

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES

CONVENIO ESPECÍFICO DE COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL  
ENTRE EL MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO  
Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA “ESTUDIO DE MICRO  
ZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA”

### INFORME No.5



LIMA – Mayo, 2011



## CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SISMICA Y EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR.....	5
ANTECEDENTES.....	7
OBJETIVO .....	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PRESENTE INFORME .....	7
METODOLOGÍA DEL TRABAJO .....	7
LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	9
Organización del Trabajo de Campo.....	9
Preparación de Actividades, Coordinación y Personal .....	9
Sectorización y Levantamiento de Datos de Campo.....	10
Procedimiento y Control de Calidad de Datos de Campo .....	11
Georeferenciación y Compatibilización de Planos.....	12
Sistematización de la Información .....	12
Ubicación de las manzanas a evaluar .....	12
Elaboración de la base de datos geo-espacial .....	14
RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS PRINCIPALES SECTORES.....	18
SECTOR 01A .....	18
SECTOR 1B.....	19
SECTOR 1C.....	20
SECTOR 1D.....	21
SECTOR 1E.....	21
SECTOR 1F .....	22
SECTOR 02A .....	23
SECTOR 02B .....	25
SECTOR 02C .....	26
SECTOR 02D .....	27
SECTOR 2E.....	29
SECTOR 3H.....	34
SECTOR 4A.....	36
SECTOR 4D.....	39
SECTOR 5A.....	39
SECTOR 6A.....	42
SECTOR 6B.....	42
SECTOR 6C.....	43
SECTOR 6D.....	44





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

## CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



SECTOR 10B .....	52
SECTOR 10E .....	55
SECTOR 11 .....	56
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES .....	57
Conceptos Generales .....	57
Formas de Evaluación .....	57
Método Determinístico .....	57
Método por Criterio .....	57
Método adoptado para el análisis de la muestra en el presente estudio .....	58
Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Alto: .....	59
Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Medio: .....	59
Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Bajo: .....	60
Evaluación y análisis estadístico de las edificaciones evaluadas .....	60
EVALUACIÓN DE EDIFICACIONES ESENCIALES .....	62
SECTOR 1A .....	62
SECTOR 1B .....	64
SECTOR 1C .....	67
SECTOR 1D .....	69
SECTOR 1E .....	70
SECTOR 1F .....	72
SECTOR 2A .....	73
SECTOR 2C .....	74
SECTOR 2E .....	75
SECTOR 03A .....	77
SECTOR 03C .....	78
SECTOR 03E .....	80
SECTOR 03F .....	81
SECTOR 03H .....	82
SECTOR 04A .....	83
SECTOR 4B .....	84
SECTOR 4C .....	85
SECTOR 4D .....	86
SECTOR 5A .....	88
SECTOR 5B .....	90
SECTOR 6A .....	91
SECTOR 6B .....	92
SECTOR 6C .....	93
SECTOR 6D .....	96



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

## CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



SECTORES 7A y 7B .....	97
SECTOR 08 .....	100
SECTOR 09 .....	101
SECTOR 10 B .....	103
SECTOR 10C .....	105
SECTOR 10D .....	105
SECTOR 10E .....	108
SECTOR 11 .....	110
DIAGNOSTICO DEL RIESGO SÍSMICO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR .....	111
Definición de Riesgo Sísmico .....	111
RESUMEN EJECUTIVO DEL DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA Y ALCANTARILLADO .....	115
Acerca de la Vulnerabilidad de sistemas de agua y alcantarillado .....	116
Planta de Tratamiento de la Atarjea .....	116
Sistema de Agua y Alcantarillado .....	119
Conclusiones y recomendaciones del diagnóstico preliminar del sistema de agua y alcantarillado .....	125
RESUMEN EJECUTIVO DE LAS PROPUESTA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA POR TIPOLOGÍA .....	126
PROPUESTA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA POR TIPOLOGÍA .....	127
Propuestas representativas para el reforzamiento de muros de albañilería existentes con deficiencia de confinamiento .....	128
Reforzamiento de muros de albañilería existentes con deficiencia de tamaño o sección .....	129
Reforzamiento de Columnas de Concreto .....	131
Reforzamiento de Zapata Existente de Columna .....	132
Inclusión de Muros de Concreto a partir de Columnas Existentes .....	133
Conclusiones y recomendaciones para el reforzamiento de edificaciones .....	134



## **RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SISMICA Y EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR**

- En cumplimiento del convenio Ministerio de Vivienda - UNI, el objetivo principal del presente estudio es elaborar un mapa de microzonificación sísmica y evaluación de la vulnerabilidad de las edificaciones del distrito de Villa El Salvador.
- Esta investigación en lo concerniente a microzonificación, se llevo a cabo desarrollando tres áreas de estudio; peligro sísmico que emplea métodos probabilísticos y determinísticos para estimar la aceleración máxima horizontal en roca (PGA), valor importante para estimar las aceleraciones del terreno; la mecánica de suelos que caracterizando el suelo mediante exploración de campo, determina el tipo de material sobre el cual se asienta el área urbana y la dinámica de suelos que permite mediante ensayos de tipo geofísicos caracterizar el comportamiento dinámico de los suelos.
