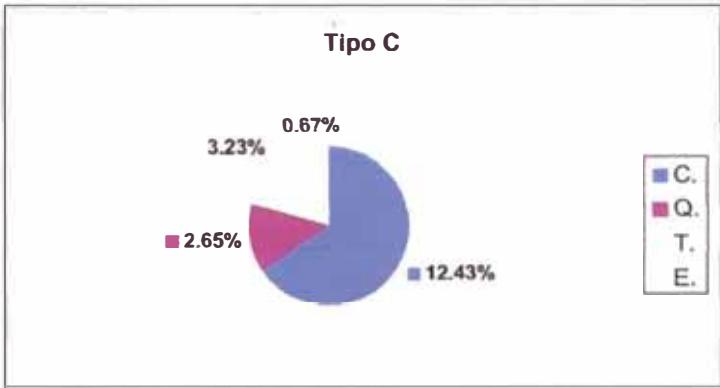
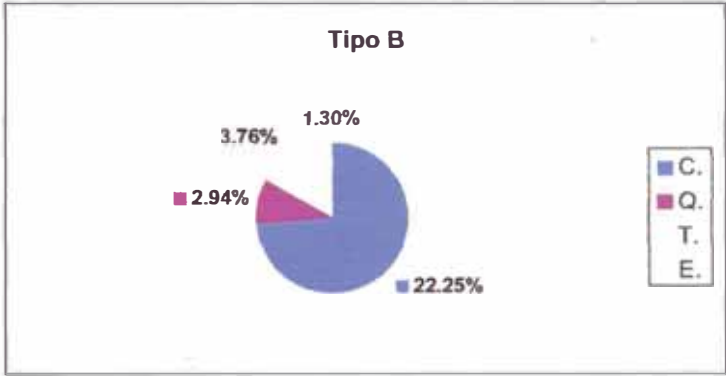
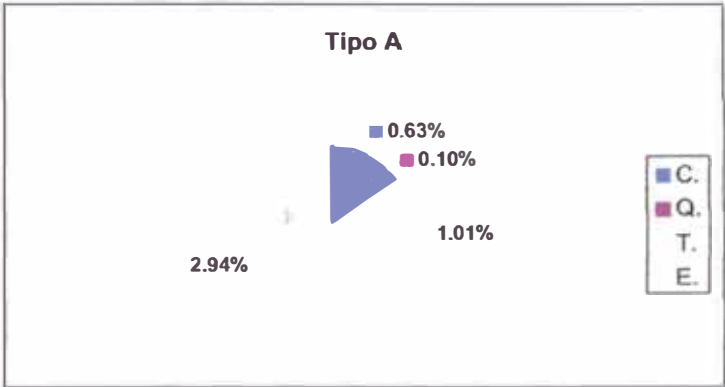
### Cuadro de Porcentajes

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
C.	0.63%	34.68%	29.29%
Q.	0.10%	5.59%	10.84%
T.	1.01%	6.98%	5.97%
E.	2.94%	1.97%	0.00%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>4.67%</b>	<b>49.23%</b>	<b>46.10%</b>

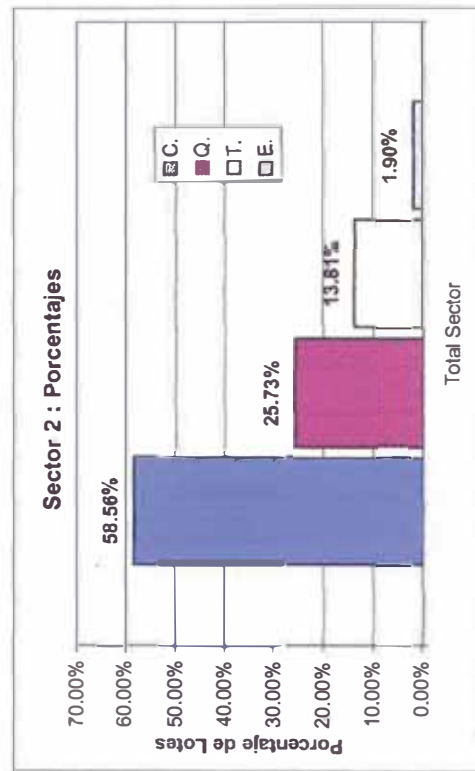
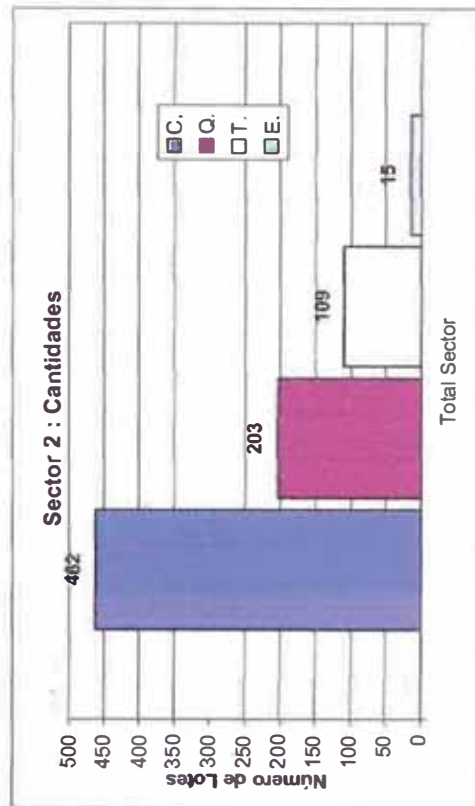
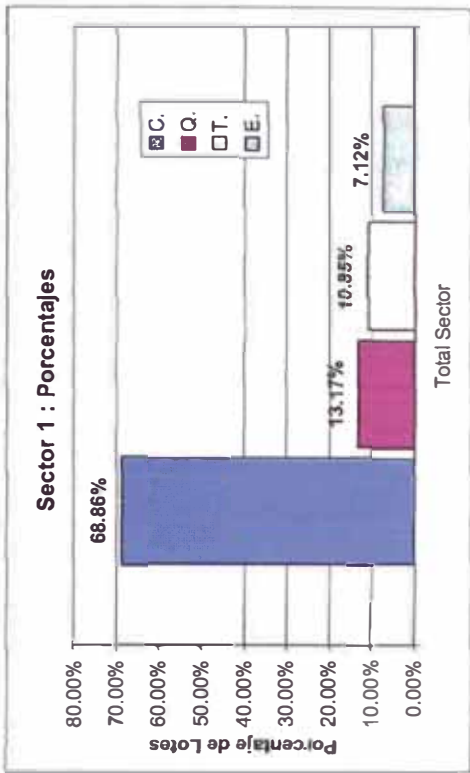
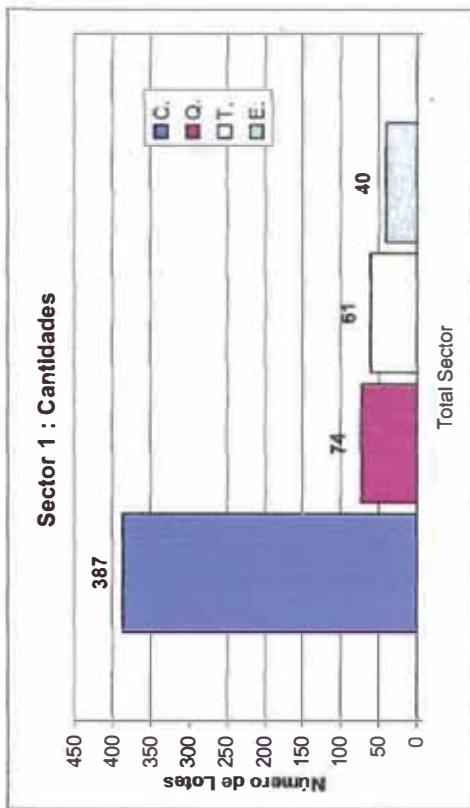
Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Total Distrito
C.	0.63%	22.25%	12.43%	29.29%	64.60%
Q.	0.10%	2.94%	2.65%	10.84%	16.52%
T.	1.01%	3.76%	3.23%	5.97%	13.97%
E.	2.94%	1.30%	0.67%	0.00%	4.91%
<b>Total Construcciones %</b>	<b>4.67%</b>	<b>30.25%</b>	<b>18.98%</b>	<b>46.10%</b>	<b>100.00%</b>

### Total Distrito: Por Uso

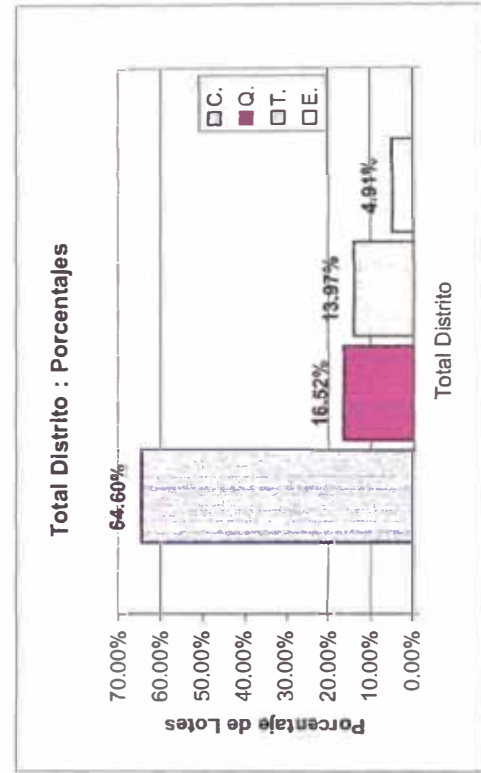
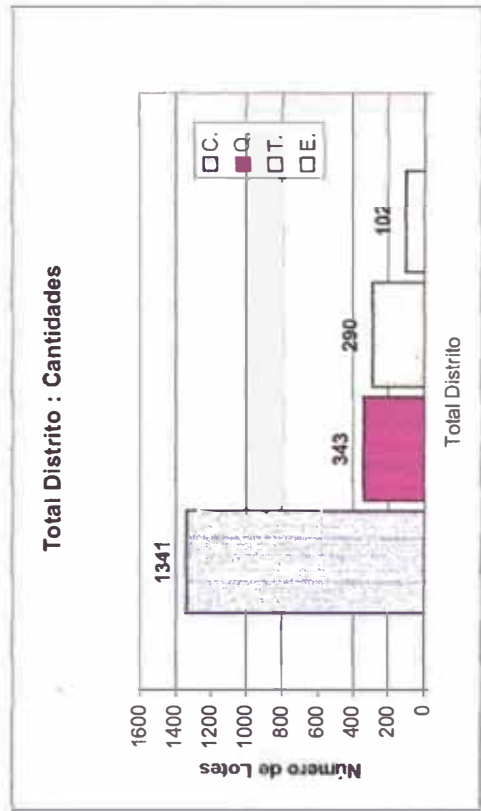
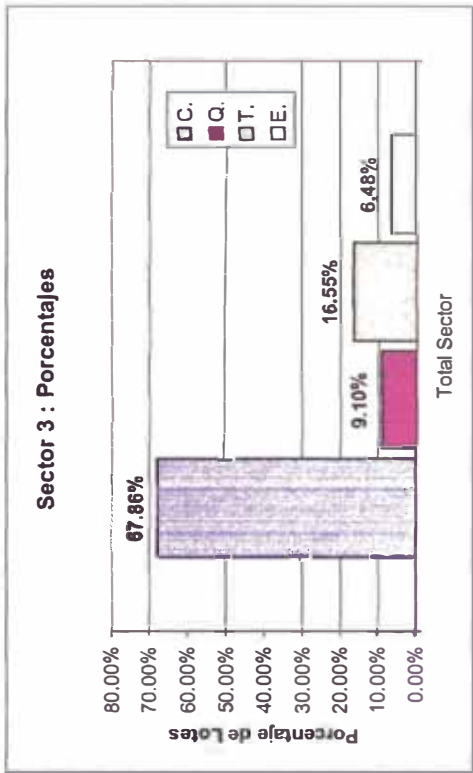
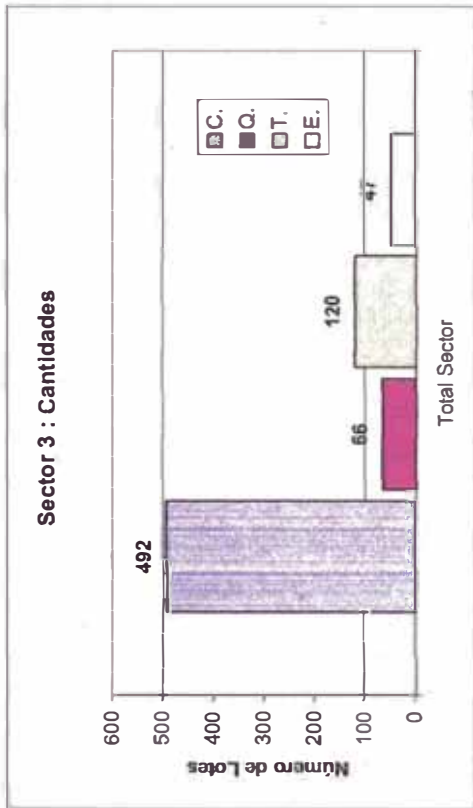




# Gráficos Totales Por Tipo de Uso







# Colegios

## Colegios Registrados (Dentro del tipo de Uso "T")

Total Colegios Registrados=	36
-----------------------------	----

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
Sector 1	2	6	2
Sector 2	1	5	5
Sector 3	3	5	7
<b>Total Colegios</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>14</b>

Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Total Sector
Sector 1	2	4	2	2	10
Sector 2	1	4	1	5	11
Sector 3	3	3	2	7	15
<b>Total Colegios</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>36</b>

**Cuadro de Porcentajes**  
(Respecto al Total de Colegios Registrados)

Material	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
Sector 1	5.56%	16.67%	5.56%
Sector 2	2.78%	13.89%	13.89%
Sector 3	8.33%	13.89%	19.44%
<b>Total Colegios</b>	<b>16.67%</b>	<b>44.44%</b>	<b>38.89%</b>

Clasificación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Total Sector
Sector 1	5.56%	11.11%	5.56%	5.56%	27.78%
Sector 2	2.78%	11.11%	2.78%	13.89%	30.56%
Sector 3	8.33%	8.33%	5.56%	19.44%	41.67%
<b>Total Colegios</b>	<b>16.67%</b>	<b>30.56%</b>	<b>13.89%</b>	<b>38.89%</b>	<b>100.00%</b>

El 28 % de los Colegios del distrito estan en el Sector 1

El 31 % de los Colegios del distrito estan en el Sector 2

El 42 % de los Colegios del distrito estan en el Sector 3

El 17 % de los Colegios del distrito son de C.A.

El 44 % de los Colegios del distrito son de Ladrillo

El 39 % de los Colegios del distrito son de Adobe

**Porcentajes sobre el Total de Edificaciones de  
De uso Tipo "T"**

<b>Material</b>	Concreto Armado	Ladrillo	Adobe
Sector 1	3.28%	9.84%	3.28%
Sector 2	0.92%	4.59%	4.59%
Sector 3	2.50%	4.17%	5.83%

<b>Clasificación</b>	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Porcentaje
Sector 1	3.28%	6.56%	3.28%	3.28%	16.39%
Sector 2	0.92%	3.67%	0.92%	4.59%	10.09%
Sector 3	2.50%	2.50%	1.67%	5.83%	12.50%

**Por lo tanto:**

**16.39% de las Edificaciones de Uso "T" en el Sector 1 son Colegios**

**10.09% de las Edificaciones de Uso "T" en el Sector 2 son Colegios**

**12.50% de las Edificaciones de Uso "T" en el Sector 3 son Colegios**

**Porcentajes respecto al Total  
de Edificaciones del Sector**

<b>Material</b>	<b>Concreto Armado</b>	<b>Ladrillo</b>	<b>Adobe</b>
Sector 1	0.36%	1.07%	0.36%
Sector 2	0.13%	0.63%	0.63%
Sector 3	0.41%	0.69%	0.97%

<b>Clasificación</b>	<b>Tipo A</b>	<b>Tipo B</b>	<b>Tipo C</b>	<b>Tipo D</b>	<b>Total Sector</b>
Sector 1	0.36%	0.71%	0.36%	0.36%	1.78%
Sector 2	0.13%	0.51%	0.13%	0.63%	1.39%
Sector 3	0.41%	0.41%	0.28%	0.97%	2.07%

**El 1.78% de Edificaciones del Sector 1 son Colegios**  
**El 1.39% de Edificaciones del Sector 2 son Colegios**  
**El 2.07% de Edificaciones del Sector 3 son Colegios**

**Porcentajes respecto al Total  
de Edificaciones del Distrito**

<b>Material</b>	<b>Concreto Armado</b>	<b>Ladrillo</b>	<b>Adobe</b>
Sector 1	0.10%	0.29%	0.10%
Sector 2	0.05%	0.24%	0.24%
Sector 3	0.14%	0.24%	0.34%
<b>Total Colegios</b>	<b>0.29%</b>	<b>0.77%</b>	<b>0.67%</b>

<b>Clasificación</b>	<b>Tipo A</b>	<b>Tipo B</b>	<b>Tipo C</b>	<b>Tipo D</b>	<b>Total Sector</b>
Sector 1	0.10%	0.19%	0.10%	0.10%	0.48%
Sector 2	0.05%	0.19%	0.05%	0.24%	0.53%
Sector 3	0.14%	0.14%	0.10%	0.34%	0.72%
<b>Total Colegios</b>	<b>0.29%</b>	<b>0.53%</b>	<b>0.24%</b>	<b>0.67%</b>	<b>1.73%</b>

**El 1.73% de Edificaciones del Distrito son Colegios de las cuales:**

**El 0.29% son de Tipo A**

**El 0.53% son de Tipo B**

**El 0.24% son de Tipo C**

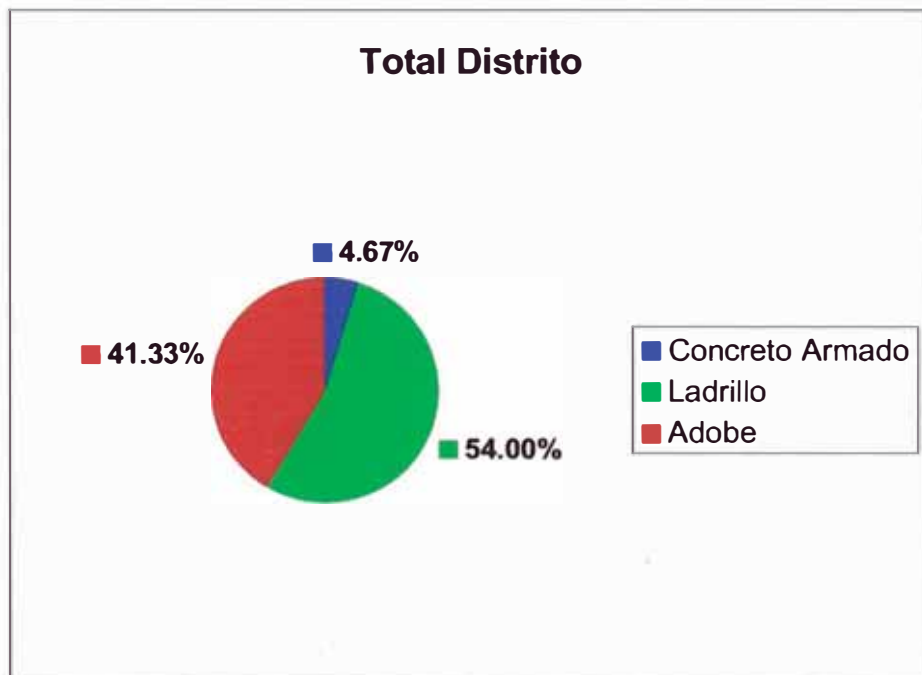
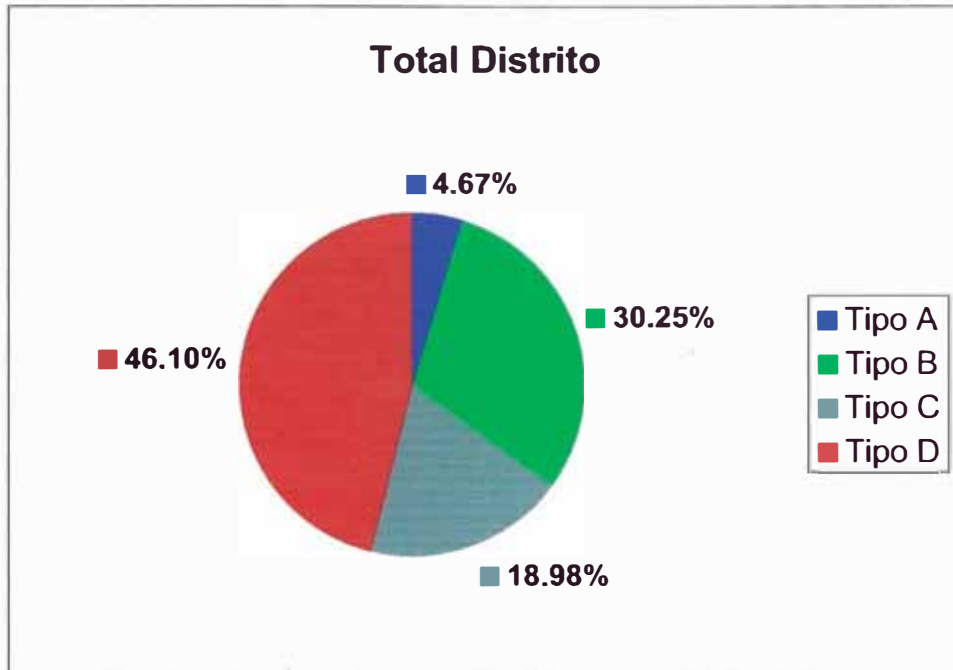
**El 0.67% son de Tipo D**

**El 0.29% son de C.A.**

**El 0.77% son de Ladrillo**

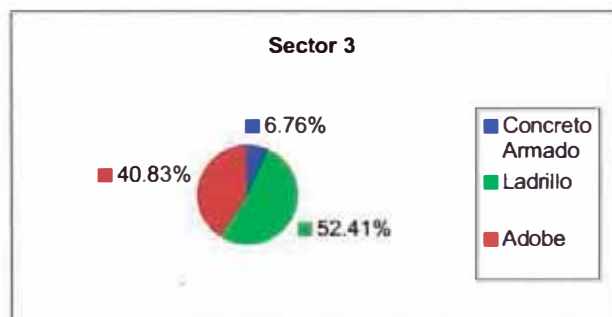
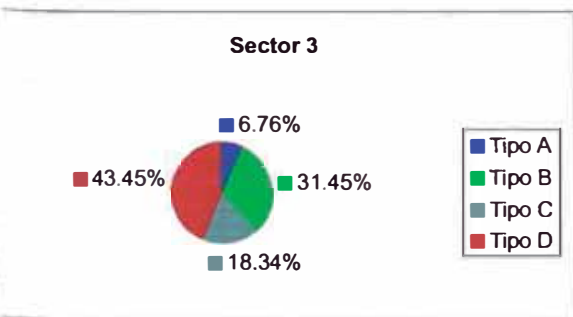
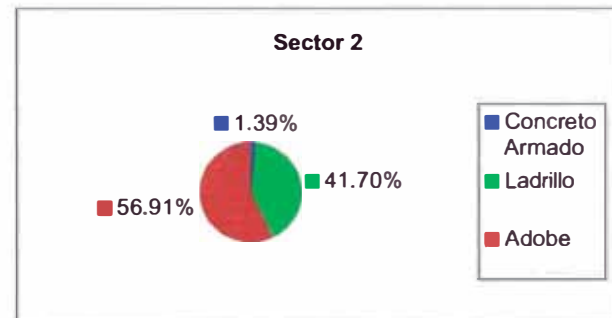
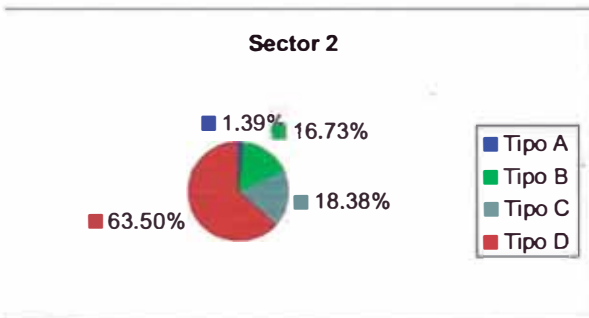
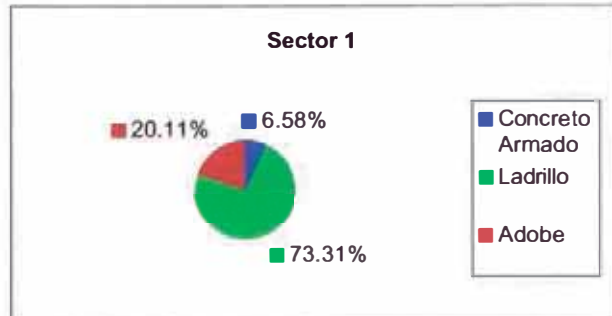
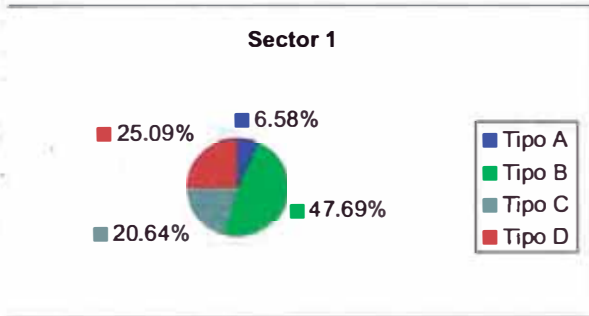
**El 0.67% son de Adobe**

## Clasificación



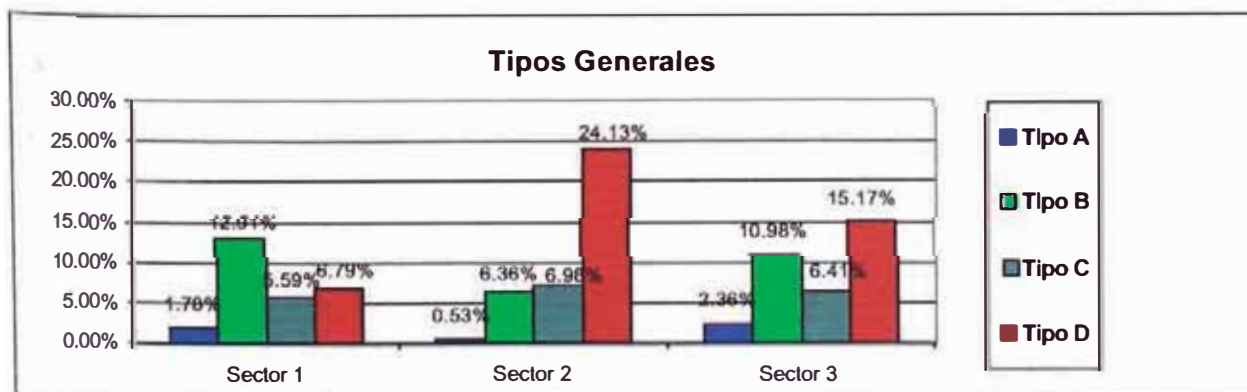
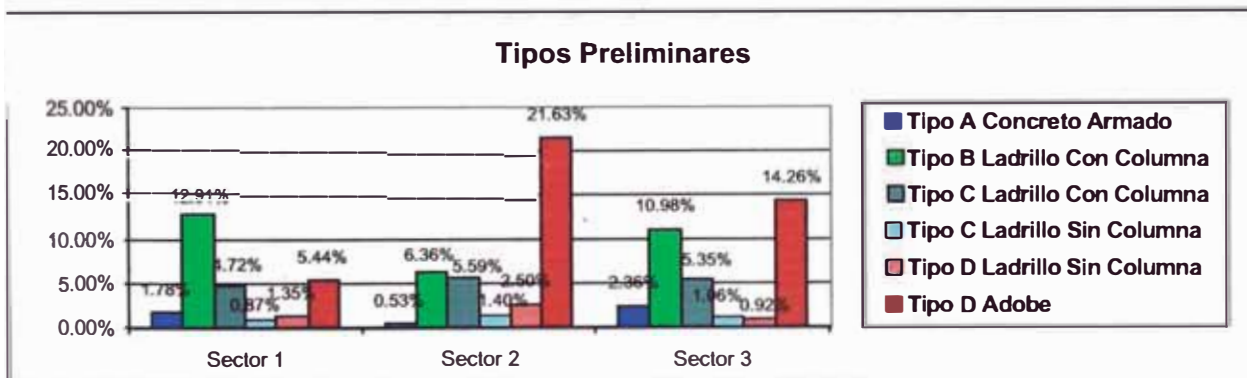
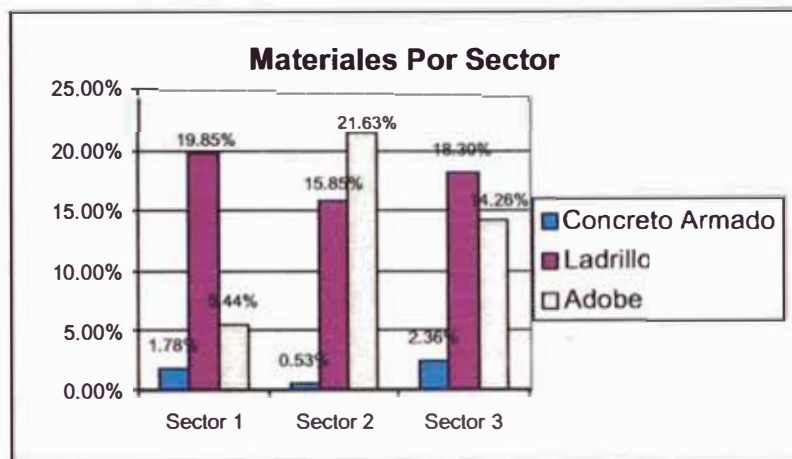
## Tipos de Edificaciones y Materiales Por Sector

(Porcentajes respecto al total de edificaciones en cada Sector)





## Porcentajes respecto al total de edificaciones del Distrito



### **6.3.9 Interpretación de Cuadros, Gráficos y Resultados**

**1) En lo referente a los materiales de construcción predominantes según nuestro estudio, podemos decir lo siguiente:**

El Sector 1 es el que cuenta con el mayor número de edificaciones de ladrillo, el 73.31 % de sus edificaciones son de este material, le sigue el Sector 3 con el 52.41% de sus edificaciones, y luego el Sector 2 con 41.7%. El ladrillo por tanto es predominante en los sectores 1 y 3

El Adobe es abundante en el Sector 2, 56.91% de sus edificaciones son de tal material; 40.83% en el 3, y es mínimo en el sector 1 con 20.11%.

El Concreto Armado es mínimo en todos los sectores pero es en el 2 donde se hace más notorio, ya que sólo el 1.39% de sus edificaciones son de este material; en los otros sectores llega a un 6.5 % aproximadamente.

Las mayores diferencias de cantidades entre el ladrillo y el adobe ocurren en el sector 1, la diferencia llega casi al 50%, mientras que en los otros sectores están entre un 12 a 15%.

Todo lo anterior nos lleva a que viendo al distrito de manera global los materiales quedan constituidos de la siguiente forma:

Ladrillo =54% (Sector 1: 19.85%, Sector 2: 15.85%, Sector 3: 18.30%)

Adobe =41.3% (Sector 1: 5.44%, Sector 2: 21.63%, Sector 3: 14.26%)

C.A. = 4.6% (Sector 1: 1.78%, Sector 2: 0.53%, Sector 3: 2.36%)

**2) En lo referente al número de pisos en las edificaciones podemos decir:**

**Viendo al distrito por sectores podemos decir que:**

En el sector 1 las edificaciones de 1, 2, y 3 pisos se hallan en un porcentaje similar y predominante(174 a 181 edificaciones, 31% del sector aprox.), mientras que las de 4 pisos a más representan casi el 6% del sector.

En el sector 2 las edificaciones son mayoritariamente de 1 piso (600 edificaciones) con el 76% del sector, las de 2 y 3 niveles con un 11% como promedio, y las de 4 pisos a más sólo representan el 1% del sector.

En el sector 3 no se aprecia una predominancia marcada, pero las de 1 piso están en un 43%, las de 2 en un 31%, las de 3 en un 21%, y las de 4 pisos a más en 5%.

**Viendo al distrito no por sectores sino más bien de manera global podemos decir que:**

En las de Tipo A: predominan las 4 pisos a más con el 2.55% del total de edificaciones del distrito; las de 1, 2 y 3 pisos representan como promedio sólo un 0.75% del distrito.

En las de Tipo B: predominan las de 3 y 2 niveles, representan el 13.58% y 10.45% del distrito respectivamente; las de 1 piso en un 5.2%, y las de 4 a más en únicamente 1.1%.

En las de Tipo C: hay un equilibrio en las de 1,2 y 3 niveles, de un aproximado de 6% como promedio, y las de 4 pisos a más solamente representan 0.2% del distrito.

En las de Tipo D: Son predominantes las de 1 piso como era de esperarse con un 39.45% del distrito, las de 2 pisos sin embargo llegan a un 6%, las de 3 a un 0.4% y las de 4 pisos a más no existen.

La conformación de porcentajes del total del distrito, respecto al número de niveles es como sigue: 1 piso=54.41%; 2 pisos = 23.70%; 3 pisos =20.09%; 4 pisos a más = 3.81%.

#### **4) En lo que concierne a la antigüedad de las edificaciones diremos:**

**Viendo al distrito por sectores:**

El sector 1 cuenta mayormente con edificaciones entre los años 1941 y 1966 (285 edificaciones) 51% del sector; y entre 1967 y 1974 (111 edificaciones) el 20% del sector.

En el sector 2 los rangos 1896-1940 y 1941-1966 son el 29% y 46% del sector respectivamente, constituyen la mayoría de las edificaciones, ambas representan casi el 75% del sector. Es el sector en el que más edificaciones se construyeron entre 1941 y 1966, registramos 359 edificaciones.

El sector 3 tiene como mayorías a los rangos predominantes del sector 2, pero en el 3 es el de 1896-1940 el que cuenta con la mayor cantidad de edificaciones (249, que representan el 34% del sector), de 1941-1966 hay 229 edificaciones (32% del sector). Paradójicamente cuenta con la mayor cantidad de edificaciones del rango más antiguo y del rango más reciente (1984-2000). La edificación más antigua registrada se ubica en éste y data del año 1896.

**Viendo al distrito no por sectores sino más bien de manera global podemos decir que:**

Las Edificaciones de Tipo A han sido mayormente construidas entre los años 1984 y 2000, por tanto no son de mucha antigüedad, y en este rango constituyen el 2.46% de las edificaciones de Barranco y el 53% del tipo A.

Las Edificaciones de Tipo B pertenecen mayormente a los años 1941 a 1966, y las de este rango significan un 11% del distrito y el 37% de las de Tipo B; los rangos de años posteriores tienen un porcentaje similar entre sí que bordea el 6 % como promedio.

Las Edificaciones de Tipo C definitivamente fueron construidas entre 1941 y 1966 de manera significativa con respecto a otros rangos de años, representando

el 11% del distrito y el 58% del Tipo C las que se encuentran en este rango de antigüedad.

Las Edificaciones de Tipo D son las más antiguas del distrito, los rangos 1896-1940 y 1941-1966 se constituyen en aquellos en los que se han construido la mayoría de las edificaciones que se encuentran dentro de este tipo, tienen el 23% y el 19% respectivamente del total del distrito y representan el 50% y 40% de las del Tipo D.

La constitución de porcentajes del total del distrito, respecto a su antigüedad es como sigue: 1896-1940= 25.63% (han soportado 3 terremotos); 1941-1966= 42.05% (han soportado 2 terremotos); 1967-1974=12.72% (han soportado 1 terremoto); 1975-1983=9.15%; 1984-2000=10.45%.

#### **5) En lo referente a los usos de las edificaciones podemos decir:**

##### **Viendo al distrito por sectores diremos:**

En todos los sectores el uso predominante es el (C), en porcentajes muy superiores con respecto a los demás, entre el 60% y 70% de las edificaciones por sector en cada uno.

El segundo mayor uso en el sector 3 es el tipo (T) (comercio); mientras que en los sectores 1 y 2 es el tipo (Q) (13% y 26% de su sector), en este último abundan las quintas y callejones (se encontraron 203 de éstas), sin embargo podemos encontrar muchos negocios pequeños y talleres en cantidad similar al sector 3.

En el sector 1 y 3 hay más cantidad de edificaciones de uso "E" que en el sector 2

##### **Viendo al distrito de manera global:**

Las Edificaciones de Tipo A tienen un uso mayoritariamente de edificios altos (E) y es lógico porque son de C.A; dicho uso representa el 3% del total de edificaciones.

Los Usos de casa (C) predominan notoriamente en los tipos B, C y D.

El segundo mayor uso en los tipos de edificaciones A, B y C es el (T).

El tipo de uso (Q) es el segundo mayor en las edificaciones tipo D, representan casi el 11% del distrito.

La constitución de porcentajes del total del distrito en cuanto a los tipos de usos mencionados es la siguiente: Uso C= 64.6%; Uso Q= 16.52%; Uso T= 13.97%; Uso E= 4.91%.

### **6.3.10 Estudio Complementario de Densidad de Muros y Análisis del comportamiento sísmico de viviendas tipo.**

A parte de lo realizado anteriormente se hará un estudio complementario de densidad de muros y modelación de sistemas masa-resorte (mediante un análisis bidimensional) para ver el comportamiento sísmico de viviendas tipo, para lo cual se utilizarán planos de edificaciones, en este caso se buscó uno representativo para cada tipo de la clasificación (Tipo A, B, C, D).

Hay que tener en cuenta que las viviendas en algunos casos son levantadas por los mismos poseedores de los lotes o por albañiles que habitan en el lugar, sin planos de cálculo estructural alguno. La construcción es empírica, lo que origina que las viviendas resulten deficientes en cuanto a la distribución y dimensionamiento de los ambientes, calidad de la construcción, así como la estructuración de las mismas. Todo esto trae una serie de errores tanto por exceso como por defecto. Los errores por exceso ocasionan gastos innecesarios, mientras que los errores por defecto, que son más graves, pueden ocasionar desgracias en caso de un sismo fuerte. La baja densidad de muros de ladrillo en las edificaciones es un problema que deriva de lo descrito anteriormente; como sabemos los muros portantes y de arriostre son los que van a resistir las fuerzas sísmicas horizontales generadas a raíz de un movimiento sísmico. Por lo tanto deberían cumplir con lo referente a que los muros se deben colocar de una manera racional y su comportamiento debe satisfacer los principios establecidos por la mecánica y la resistencia de materiales.

Se han conseguido planos de viviendas representativas de los Tipos A, B y C, un plano de cada tipo; del Tipo D ha sido difícil la obtención de planos ya que dentro de esta tipología se

encuentran viviendas de adobe o de albañilería en mal estado de conservación, que por lo general son de mucha antigüedad y/o han sido construidas de manera artesanal por lo que no poseen planos o son de difícil acceso (mayormente las personas son reacias a facilitarlos), los obtenidos han sido conseguidos de expedientes de la Municipalidad del distrito y dichos expedientes son fundamentalmente de proyectos nuevos o de ampliaciones; puede asumirse entonces por las condiciones en que se encuentran las edificaciones de este tipo (descritas anteriormente) y por estar la zona urbana de Barranco ubicada en un suelo factible de amplificaciones sísmicas, que estas viviendas (Tipo D) serán seriamente afectadas en caso de producirse un sismo severo.

En general el proceso consiste en metrar los muros portantes (Edificaciones Tipo A, B y C) así como las columnas más las placas de C.A.(sólo en Edificaciones Tipo A), para obtener las rigideces que aportan tanto en la dirección “X” como en la dirección “Y” en cada nivel o piso; además se metrarán las cargas y pesos actuantes en cada entrepiso para calcular su respectiva masa, obteniendo así un sistema masa- resorte. Luego se calcularán los cortantes máximos ( $Q_{max}$ ) permitidos por los reglamentos tanto en edificaciones de albañilería como en concreto armado; esto es posible ya que para cada dirección conocemos tanto su rigidez como el área en planta de sus elementos resistentes, además nos es posible obtener los desplazamientos máximos permitidos y afectarlos por el coeficiente de reducción de solicitaciones sísmicas ( $R$ ) indicado en la Norma de Diseño Sismoresistente E.030. El proceso de cálculo se mostrará detalladamente en anexos (**ver Anexo IV**).

Luego mediante la utilización de un programa de cómputo (Analysis Wave) determinaremos que aceleraciones de sismo soportarán tales sistemas (en su dirección más débil), los cuales representan a todas las edificaciones de su correspondiente tipo. El sismo modelo a utilizar será el ocurrido el 3 de Octubre de 1974 a las 19:01 horas, que tuvo una PGA (Pick Ground Acceleration) de 194 gals ( $194 \text{ cm/s}^2$ ).



El programa se ejecutará básicamente para tres niveles:

- a) Aceleración de 100 gals (Sismo Leve)
- b) Aceleración de 250 gals (Sismo Moderado)
- c) Aceleración de 350 gals (Sismo Severo)

A manera de inspección en caso de superar los niveles mencionados se probarán con 700 y 1000 gals.

Se asumirán datos como amortiguamiento (5%) y una deformación de falla de 10 cm.

Veremos entonces que nivel de sismo soportan cada una de las edificaciones tipo. Los resultados también se plasmarán en mapas mediante el uso del software Arc View GIS 3.2.

En el **Anexo IV** les mostraremos el proceso de cálculo para la obtención de los datos que nos permitan alcanzar los resultados pertinentes, los cuales presentamos a continuación.

## Densidad de Muros

### Edificación Tipo A

Nivel	Apiso(m <sup>2</sup> )	Dirección X		Dirección Y	
		SLmuros(cm)	L/A (cm/m <sup>2</sup> )	SLmuros(cm)	L/A (cm/m <sup>2</sup> )
1er,....,5to	400.43	6763.00	16.889	3166.20	7.907
(*) 6to	373.00	755.00	2.024	338.00	0.906
(*) 7mo	310.42	385.00	1.240	200.00	0.644

(\*) En estos Pisos existen pocos muros de albañilería, la rigidez es aportada fundamentalmente por las placas y columnas de C.A.

Nota.- En este tipo es solo para dar una referencia ya que el sistema es a base de Placas de C.A.en una dirección y un sistema Dual (pórticos y placas de C.A.) en la otra dirección.

### Edificación Tipo B

Nivel	Apiso(m <sup>2</sup> )	Dirección X		Dirección Y	
		SLmuros(cm)	L/A (cm/m <sup>2</sup> )	SLmuros(cm)	L/A (cm/m <sup>2</sup> )
1er	98.21	3980.00	40.525	1835.00	18.684
2do	59.01	2656.00	45.009	1428.00	24.199
3er	59.01	2309.00	39.129	478.00	



Baja densidad de muros

### Edificación Tipo C

Nivel	Apiso(m <sup>2</sup> )	Dirección X		Dirección Y	
		SLmuros(cm)	L/A (cm/m <sup>2</sup> )	SLmuros(cm)	L/A (cm/m <sup>2</sup> )
1er	74.50	728.00	9.771	2680.00	35.973
2do	74.00	651.00		2475.00	33.446
3er	21.34	525.00	24.602	815.00	38.191

Baja densidad de muros

## Resultados de la evaluación del programa Wave Analysis

**Sismo Modelo : Sismo de Lima del 3 de Octubre de 1974  
(19:01 horas)**

### Edificaciones Tipo A

**Dirección mas Débil = "Y"**

**Dmax = 2.03cm.**

**Dmax de Falla= 10.00cm.(asumido)**

**Número de Pisos = 7**

**Amortiguamiento= 0.05 ( 5%)**

Datos					Resultados(Comportamiento)				
Pisos	Q(T)	D(cm)	K(T/cm)	M(T)	100 gals	250 gals	350 gals	700 gals	1000 gals
1---5to	1024	1.83	5605	508	Elástico	Elástico	Elástico	Elástico	Elástico
6to	719	0.14	4263	404	Elástico	Elástico	Elástico	Elástico	Elástico
7mo	659	0.04	3821	322	Elástico	Elástico	Elástico	Elástico	Elástico

### Edificaciones Tipo B

**Dirección mas Débil = "Y"**

**Dmax = 1.30cm.**

**Dmax de Falla= 10.00cm.(asumido)**

**Número de Pisos = 3**

**Amortiguamiento= 0.05 ( 5%)**

Datos					Resultados(Comportamiento)				
Pisos	Q(T)	D(cm)	K(T/cm)	M(T)	100 gals	250 gals	350 gals	700 gals	1000 gals
1er	80	1.03	467	95	Elástico	Elástico	Elástico	Elástico	Falla
2do	38	0.14	259	72	Elástico	Elástico	Elástico	Falla	Falla
3er	36	0.55	152	31	Elástico	Elástico	Elástico	Elástico	Elástico

### Edificaciones Tipo C

**Dirección mas Débil = "X"**

**Dmax = 1.36cm.**

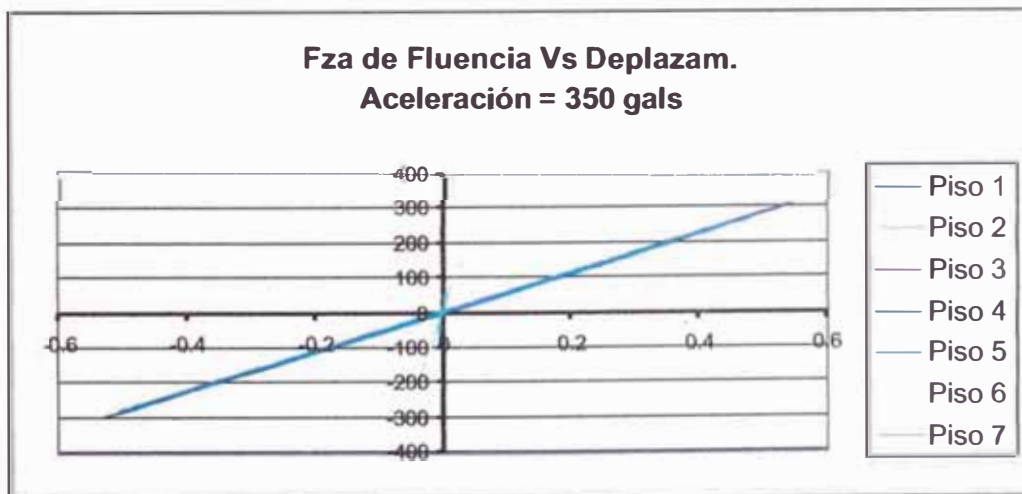
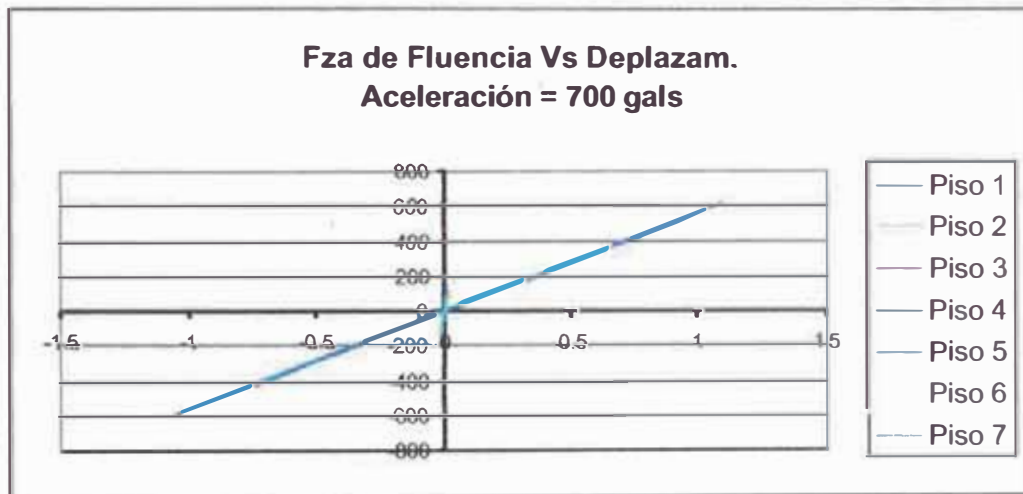
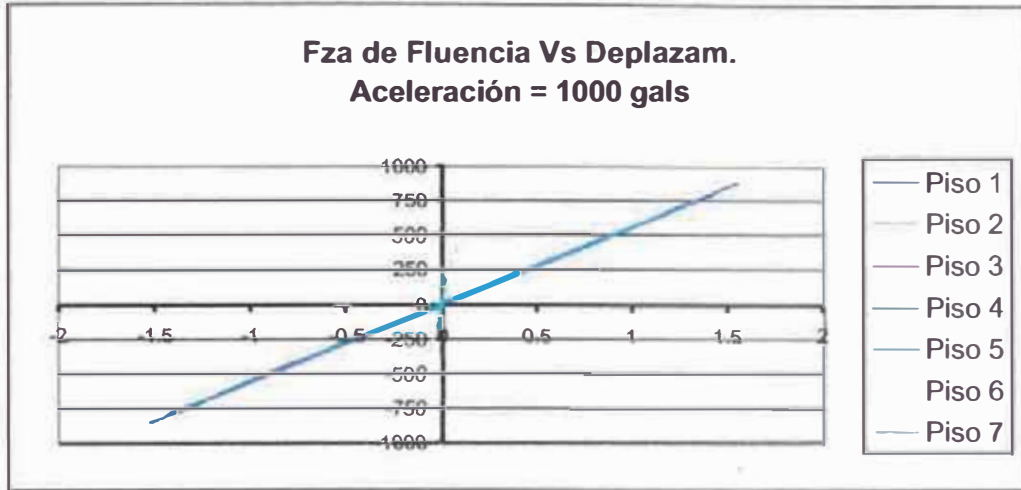
**Dmax de Falla= 10.00cm.(asumido)**

**Número de Pisos = 3**

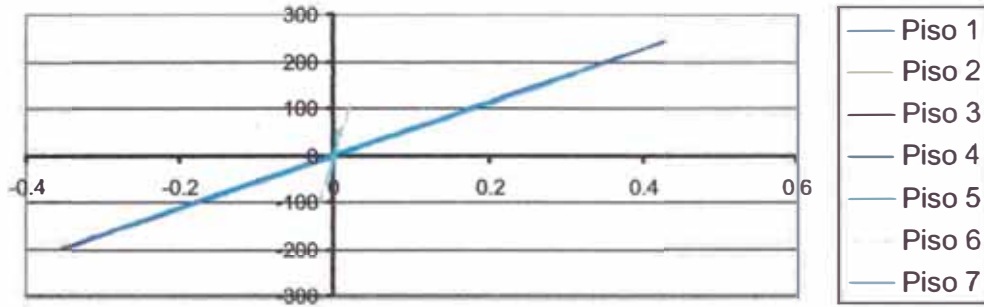
**Amortiguamiento= 0.05 ( 5%)**

Datos					Resultados(Comportamiento)				
Pisos	Q(T)	D(cm)	K(T/cm)	M(T)	100 gals	250 gals	350 gals	700 gals	1000 gals
1er	33	0.83	179	91	elástico	Falla	Falla	Falla	Falla
2do	29	0.004	158	84	Falla	Falla	Falla	Falla	Falla
3er	23	0.12	110	15	Falla	Falla	Falla	Falla	Falla

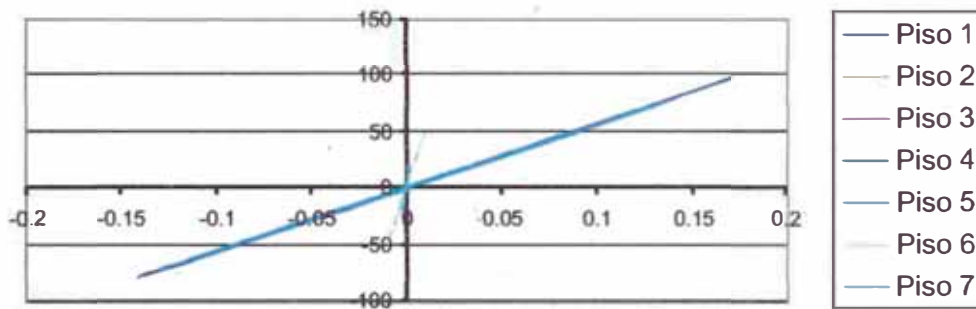
## Gráficos de Histeresis Edificaciones Tipo A



Fza de Fluencia Vs Deplazam.  
Aceleración = 250 gals

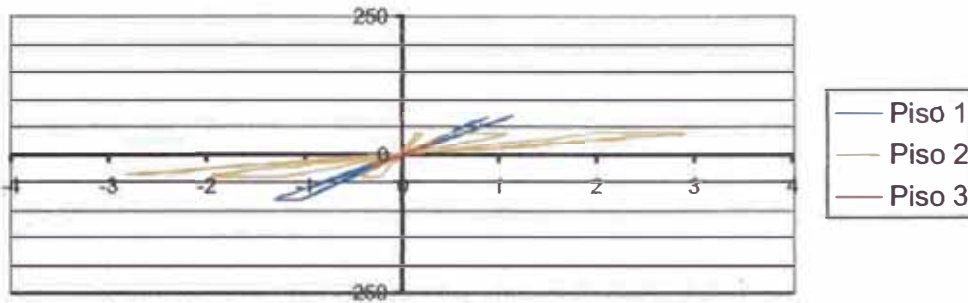


Fza de Fluencia Vs Deplazam.  
Aceleración = 100 gals

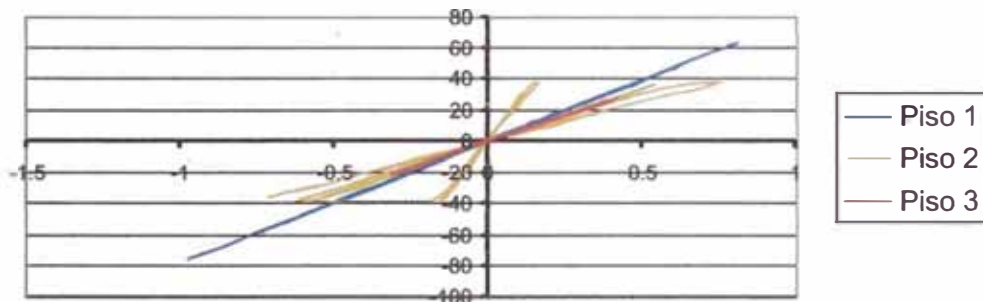


## Gráficos de Histeresis Edificaciones Tipo B

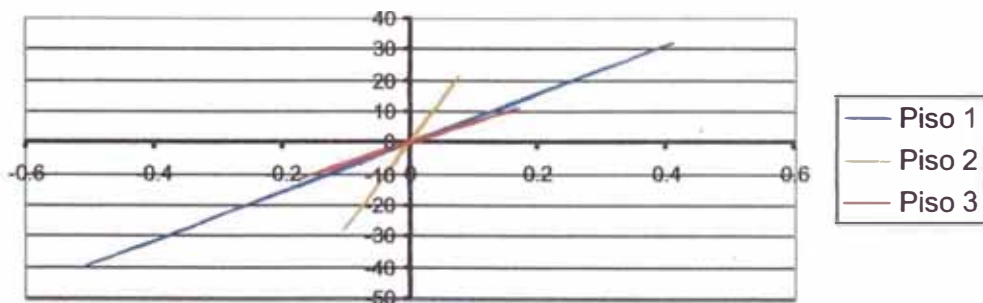
**Fza de Fluencia Vs Deplazam.  
Aceleración = 1000 gals**



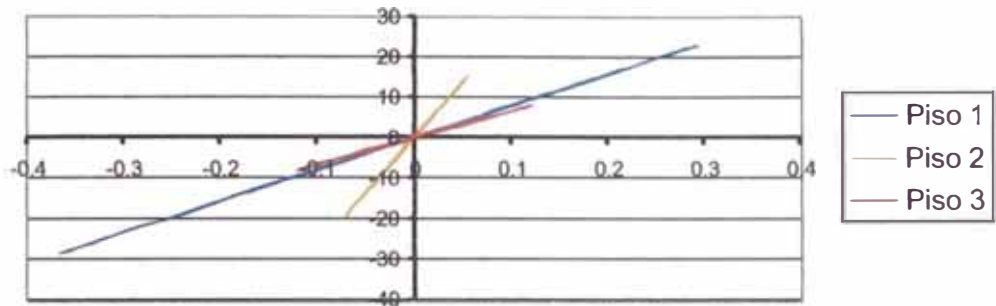
**Fza de Fluencia Vs Deplazam.  
Aceleración = 700 gals**



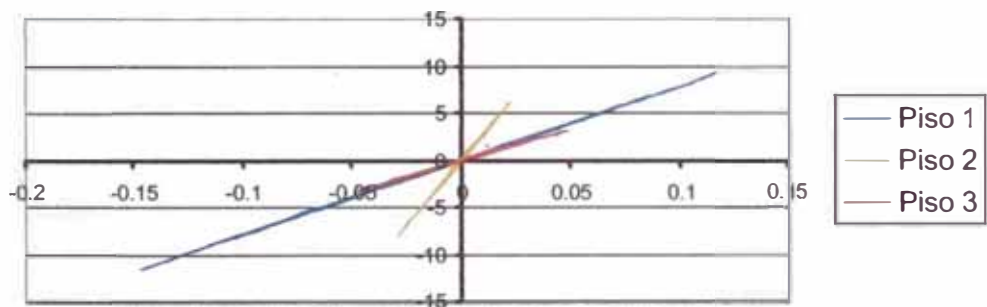
**Fza de Fluencia Vs Deplazam.  
Aceleración = 350 gals**



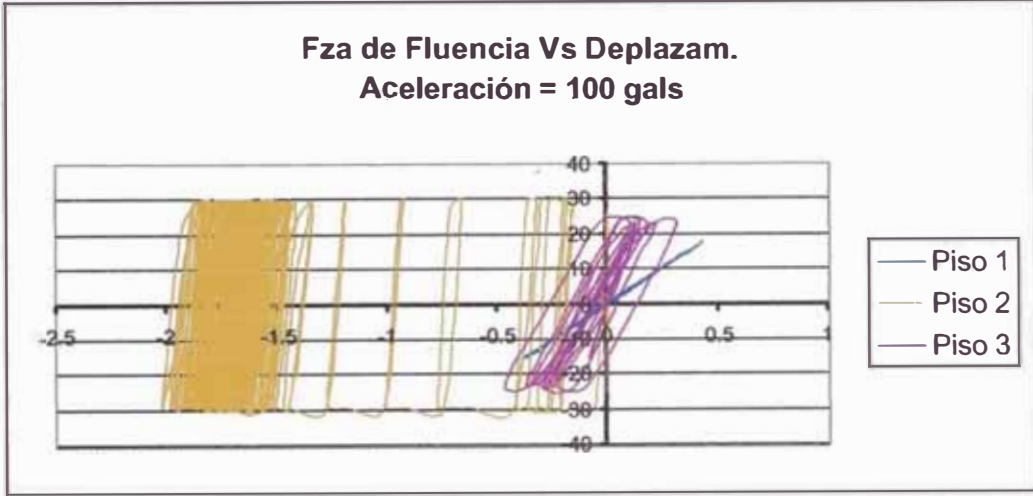
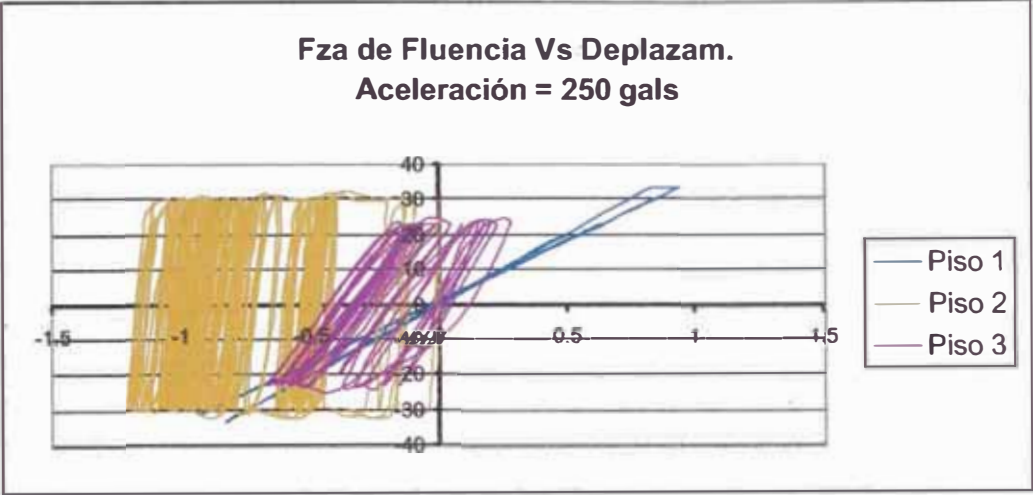
**Fza de Fluencia Vs Deplazam.  
Aceleración = 250 gals**



**Fza de Fluencia Vs Deplazam.  
Aceleración = 100 gals**

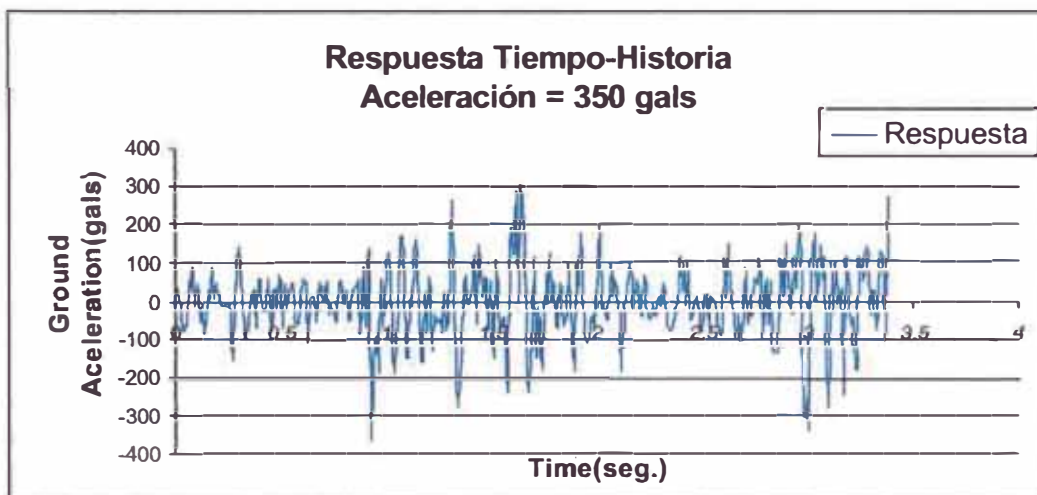
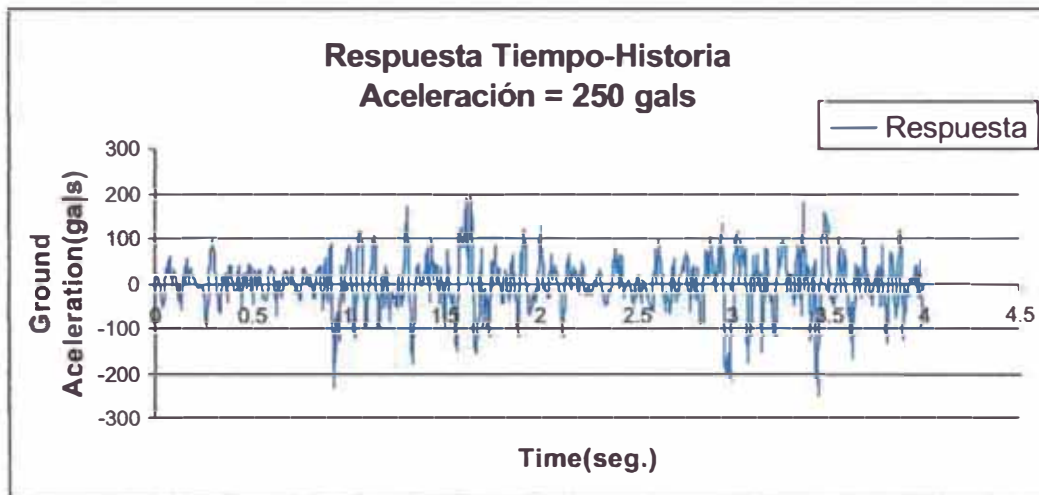
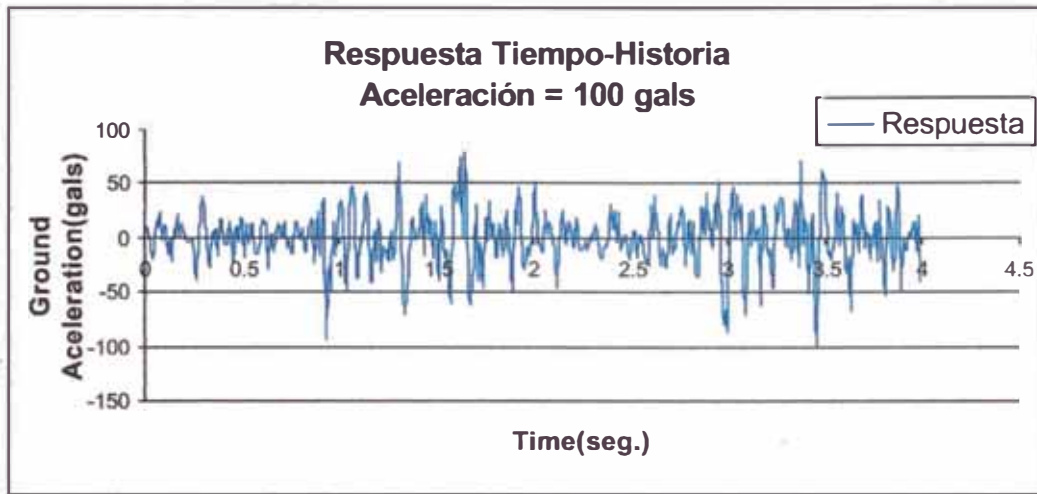


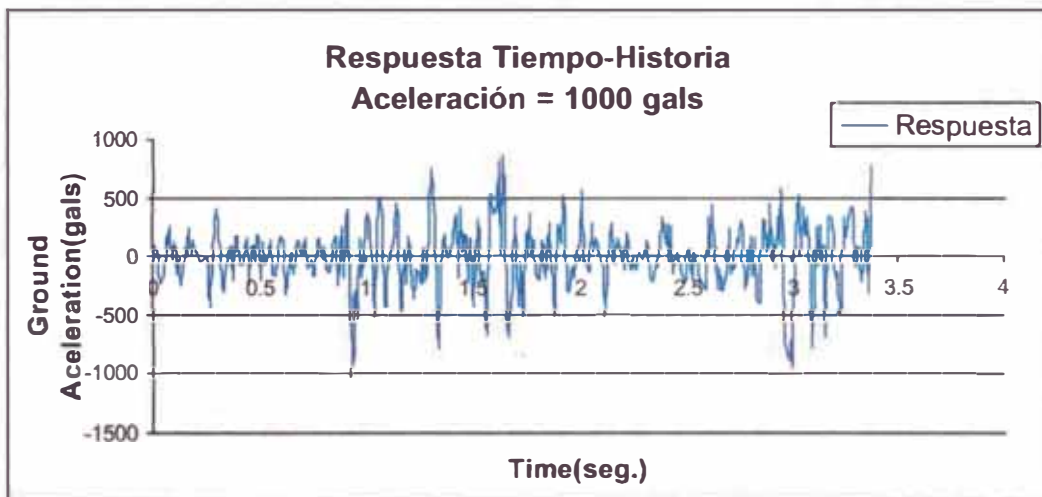
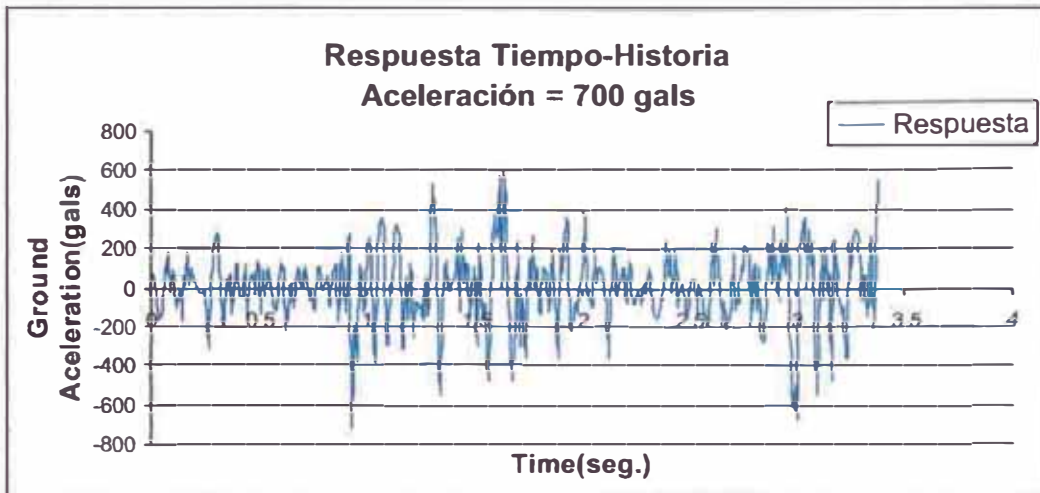
# Gráficos de Histeresis Edificaciones Tipo C



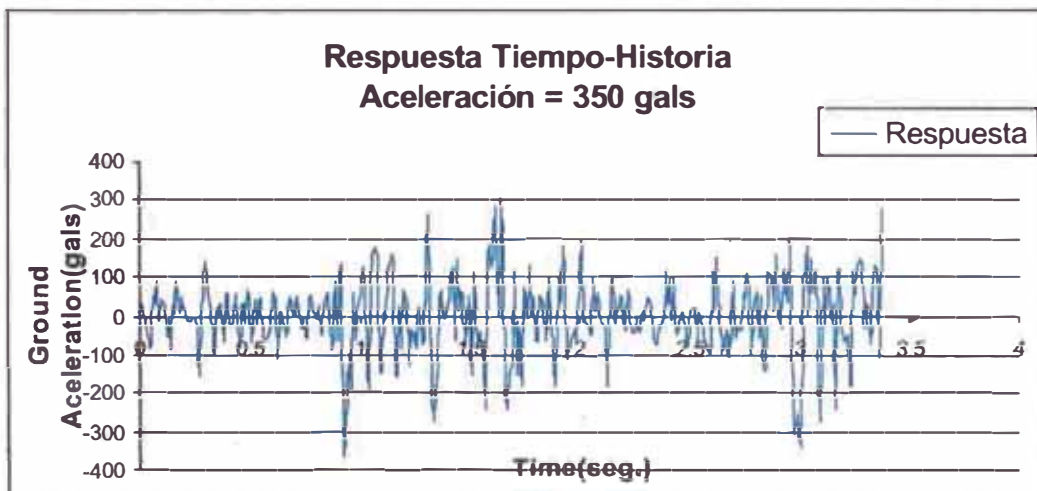
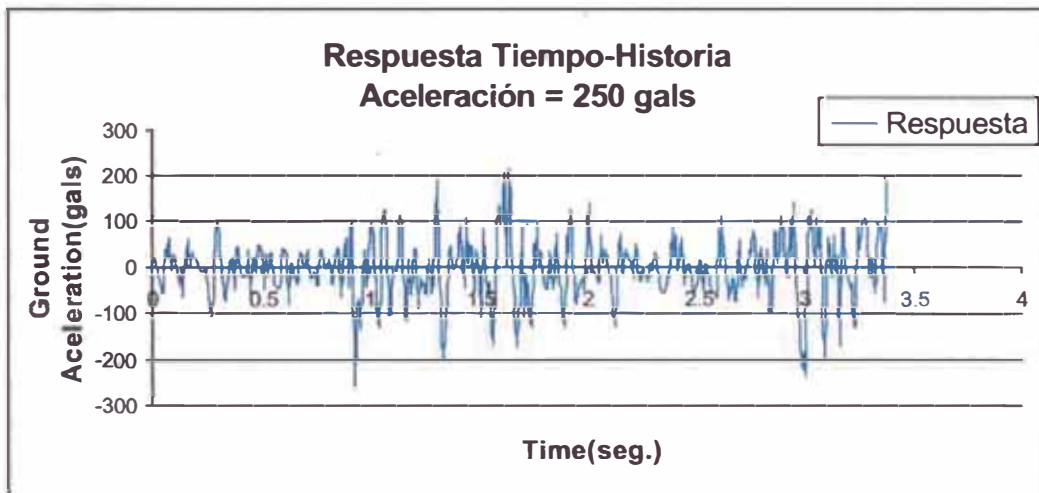
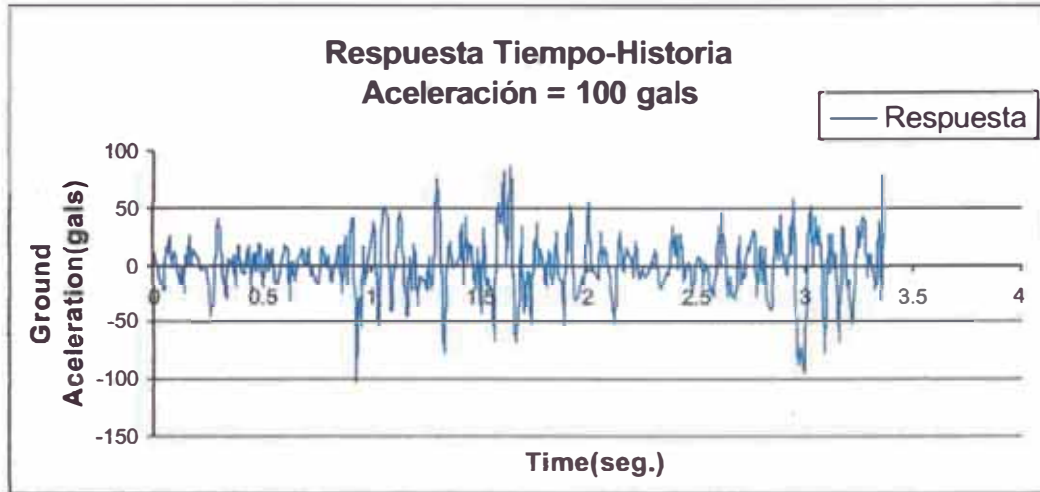


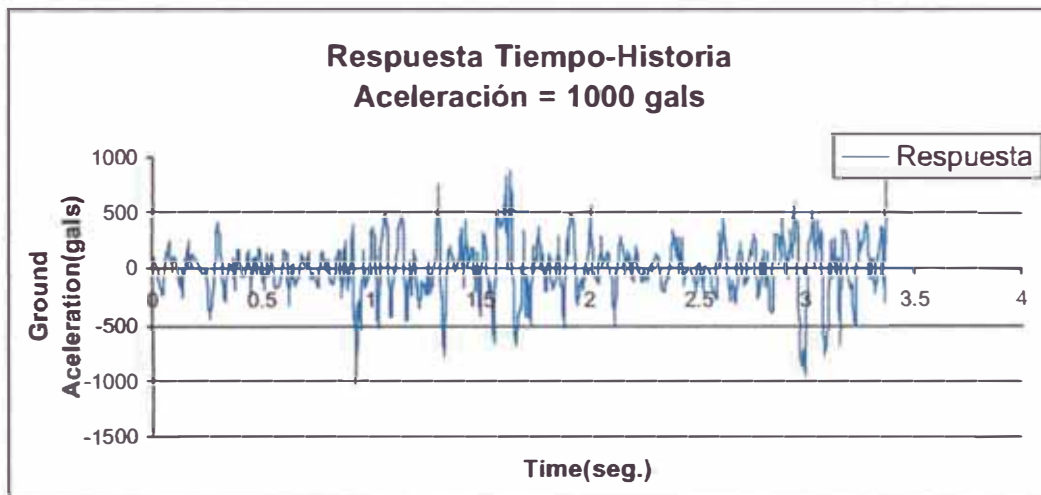
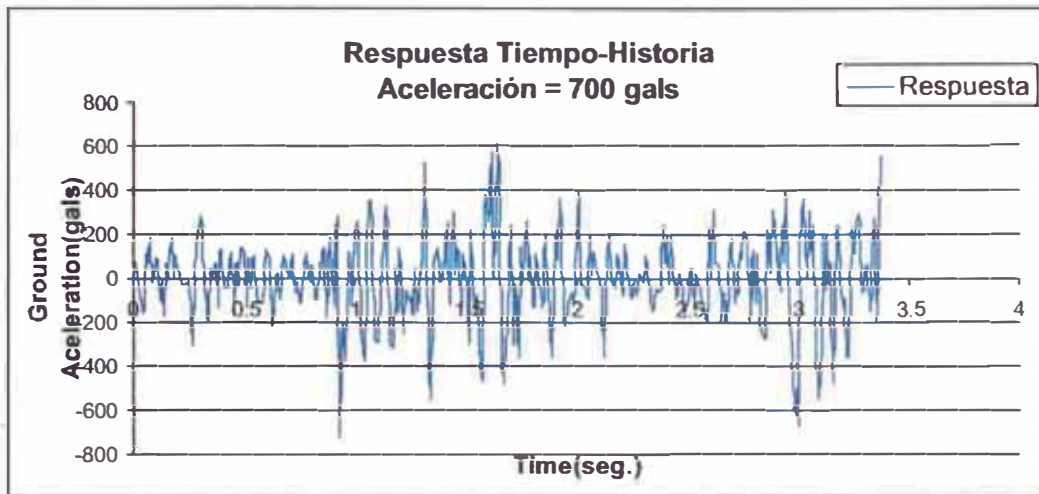
## Respuestas Tiempo-Historia Edificaciones Tipo A



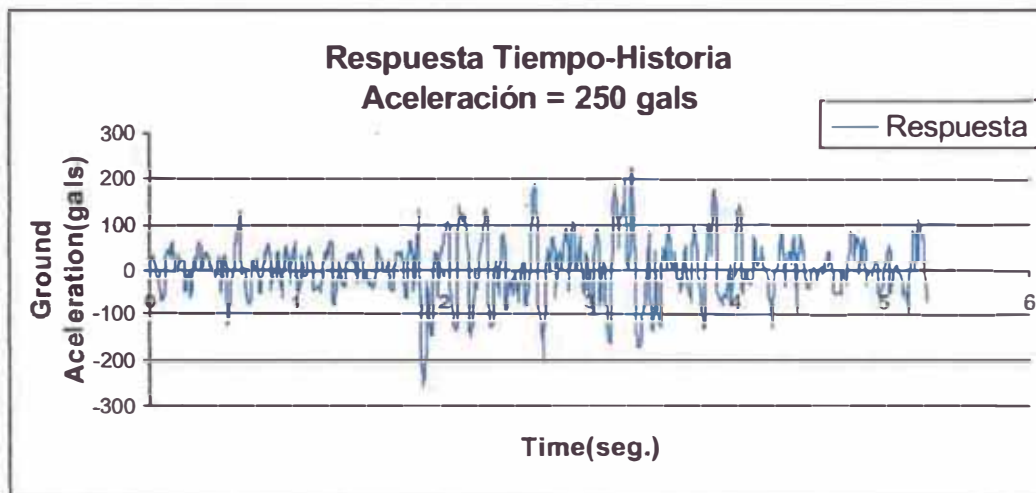
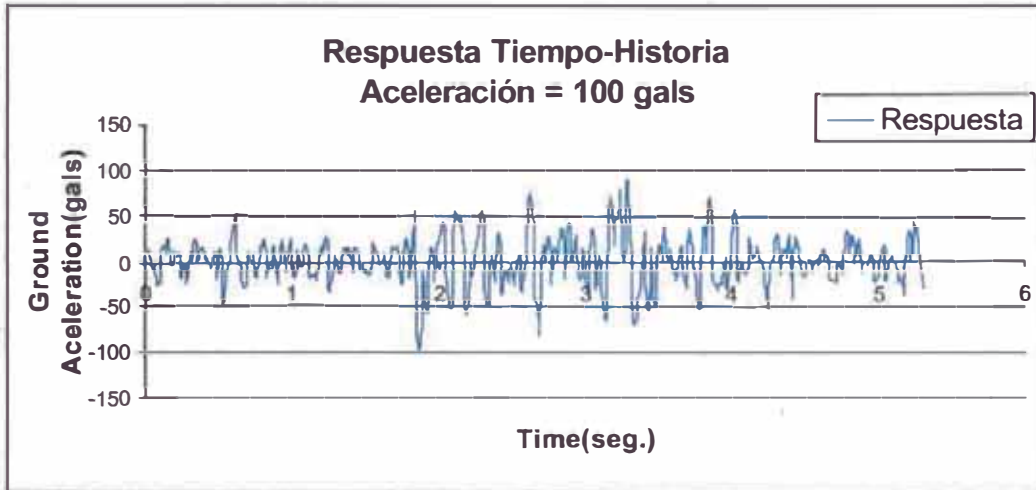


## Respuestas Tiempo-Historia Edificaciones Tipo B





## Respuestas Tiempo-Historia Edificaciones Tipo C



**Mapas del Distrito de  
Barranco elaborados con el  
Software Arc View GIS 3.2**

# **Capítulo VII**

## **Conclusiones**

# Conclusiones

## Capítulo 1: Aspectos Geológicos

Existen evidencias de zonas críticas y con potencial de fenómenos locales tales como estabilidad de taludes, condiciones de licuación de arenas y asentamientos diferenciales, erraticidad de suelos, arenas eólicas etc., que hacen del suelo de Lima heterogéneo y errático, con un potencial de riesgo que espera ser estudiado a corto tiempo si se desea buscar seguridad.

A nivel Regional, la faja costanera del Perú Central está comprendida entre los valles de Pativilca y Pisco, siendo en la etapa de Sedimentación Cuaternaria donde quedan constituidos los tablazos, las playas, los acantilados y la morfología definitiva del litoral.

La Ciudad de Lima y por ende el distrito de Barranco se hallan dentro de los límites de influencia del cono de deyección del río Rímac, el cual consiste de material aluvial de estructura lentiforme donde se superponen depósitos de cantos rodados, arena, arcilla, y limo, sin orden ni arreglo; depositados durante la última etapa del Pleistoceno, sobre el zócalo rocoso más antiguo, compuesto por rocas sedimentarias del Mesozoico.

El abanico fluvial del río Rímac fue el resultado de un tectonismo horizontal y vertical, lo cual se manifestó en una elevación de la zona Andina y un descenso de la cuenca de Lima.

La cuenca de Lima, con el tiempo, fue llenándose de materiales que incluyeron el depósito de sedimentos marinos, los cuales se distribuyeron de manera no uniforme por la acción que ejerció la presencia de lagunas aisladas de agua dulce o salada sobre todo en lugares de predominancia de finos y arenas; este hecho se manifiesta hoy mediante lentes con sedimentos de granulometría fina e incluso mezclados con material orgánico, depósitos que subyacen sobre casi la totalidad del distrito de Barranco. Dicho material se compone



por tanto de conglomerados con cantos rodados de tamaño variable hasta de unos 20 centímetros, siendo su matriz de arena arcillosa. Los cantos rodados consisten en su mayoría de rocas volcánicas, en menor proporción de rocas plutónica, y en muy pequeña de rocas sedimentarias. Estas capas conglomeráticas se alternan con otras arcillas poco arenosas o de arena arcillosa.

La actual línea de Costa en el área representa un caso particular de Geoformas, condicionada por las corrientes de rumbos S-E y N-O y las consecuencias de la Tectónica Regional que se manifiesta en fallas y espolones rocosos periódicos.

El conocimiento de las condiciones geológicas de Lima es básica para la planificación futura de Lima y sus alcances múltiples en geotécnica, como son los recursos naturales disponibles en Ingeniería Minera y Civil, en la microregionalización sísmica y los diferentes fenómenos locales.

## **Capítulo 2: Aspectos Geomorfológicos**

Estudios realizados en la década del 60 por **Martínez, A.-Posturas, F.**, estimaban que para el año 2000 Lima metropolitana descansará íntegramente sobre los suelos de los conos de deyección de los ríos Rímac y Chillón y en consecuencia será necesario evaluar oportunamente la influencia de hechos geomorfológicos, tales como que el suelo de Lima no es homogéneo ni uniforme, que las zonas de contactos laterales y frontales de los conos de deyección son áreas con un potencial de riesgo sísmico por los efectos locales que puedan producirse, que las zonas de migración eólicas al sur de Lima y los depósitos eólicos ocultos dentro de una determinada terraza favorecen fenómenos locales de licuación de arenas, asentamiento diferencial y amplificación de suelo, etc.

## **Capítulo 3: Aspectos Geotécnicos**

La relación existente entre la respuesta dinámica de las edificaciones construidas sobre un determinado terreno y las características geotécnicas del mismo, hace necesario el conocimiento de los depósitos del suelo que subyacen las zonas de interés.

Según la investigación de Carrillo, A. en 1969 hecha en base a varias pruebas de placas a carga uniforme y estática realizadas por la UNI en diferentes partes de Lima y presenta una correlación entre el tipo de suelo y el módulo de elasticidad estático cuyos valores varían para suelos arcillosos entre 45 a 214 kg/cm<sup>2</sup>, limos arenosos 90 a 250 kg/cm<sup>2</sup> y suelos gravosos 326 a 1692 kg/cm<sup>2</sup>; proporciona una referencia útil de los suelos superficiales de Lima.

La zona de Barranco presenta un perfil de suelo errático, existiendo estratificación cruzada. Se observan estratos de espesor y profundidades variables de arcilla y limos, con intercalaciones de arena fina limosa, además se hace notoria la presencia de caliche en todo el perfil.

El nivel freático en Barranco oscila entre los 20 y 30 metros de profundidad. Según el Ing. Lisson el flujo interno de aguas en esta zona de los acantilados se deba a un conexión entre los ríos Rímac y Chillón.

En el área que limita a Barranco con Miraflores y Surco la grava es casi superficial, pero en el resto de la zona urbana del distrito, vemos que ésta se ubica desde 2 metros hasta 7 u 8 metros de profundidad, notándose material limoso y arcilloso en los primeros metros.

Según ensayos de Penetración Estándar (SPT) y Cono Holandés (CPT) realizados en Barranco por el Laboratorio de Geotécnia del CISMID en el año 1981, se obtuvieron resultados en los que sin embargo no se nota un orden ni secuencia en los estratos en el perfil estratigráfico, así las consistencias predominantes en cada suelo según la clasificación SUCS son: ML (limos de baja plasticidad) Desde suelto a muy duro, CH

(arcillas de alta plasticidad) Media a rígida, CL (arcillas de baja plasticidad) Rígida a dura, SH (arena limosa) Densa a muy densa en algunos lugares sueltas.

Estudios realizados por Vidal Cordero, Jorge en 1997 demuestran que el área urbana de Barranco presenta un tipo de suelo SM y ML (Arena Limosa y Limo Arenoso); que la parte de lo que corresponde a la zona del circuito de playas de la Costa Verde entre las playas “Las Cascadas” y “Barranco” es GP y GM (Grava Arenosa ), mientras que la zona de las playas “ Los Pavos”, “Barranquito” y “Los Yuyos” es SP (Arena Limpia). Además afirma de que existe una moderada agresividad al concreto en la zona urbana y una muy alta en la zona del circuito de playas desde la playa “Barranco” hasta la de “Los Yuyos”. Por lo que podemos concluir según éste y el parrafo anterior que el tipo de suelo predominante en el área urbana del distrito de Barranco es SM y ML

En cuanto a la capacidad portante, siendo un suelo heterogéneo, éste estará controlado algunas veces por esfuerzos de corte y otros por asentamientos de los estratos más desfavorables (dentro de la profundidad activa de la cimentación). Para cimentaciones superficiales las capacidades portantes oscilan entre 0.6–1.9kg./cm<sup>2</sup>. Para cimentaciones profundas por medio de pilotes, los cuales se apoyarán sobre la grava, las capacidades portantes estarían en el rango de 3 – 3.5 kg./cm<sup>2</sup>. En el caso de usar sótanos sobre la grava éstas aumentarían de 4 – 5 kg./cm<sup>2</sup>.

Según estudios de García García, Edgar en 1984, desde el punto de vista estático los taludes de Barranco son de un estado probablemente Inestable o Crítico (Fs menores o cercanos a 1.00) y desde el punto de vista dinámico podrían fallar en sismos de grado VI a III MM (Escala de Mercalli Modificada) y son los que poseen una aceleración sísmica crítica menor que la mínima aceleración registrada ( 0.10g para el sismo del 24 de mayo de 1940). Esto se tendrá presente para la clasificación posterior en los lotes con viviendas cercanas al borde del acantilado.

La zona por presentar materiales limo arcillosos y/o limo arenosos es una zona factible de amplificación sísmica, esperándose asentamientos y grietas en el terreno, por lo que hay que tomar las medidas constructivas respectivas de acuerdo a este tipo de suelo.

## **Capítulo 4: Aspecto Histórico y Urbanístico**

Barranco es un pequeño distrito ribereño de extensión de 3 km<sup>2</sup>, ubicado al sur de Lima que conserva gran parte de sus valores Urbano-Arquitectónicos debido a su ubicación tangencial en la trama urbana de la Metrópoli y a las peculiares características de su población tradicionalista; famoso por su aporte cultural y considerado como barrio bohemio. Su origen real corresponde al lento crecimiento de un poblado de pescadores, ramificación ancestral del curacazgo prehispánico de Sulco.

A lo largo de los periodos de su historia su trama urbana y su población han sufrido algunos cambios, sin embargo el distrito conserva mucho de su tradición así como edificaciones de finales del siglo XIX (consideradas muchas de ellas por el INC como patrimonio cultural del país), resaltando que el terremoto de 1940 ocasionó destrucción de gran parte del distrito. Además cuenta con lugares turísticos muy bellos y famosos entre los que destacan el Parque y Biblioteca Municipal, el “Puente de los Suspiros”, la “Ermita”, La Iglesia Santísima Cruz de Barranco, la “Bajada de Baños”, el “Mirador”, etc.

Su trama urbana, al igual que otros Barrios Históricos Latinoamericanos, presenta una geometría irregular fruto de su adaptación a antiguos linderos de haciendas, cursos de aguas y la topografía existente. Por lo general sus calles no están en un estilo de damero (como el centro de Lima) y una observación importante es que muchas de ellas actualmente no cuentan con una señalización vehicular adecuada en sus pistas.

El sereno y pausado ritmo de vida de clase media, motivaron a que algunos grupos sociales acomodados se trasladen a este barrio en la década del 70' y 80'; conviviendo inicialmente con los barranquinos en forma armoniosa debido a su escaso número, lo que

motivó un incremento en la construcción de edificios multifamiliares de 4 pisos y un desmedido interés comercial, ésto último ocasiona la apertura indiscriminada de tabernas disfrazadas de bohemia cultural, haciendo del distrito un nuevo centro de atracción nocturna de la ciudad de Lima, incrementando así algunos problemas sociales como delincuencia y drogadicción que generan un alto grado de inseguridad ciudadana.

El mayor tráfico vehicular se registra en el sentido Norte – Sur, siendo las avenidas Grau, Bolognesi, y San Martín – Pedro de Osma las que soportan dicho volumen de tránsito en la zona urbana, mientras que en la zona no urbana la vía principal es el circuito de playas de la Costa Verde.

El distrito cuenta una población de 40,660 hab. siendo el 46.4% hombres y el 53.6% mujeres. El nivel de analfabetismo es mínimo, el 80% ha superado el grado de instrucción secundaria, teniendo estudios superiores el 32.70% de la población del distrito.

El 43.55% de los hogares pertenecen a un estrato socioeconómico Medio Alto y el 37.81% a un estrato Medio, constituyéndose así en los estratos socioeconómicos más representativos del distrito alcanzando juntos cerca del 81% de los hogares barranquinos.

El 5.73% de las viviendas se encuentran en calidad de desocupadas. Los materiales predominantes en las paredes de las viviendas son el ladrillo o bloque de cemento y el adobe, con 54% y 41.26% respectivamente; en el caso de los techos los materiales predominantes son el concreto armado y la madera con 44.86% y el 37.88% respectivamente. Además cabe señalar que la mayoría de viviendas cuentan con los servicios básicos de luz, agua y desagüe.

La actividad principal del distrito es el comercio. Barranco cuenta con algunos problemas de inseguridad ciudadana como delincuencia y drogadicción los cuales se ven incrementados en especial los fines de semana por la presencia de centros nocturnos de diversión.

El distrito cuenta con 11 establecimientos de salud sin embargo ninguno de estos llega la categoría de gran centro de salud, por lo que en caso de un sismo, Barranco no posee un gran hospital a disposición de la atención de los posibles heridos. Posee además 53 centros educativos y 57 organizaciones sociales.

Analizar el aspecto Urbano e Histórico del distrito nos brinda las pautas necesarias para conocer la problemática interna de la zona y brindarnos información complementaria, para con criterios técnicos llegar a plantear alternativas de solución a los problemas derivados de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones y de su población.

## **Capítulo 5: Aspecto Sísmico**

El hecho de que el Perú esté ubicado en uno de los ambientes sismo-tectónicos de más alta actividad que hay en la Tierra, nos significa que todos los peruanos debemos tomar conciencia ante tal situación y estar preparados a fin de afrontar la eventualidad de un sismo de considerable magnitud e intensidad

La teoría de la Tectónica de Placas tiene gran asidero en el hecho que la mayor parte de la actividad sísmica en el mundo se concentra a lo largo de los bordes de éstas y su frotamiento mutuo es lo que produce los terremotos, por lo que la ubicación de éstos delimitará los bordes de las mismas.

La actividad sísmica del país se debe a parte de la interacción de las Placas de Nazca y Sudamericana (que habrían originado el levantamiento de la Cordillera de los Andes), a los reajustes que se producen en la corteza como consecuencia de la interacción y la morfología alcanzada por el Aparato Andino, así también debido a procesos secundarios tales como la acción compresiva del Escudo Brasileño contra el Cinturón Andino.

Es importante conocer el comportamiento del suelo en relación con la estructura que soporta ante la presencia de un movimiento telúrico, ya que pueden manifestarse con fenómenos como amplificación sísmica en los estratos del suelo, resonancia entre el suelo

y la estructura (amplificación dinámica), disipación de la energía vibracional en el suelo, falla progresiva y asentamiento diferencial.

Los depósitos de suelos blandos y profundos introducen una mayor proporción de componentes de periodos largos en los movimientos de la superficie; los efectos aparentemente se incrementan conforme la profundidad o blandura del suelo crece.

El sismo en sus vibraciones transmite energía que es absorbida íntegramente por la construcción, ésta se almacena en forma de energía cinética que origina la deformación de los elementos estructurales en proporción a su resistencia y rigidez, y el resto se disipa por amortiguamiento estructural en forma de fricción, de rotura y deslizamiento a lo largo de las grietas en los elementos.

Una estructura bien proyectada y construida, será capaz de resistir sin deterioro alguno, los sismos de gran frecuencia y de magnitud media, y con deterioros progresivos en fluencia, sin llegar a colapsar en sismos excepcionales de intensidad alta.

La pérdida de resistencia en una edificación se da como consecuencia de un mantenimiento inadecuado de la edificación (por ejemplo, a la corrosión, degradación o fisuraciones previas por causas diversas), o como consecuencia de esfuerzos residuales de fabricación, de solicitaciones posteriores, o como un asentamiento de un sismo anterior (común en construcciones de adobe); cuyos daños no se han reparado o la reparación fue defectuosa, lo que trae como resultado una disminución de la sección recta, que debe resistir el sismo de una intensidad prevista.

Desde el punto de vista sísmico, una estructura debe diseñarse para resistir sismos menores sin deteriorarse, es decir, dentro del rango elástico.

Los sismos más destructores no son aquellos de aceleraciones altas, sino aquellos cuya duración del periodo predominante es más largo, por lo que elegir un tipo de estructura considerando la interacción que hay entre el suelo y estructura, es elegir estructuras rígidas

en suelos blandos y estructuras flexibles en suelos duros, para evitar resonancia entre los periodos predominantes del suelo y el periodo natural de vibración de las edificaciones.

Los sismos más fuertes que ha sufrido la ciudad de Lima han sido los ocurridos en los años 1940, 1966, y 1974; siendo el primero el más devastador para el distrito de Barranco, señalando que la zona de los acantilados ha sufrido algunos derrumbes en la ocurrencia de estos sismos.

La relación de los daños sísmicos y los periodos de vibración de microtrepidaciones (conociendo estos últimos se puede tener idea del tipo de suelo existente en la zona en estudio) tiene que ver con el problema de resonancia; es decir, la correspondencia entre el periodo predominante del suelo medido por microtrepidaciones y el periodo de la estructura.

De acuerdo a la información recopilada en base a estudios de microtrepidaciones, los periodos de vibración encontrados en el distrito varían de 0.10 a 0.38 segundos, teniendo en cuenta que:

El rango de valores entre 0.10 y 0.15 segundos en esta zona corresponden a aquellos suelos limosos y arcillosos de poca potencia donde la grava es casi superficial o donde el nivel de la roca es poco profundo

Los periodos más altos en esta zona (0.31-0.40 segundos) tienen ocurrencia en los lugares donde había mayor potencia de suelo arcilloso.

En cuanto a los periodos intermedios (0.16-0.30 segundos), éstos no representan exactamente a un tipo de suelo predominante en esta zona.

En la zona de los acantilados se presentan con valores algo elevados ( 0.20-0.36 segundos).

En base a los resultados de microtrepidaciones confirmamos los tipos de suelos existentes en la zona urbana del distrito (Arena Limosa (SM) y Limo Arenoso (ML))



mencionados en el capítulo de Aspectos Geotécnicos, ya que son los correspondientes a los periodos de vibración obtenidos en los ensayos mencionados en el parrafo anterior.

Hay que dotar de condiciones de mayor seguridad a la población que habita en las áreas críticas del distrito y que ocupan viviendas críticas que presentan riesgos de colapso total o parcial, en caso de un sismo de gran magnitud.

Evacuar y reubicar a la población de las viviendas que se encuentran en alto riesgo sísmico, ordenar y apoyar técnicamente el reforzamiento y la reparación de las viviendas que sean rehabilitables, demoler las viviendas que están muy deterioradas, así como afrontar de una manera permanente la remodelación de las áreas críticas son buenas y eficaces medidas de prevención sísmica.

Es preciso iniciar una labor de concienciación, adiestramiento y organización a la población, no sólo a nivel local sino también nacional; no hay que esperar como mayormente nos ocurre, estar con el problema presente para recién reaccionar.

## **Capitulo 6: Amenaza de Sismo y Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica**

Un terremoto es una expresión que adopta la naturaleza como resultado de su funcionamiento interno, de ocurrencia eventual y de extraordinaria magnitud, pero no implica que necesariamente provoque un desastre, pues los terremotos suelen ser desastrosos cuando afectan una fuente de vida con la cual el hombre contaba o un modo de vida realizado en función de una determinada geografía.

En si se puede decir que existe un alto riesgo de desastre si uno o más fenómenos naturales peligrosos se dieran lugar en situaciones vulnerables.

El Peligro es la probabilidad de que se produzcan en un periodo determinado y en una zona dada, un fenómeno natural extremado y potencialmente dañino que induce movimientos de la tierra, el agua o el aire, los cuales afectan a una zona determinada.

La Vulnerabilidad de cualquier elemento estructural físico o socioeconómico expuesto a un peligro natural es su probabilidad de resultar destruido, dañado o perdido

El Riesgo puede relacionarse directamente con el concepto de desastres, ya que incluye las pérdidas y daños totales que podría sufrirse después de un peligro natural: personas muertas, personas heridas, daños a la propiedad, perturbación de la actividad

Las condiciones de vulnerabilidad sísmica se agudizan cuando los asentamientos humanos se ubican en áreas de alta actividad sísmica y/o la forma de construcción no ofrece ninguna resistencia sísmica.

La vulnerabilidad no abarca sólo los efectos físicos directos de un sismo destructor, sino que implica además, la vulnerabilidad de la población en el sentido de su posición socio-económica, relación funcional y conflictiva que produce condiciones desfavorables para una proporción de la población urbana. Por lo que podemos hablar entonces de la vulnerabilidad social, económica y cultural.

El deterioro urbano se halla relacionado con la vulnerabilidad, ya que las consecuencias de un sismo son mayores si el deterioro urbano y la intensidad sísmica de la zona son de alto grado.

En términos generales la vulnerabilidad puede entenderse, como la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas y por lo tanto su evaluación contribuye en forma fundamental al conocimiento del riesgo mediante interacciones del elemento susceptible con el ambiente peligroso, es decir que hay que estudiar y entender la forma en que los procesos sociales influyen sobre las formaciones espaciales, formando condiciones agudas de vulnerabilidad y creando desastres sísmicos catastróficos.

Es preciso realizar una investigación socioeconómica, tecnológica y operativa, que permita dar soluciones a la problemática habitacional; el proceso de tugurización está

directamente relacionado con el déficit cualitativo de vivienda, sin embargo en el distrito en análisis la tugurización es muy pequeña, únicamente se circunscribe a las zonas más pobres del distrito y ocurre por lo general en callejones y/o quintas en muy mal estado de conservación, el problema es que muchas de estas personas prefieren mantenerse en su actual lugar de vivienda sin importarles el peligro latente ante la ocurrencia de un sismo de regular magnitud, y es que se sienten cómodos viviendo en una zona urbana la cual les ofrece muchos servicios cerca y debido a los bajos recursos económicos de estas familias, su única alternativa sería irse a una urbanización alejada de la ciudad lo cual afectaría su desenvolvimiento diario ya acostumbrado.

La sectorización nos permite estudiar por separado cada sector o zona del distrito con características similares, es decir hacer un análisis del problema, resolver las inquietudes y sintetizar resultados; en nuestro caso los 3 sectores de la información catastral dividen al distrito en zonas donde muchas de sus manzanas guardan características similares.

La mayoría de edificaciones del distrito están en un estado conservación de regular a bueno (55% a 36% de las edificaciones registradas).

El Sector 1 está ubicado en la porción Noreste del distrito, cuenta con 65 manzanas, es eminentemente residencial y de estratos socioeconómicos Alto, Medio–Alto, y Medio en ese orden; con edificaciones de Albañilería y C.A. como material predominante, en especial en la zona de los malecones, y de 2 a 4 pisos como promedio; también se encuentran algunas edificaciones de adobe de 1 piso, al igual que una que otra quinta. Las viviendas de construcción artesanal no son muy comunes es esta zona

El Sector 2 es el correspondiente a la parte Este del distrito, cuenta con 62 manzanas. Prácticamente todo el sector mantiene la característica de “barriada” debido a que abundan las quintas y callejones, muchas de ellas antiguas, de adobe como material predominante y en regular y/o mal estado de conservación; su población es básicamente de un estrato

socioeconómico Medio a Medio – Bajo. Existen edificaciones de ladrillo, algunas en buen estado y de albañilería confinada, pero otras (la mayoría) parecen haber sido construidas de manera artesanal es decir contando sólo con la asesoría de maestros de obra, poniendo en duda la calidad técnica en la construcción, muchas mantienen sus segundos o terceros pisos con la fachada sin tarrajear ya que éstas han sido terminadas muchos años después de la construcción de los primeros. Hay pocas edificaciones de concreto armado y los edificios más altos llegan sólo a los 4 pisos ó 5 pisos excepcionalmente. Las edificaciones del sector son de 1 a 2 pisos en su mayoría como promedio.

El sector 3 es denominado como “Zona Monumental”, cuenta con 80 manzanas, en éste se encuentran concentrados edificaciones antiguas (mayormente en el tercio central del sector) en mayor cantidad que en los otros sectores, algunas de éstas han sido catalogadas como “Monumentos Históricos” por el Instituto Nacional de Cultura, por lo cual a pesar de muchas de éstas encontrarse en mal estado de conservación, no pueden ser demolidos por tal motivo. Es en este sector donde se ubica la parte más turística, cultural, paisajista y bohemia del distrito, es la zona que refleja el sentido tradicional de Barranco, sobre todo los alrededores al Parque Municipal, que constituyen el área más comercial y de recreación nocturna del distrito. Además de las tradicionales casonas de adobe, existen edificaciones de Albañilería y C.A., sobre todo en la zona sur del sector, las manzanas son eminentemente de tipo residencial y podemos encontrar edificios de C.A. en especial en las áreas cercanas a los malecones. También existen algunas quintas con edificaciones de adobe en su mayoría, pero otras de ladrillo en buen estado de conservación. Sus hogares pertenecen a un estrato Socioeconómico Medio –Alto (predominantemente), Alto (sobre todo en la zona de malecones), y Medio.

**En lo referente a los materiales de construcción predominantes según nuestro estudio, podemos decir lo siguiente:**

El ladrillo es el material de construcción predominante en los sectores 1 y 3. El sector 1 es el que cuenta con el mayor número de edificaciones de ladrillo en comparación a los demás sectores, le siguen el Sector 3 y el Sector 2 en ese orden.

El adobe es el material predominante en el Sector 2, es abundante pero no predominante en el Sector 3 y es poco abundante en el Sector 1 en comparación con los otros 2.

El concreto armado (C.A.) es mínimo en todos los sectores pero es en el 2 donde se hace más notorio, ya que sólo el 1.39% de sus edificaciones son de este material, en los otros sectores llega a un 6.5 % aproximadamente.

Las mayores diferencias de cantidades entre el ladrillo y el adobe ocurren en el sector 1, la diferencia llega casi al 50%, mientras que en los otros sectores está entre un 12 a 15%.

Viendo al distrito de manera global los materiales quedan constituidos de la siguiente forma: Ladrillo = 54%, Adobe =41.3%, y C.A. = 4.6%, los 2 primeros coinciden notablemente con la información estadística obtenida del INEI que nos indica el 53.99% y 41.26% en ladrillo y adobe respectivamente.

Podemos concluir que la mayoría de edificaciones de Barranco tienen al ladrillo como su material constructivo predominante y en un porcentaje cercano pero menor a éste, al adobe; cabe destacar que las de C.A. son pocas en comparación con los otros materiales mencionados.

**En lo referente al número de pisos en las edificaciones podemos decir:**

**Respecto a la presencia de los Tipos en los diversos sectores:**

Las edificaciones de Tipo A en los sectores 1 y 3 son mayormente de 4 a más pisos, debido a que en esta zona existen gran cantidad de edificios de departamentos en especial en la zona de los malecones; mientras que en el sector 2 existe una cantidad similar entre las de 3 niveles y las de 4 a más, aparte que el Tipo A es mínimo en este sector, esto se comprueba al visitarlo, notándose pues que las

edificaciones no son muy altas en esta parte del distrito y las más altas llegan a lo mucho a 3 ó 5 pisos.

Las edificaciones de Tipo B son mayormente de 2 y 3 pisos en los sectores 1 y 3, mientras que en el sector 2 existe un equilibrio en las de 1, 2 y 3 pisos en este tipo.

Las edificaciones de Tipo C son mayormente de 2 pisos en el sector 1, de 1 piso en el 2, y de 1, 2 y 3 pisos en cantidades similares en el sector 3; las de 4 pisos a más son muy pocas y son del tipo C1 representando el 0.2% del total del distrito.

En las edificaciones de Tipo D vemos que las de 1 piso predominan en todos los sectores pero con mayor notoriedad en el sector 2. En el sector 3 es donde encontramos la mayor cantidad de viviendas de tipo D pero de 2 pisos, esto se debe a que es la zona monumental donde las edificaciones de adobe son por lo general casonas antiguas y que llegan en algunos casos a 2 niveles.

**Viendo al distrito por sectores podemos decir que:**

En el sector 1 las edificaciones de 1, 2, y 3 pisos se hallan en un porcentaje similar y predominante (31% del sector aprox.) mientras que las de 4 pisos a más representan casi el 6% del sector.

En el sector 2 las edificaciones son mayoritariamente de 1 piso (76% del sector), las de 2 y 3 niveles con un 11% como promedio, y las de 4 pisos a más sólo representan el 1% del sector.

En el sector 3 no se aprecia una predominancia marcada, pero las de 1 piso están en un 43%, las de 2 en un 31% , las de 3 en un 21%, y las de 4 pisos a más en 5%.

**Viendo al distrito de manera global podemos decir que:**

En las de Tipo A: predominan las de 4 pisos a más con el 2.55% del total de edificaciones del distrito.

En las de Tipo B: predominan las de 3 y 2 niveles, representan el 13.58% y 10.45% del distrito respectivamente.

En las de Tipo C: hay un equilibrio en las de 1, 2 y 3 niveles, de un aproximado de 6% como promedio.

En las de Tipo D: son predominantes las de 1 piso como era de esperarse con un 39.45%.

La conformación de porcentajes del total del distrito, respecto al número de niveles es como sigue: 1 piso = 52.41%; 2 pisos = 23.70%; 3 pisos = 20.09%; 4 pisos a más = 3.81%.

Se observa la lógica que a medida que los tipos son más vulnerables las edificaciones tienden ser de menor cantidad de pisos, por ejemplo las de Tipo D son de 1 piso por lo general, mientras que las de Tipo A llegan incluso hasta los 12 pisos (ésta fue la más alta registrada y se ubica en el sector 1) .

El grupo más numeroso en el distrito son las edificaciones de Tipo D de 1 piso (39.45%), y el segundo gran grupo las de Tipo B de 3 pisos (13.6%).

No existe abundancia de edificios altos de ladrillo, se observa que las de más de 4 pisos llegan sólo a representar el 1.3% de las edificaciones del distrito.

#### **En lo que concierne a la antigüedad de las edificaciones diremos:**

##### **Respecto a la presencia de los Tipos en los diversos sectores:**

Las Edificaciones de Tipo A tanto en el sector 3 como en el sector 1, fueron en su mayoría construidas entre los años 1984 y 2000 , mientras que en el sector 2 se construyeron en mayoría entre 1975 y 1984, es decir después del terremoto de 1974.

Las Edificaciones de Tipo B han sido construidas mayormente luego del terremoto de 1940, lo cual se observa en todos los sectores. Sin embargo en cada sector existe uno o más rangos de años en los que este tipo predomina, por ejemplo en el sector 1

entre 1941 y 1974, es decir la mayoría ha soportado 2 terremotos (1966 y 1974); en los sectores 2 y 3 los porcentajes son parecidos en los rangos establecidos después del terremoto del 40, sobretodo en el sector 2, mientras que en el 3 hay un ligero incremento entre 1941 y 1966.

Las Edificaciones de Tipo C han sido mayormente construidas entre 1941 y 1966, esto ocurre en todos los sectores y se debe fundamentalmente a que luego del terremoto de 1940 el distrito quedó seriamente afectado, comenzando a partir de ese año la reconstrucción de gran parte de éste.

Las Edificaciones del Tipo D son por lo general las más antiguas del distrito, su periodo de construcción data desde comienzos de siglo XX hasta 1966, indicando que antes del terremoto de 1940 se construían mayormente edificaciones de adobe y que sólo en los sectores 1 y 2 se continuaron construyendo edificaciones de este material entre 1941 y 1966; cabe resaltar que muchas de las del sector 3 (de adobe (D2)) se mantuvieron aún tras el terremoto del 40, y posterior a éste se construyeron más edificaciones de ladrillo de tipo D1, es por tal motivo que en este sector se hallan las edificaciones de adobe más antiguas, he allí de que gran parte de éste sea considerado como “zona monumental”.

#### **Viendo al distrito por sectores:**

Los sectores 1 y 2 cuentan mayormente con edificaciones entre los años 1941 y 1966, siendo el último sector mencionado en donde se registra la mayor cantidad de este rango de antigüedad.

En el sector 3 son las edificaciones construidas entre 1896-1940 y de 1941-1966 (34% y 32% del sector respectivamente) las que más abundan en él. Paradójicamente cuenta con la mayor cantidad de edificaciones del rango más antiguo, pero también



del rango más reciente (1984-2000). La edificación más antigua registrada se ubica en éste y data del año 1896.

**Viendo al distrito de manera global:**

Las Edificaciones de Tipo A han sido mayormente construidas entre los años 1984 y 2000, por tanto no son de mucha antigüedad y dicho rango constituye el 2.46% de las edificaciones de Barranco y el 53% del tipo A.

Las Edificaciones de Tipo B y C han sido mayormente construidas entre los años 1941 a 1966, y las de este rango se constituyen en la mayoría de ambos tipos.

Las Edificaciones de Tipo D son las más antiguas del distrito, los rangos 1896-1940 y 1941-1966 son los predominantes para el tipo (el 23% y el 19% respectivamente del total del distrito y el 50% y 40% de las del Tipo D). Por tanto el 90% de las Edificaciones de Tipo D son de antigüedad anterior a 1966 (42.6% del distrito) y con seguridad ya han soportado los terremotos de 1966 y 1974, 2 de los más fuertes acaecidos en Lima, pues sólo el 50% del tipo han soportado incluso el terremoto de 1940; por todo esto y a parte de la constitución de sus materiales y estado de conservación, las convierte en el grupo de edificaciones más vulnerables del distrito.

El 80.4% de las Edificaciones del distrito han soportado al menos un terremoto, el resto (19.6%) han soportado a lo más sismos moderados y leves.

Las Edificaciones más antiguas son las del Tipo D.

La mayor cantidad de edificaciones han sido hechas entre los años 1941 y 1966 (42% del distrito), coincidiendo justo con que en 1940 Barranco sufrió su terremoto más devastador durante el siglo XX.

El 25.63% de las edificaciones del distrito han soportado los tres terremotos más fuertes ocurridos desde comienzos del siglo XX , de las cuales 23.3 % son de Tipo D, lo que

implica que a parte que sus estructuras han sido debilitadas nos muestra que 23.3% de las edificaciones de Barranco tienen grandes posibilidades de sufrir serios daños en caso de producirse un sismo severo.

**En lo referente a los usos de las edificaciones podemos decir:**

**Respecto a la presencia de los Tipos en los diversos sectores:**

Las Edificaciones de Tipo A son mayormente edificaciones altas de 3 o más pisos y tienen por lo general el uso de edificio de departamentos ya sea para vivienda u oficina, esto ocurre con mayor notoriedad para los sectores 1 y 3 que son precisamente en donde existe mayor cantidad de edificaciones tipo A; en el sector 2 los usos de edificios (E) y comercio(T) son de similares cantidades para este tipo.

Las Edificaciones de Tipo B tiene mayormente el uso casas y viviendas de 3 piso a menos (C) , esto se da en todos los sectores pero con mayor notoriedad en el 1 y el 3. Luego les siguen los usos comerciales (T) pero en menor cantidad con respecto al uso anteriormente mencionado.

En las Edificaciones Tipo C ocurre algo similar a lo dicho sobre las del Tipo B en el párrafo anterior, con la pequeña salvedad que en el sector 1 el segundo uso en mayoría es el de quintas (Q), que es ligeramente superior al uso de comercio(T).

En las Edificaciones Tipo D el uso de edificios altos (E) es prácticamente nulo, su uso preferente es el (C) en todos los sectores, pero dentro de este tipo la diferencia entre los usos (C) y (Q) se hace pequeña en el sector 2 que es en el cual se encuentra la mayor cantidad de quintas y callejones. Su segundo mayor uso en el sector 1 también es el (Q) pero con menor proporción que en el 2. En el sector 3 es donde las edificaciones tipo D tienen como segundo mayor uso el de comercio (T), ya que aquí se concentra la zona más comercial y turística del distrito.

**Viendo al distrito por sectores diremos:**

En todos los sectores el uso predominante es el (C) , en porcentajes muy superiores con respecto a los demás, entre el 60% y 70% de las edificaciones por sector en cada uno.

El segundo mayor uso en el sector 3 es el tipo (T) (comercio); mientras que en los sectores 1 y 2 es el tipo (Q) (13% y 26% de sus sector), en este último abundan las quintas y callejones (se encontraron 203 de éstas), sin embargo podemos encontrar muchos negocios pequeños y talleres en cantidad similar al sector 3.

En los sectores 1 y 3 hay más cantidad de edificaciones de uso “E” que en el sector 2

#### **Viendo al distrito de manera global:**

Las Edificaciones de Tipo A tienen un uso mayoritariamente de edificios altos (E) y es lógico porque son de C.A; dicho uso representa el 3% del total de edificaciones del distrito.

Los Usos de casa (C) predominan notoriamente en los tipos B, C y D.

El segundo mayor uso en los tipos A, B y C es el “T”

El tipo de uso (Q) es el segundo mayor en las edificaciones tipo D, representan casi el 11% del distrito.

La constitución de porcentajes del total del distrito en cuanto a los tipos de usos mencionados es la siguiente: Uso C= 64.6%; Uso Q= 16.52%; Uso T= 13.97%; Uso E= 4.91%.

El mayor porcentaje de los usos de las edificaciones son casas de 1 a 3 pisos (C).

Las quintas y callejones están por lo general dentro de las edificaciones tipo D y la mayoría se hallan en el sector 2.

El uso comercial (T) se da en mayor proporción en el Sector 3 a comparación de los otros sectores.

**En cuanto a los Colegios registrados diremos:**

Se ha registrado información de 36 de los 53 centros educativos del distrito (53 según el censo de 1993), es decir de casi el 70% de los colegios existentes en Barranco.

El 42% de colegios registrados del distrito están en el sector 3 y la mayoría de estos son de adobe como material predominante y se encuentran como edificación calificados en el tipo D.

El 44% de los colegios registrados tienen como material predominante al ladrillo, sin embargo los de adobe son los que ocupan el segundo lugar (31%).

El 39% de los colegios registrados del distrito son del tipo D, mientras que el 14% del Tipo C, 31% del Tipo B, y 17% del Tipo A. Podemos decir que buen porcentaje de los colegios tienen una vulnerabilidad sísmica considerable.

En casi todos los sectores los colegios representan el 1.5 a 2% de sus edificaciones, tal es así que del total del distrito se ha registrado que el 1.73% de las edificaciones de Barranco son colegios.

**En cuanto a los resultados del estudio de densidad de muros:**

En las edificaciones de Tipo B encontramos que existe una densidad de muros media de  $16 \text{ cm/m}^2$  en su dirección más débil y con alta densidad de muros en su dirección más resistente con un promedio de  $40 \text{ cm/m}^2$ . El valor más bajo encontrado fue de  $8 \text{ cm/m}^2$  en el último nivel de la dirección más débil.

En las edificaciones de Tipo C los resultados son similares que en los mencionados en el párrafo anterior, sólo que en su dirección más débil hay un promedio de  $13 \text{ cm/m}^2$  y en la más resistente un promedio de  $35 \text{ cm/m}^2$ . Se encontraron valores bajos en los 2 últimos niveles de la dirección más débil, 8 a  $9 \text{ cm/m}^2$ .

**En cuanto a los resultados del estudio de respuesta sísmica de las edificaciones tipo (usando el modelo del sismo del 3 de Octubre de 1974), diremos:**

La Edificación de Tipo A, no registró falla y muestra un comportamiento elástico ante distintas aceleraciones de sismo a la que se le sometió con el programa de cómputo utilizado, por lo que se puede aceptar que las de tipo A poseen una vulnerabilidad sísmica muy baja.

La Edificación de Tipo B también muestra un comportamiento elástico ante los diferentes tipo de aceleración a la que le sometió, sólo falló a 700 gals, aceleración poco probable para el modelo de sismo utilizado. Por tanto este tipo de edificaciones muestran una vulnerabilidad sísmica baja.

Al analizar la edificación Tipo C, los resultados nos muestran que los pisos 2 y 3 fallaron para sismo leve de 100 gals, mientras que el 1er. piso recién falló ante la aplicación del sismo moderado de 250 gals; esto se debe al hecho de que en su dirección más débil existe muy poca rigidez, lo cual se comprueba en el hecho que los pisos que fallaron primero tienen baja densidad de muros, a pesar que según nuestro análisis previo no superan los desplazamientos permitidos por la norma E030. Todo esto nos indica que las edificaciones de este tipo tienen gran probabilidad de sufrir daño, sin embargo hay que tener en cuenta que esta edificación analizada es de la tipología C2, por eso su vulnerabilidad.

Podemos deducir entonces que las edificaciones Tipo D sufrirán serios daños ante la ocurrencia de un sismo moderado o severo, por tener constitución de material y características estructurales más vulnerables que el Tipo C, sumándose a esto el hecho que el tipo de suelo del distrito es factible de sufrir fenómenos de amplificación sísmica.

**En cuanto a los Tipos en que se clasificaron las Edificaciones y teniendo en cuenta conclusiones anteriores diremos:**

**Viendo al distrito por Sectores:**

El 48% de las edificaciones del sector 1 son de Tipo B, sumado al 6.6% de las de Tipo A nos demuestran que más del 50% de las edificaciones del sector 1 tienen una vulnerabilidad baja y muy baja, resulta ser éste el sector menos vulnerable del distrito, sobre todo la zona cercana a los malecones (zona oeste) y la zona noreste rodeada por la Vía expresa y la Av. Rep. de Panamá. La más vulnerable en la zona central que es donde se ubican la mayoría de edificaciones de los tipos C y D que llegan en el sector al 21% y 25% de sus edificaciones respectivamente. Es el sector que tiene más edificaciones Tipo B.

El Sector 2 resulta ser el más vulnerable del distrito, el 64% de sus edificaciones son de Tipo D (vulnerabilidad alta) y si agregamos el 18% de las edificaciones Tipo C (vulnerabilidad media), llegan casi al 72% de las edificaciones del sector 2 y tienen una vulnerabilidad entre alta y media, ambos tipos se encuentran homogéneamente distribuidos en todo el sector. Las de Tipo A y B sólo llegan al 1.4 y 17% del sector respectivamente. La vulnerabilidad de este sector se agrava debido a sus hogares son por general de un estrato socioeconómico medio a medio bajo y en algunas zonas bajo, así que sería la población más afectada, por lo que este sector debe merecer una atención especial.

El sector 3 es el segundo en cantidad de edificaciones Tipo D con cerca de un 44% del sector, y también el segundo en las de Tipo B con 32% del sector, al igual que en el sector 2 18% son de Tipo C. En las de Tipo A hay una cantidad similar al sector 1 y representan casi el 7% del sector. La zona menos vulnerable es por lo general la ubicada al oeste del sector, ya que en la zona intermedia es donde existe en mayor concentración las edificaciones catalogadas como monumentos históricos, las cuales requieren un constante mantenimiento y supervisión si se desea su continuidad, ya

que muchas de ellas sino todas, se encuentran dentro del tipo D y son de bastante antigüedad.

**Viendo al distrito globalmente:**

Vemos que el tipo de edificación de mayor presencia es el D con un 46% del distrito, las de tipo B ocupan el segundo lugar con un 30%, el tercero el Tipo C con 19% y por último el Tipo A con 5% del distrito.

Lo anterior nos indica que gran parte de las edificaciones del distrito tienen una vulnerabilidad sísmica alta; si juntamos los tipos D y C tendríamos que más del 50% de las edificaciones de Barranco podrían sufrir serios daños ante la ocurrencia de un sismo de gran intensidad y su costo de reparación sería de un orden mayor al 30% de su valor. Además sólo las del tipo D (46% de edificaciones del distrito) representarían un costo de reparación de más del 75% de su valor. Afortunadamente un 30% de las edificaciones presenta una vulnerabilidad baja (Tipo B), los daños serían de leves a moderados y su costo de reparación estaría entre el 10 y 20% de su valor. Las de Tipo A son escasas y sufrirían daños muy leves.

Se han localizado las zonas sísmicamente más vulnerables del distrito, por lo que el presente estudio debería servir como punto de partida para tomar las acciones pertinentes a fin de evitar tragedias futuras ante la eventualidad de un sismo de considerable magnitud.

# Bibliografía

Maskrey, Andrew – Romero, Gilberto

Urbanización y Vulnerabilidad Sísmica en Lima Metropolitana, Predes, Lima, 1986.

Ayquipa Huaman, Carmen J.

Microzonificación Sísmica de Chorrillos y Barranco, Tesis-UNI, Lima, 1992.

Vidal Cordero, Jorge

Zonificación Geotécnica de Barranco, Tesis-UNI, Lima, 1997.

Ríos Vara, José

Vulnerabilidad Sísmica del Cercado de Lima, Tesis-UNI, Lima, 1991.

Ruiz Soyer, Cesar

Estudio Sismoresistente de viviendas en San Martín de Porres, Tesis-UNI, Lima, 1974

Del Busto Duthurburu, José A.

Historia y Leyenda del Viejo Barranco, IDESUNI, Lima, 1987.

INEI

Planos Estratificados de Lima Metropolitana, INEI, Lima, 1994.

INEI

Datos Estadísticos de Lima del Censo 11 Jul. 1993, INEI, Lima, 1994.

CISMID

Memorias del 1er Simposio Nacional de Prevención y Mitigación de Desastres, UNI-CISMID, Lima, 1987.

Silgado, Enrique

Historia de los Sismos mas notables en el Perú, Ediciones Ricchay Perú, Lima, 1978.

Paredes, Rafael

Estudio Sísmico de las viviendas en San Martín de Porres, Tesis UNI, Lima, 1973.

Huapaya Ponce, Fausto

Estudio Sísmico y Plan de Rehabilitación Urbana de Cañete, Tesis UNI, Lima, 1976.

García García, Edgar

Análisis de Estabilidad Estática y Dinámica de los Acantilados de Lima, Tesis UNI Lima, 1984.

INADUR

Plan de Protección Sísmica de Lima Metropolitana, INADUR, Lima, 1983.

Martínez Vargas, Alberto – Posturas, Francisco

Planos Geotécnicos para Lima - Perú, UNI, Lima, 1975.



Normas Peruanas de Estructuras, AC I- Capitulo Peruano, Lima, 1998

# Referencias

- Alva Hurtado, J. (1984), "Catalogo Sísmico del Perú", Instituto Geográfico Nacional, Lima, Perú.
- Andrew Maskrey/ Gilberto Romero. (1986), "Urbanización y Vulnerabilidad Sísmica en Lima Metropolitana", Predes, Lima.
- Bellido, E. (1969), "Sinopsis de la Geología del Perú", Servicio de Geología y Minería, Boletín No 22.
- Carrillo, A. (1969), "Algunos propiedades elásticas de los suelos de Lima y alrededores", (I.C.C.N.S.I.S.), Lima.
- Castro, L. (1959), "Geología de Lima y Vecindades", Anexo, I Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Lima, Perú.
- Dollfus O. (1965), "Los Andes Centrales del Perú", Instituto Francés de Estudios Andinos, L.N.R.S., Francia.
- Fernández Concha, J. (1958), "Geología del Morro Solar", Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, Tomo, Lima, Perú.
- García, Edgar (1984), " Análisis de Estabilidad y Dinámica de los Acantilados, Tesis de Grado, UNI, Lima, Perú.
- Lee, K. (1969), "Condiciones de suelos y fundaciones en las áreas afectadas por el terremoto del 17/10/1966, Lima.
- Lisson, C. (1907), "Contribuciones al conocimiento de la Geología de Lima y Alrededores" , Lima, Perú.
- Lomnitz, C. (1974), citado por Martínez/ Posturas (1975), "Global Tectonics and Earthquake Risk, Elsevier, New York.
- Macharé, J. (1979), "Investigaciones sobre la Geología del Cuaternario de Lima", Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú.

- Maggiolo, R. O.(1982),”Aspectos Geológicos Generales de Lima”, Lima, Perú.
- Maggiolo, R. O. (1969), “ Características de Suelos de cimentación de la zona de Lima Central.”, (I.C.N.S.I.S.), Lima, Perú.
- Martínez, A.-Téves, N. (1966), “Estudio de investigación de los acantilados desde La Punta al Morro Solar
- Monge, J. (1969), “Notas para la zonificación sísmica de Lima y Callao”, (I.C.N.M.S.F.M.R.)
- Rivera R. (1951), “La Fauna de los Estratos de Puente Inga”, Boletín S.G.P.
- Roseweing, R. (1953), “La Geología de la Isla San Lorenzo”, Tesis de Bach. U.N.M.S.M.
- Silgado, E. (1978), “Historia de los Sismos mas notables en el Perú”, Lima, Perú.
- Tong, J. (1966), “Control de compactación de suelos granulares con alto porcentaje de grava”, (I°C.N.M.S.F.M.R.) .
- Vidal Cordero, Jorge (1997) “ Zonificación Geotécnica de Barranco”, Tesis UNI, Lima
- Yuta, C. (1966), “Experiencias con Exploración Geofísica en la Provincia de Lima”, I Convención Nacional de Mecánica de Suelo , Lima , Perú.
- Kanai , K (1954), citado por Ayquipa, C (1992),”The Requisite Conditions for the Predominant Vibration of ground”, Earthquake Research\_Institute, Tokio , Japan
- „Lermo, J(1992), “Estudios de Periodos de Vibración del terremoto de 1985 en México”, UNAM, México.
- Ruiz Soyer, Jorge (1974), “Estudio Sismoresistente de Viviendas de San Martín de Porres”, Tesis UNI, Lima, Perú.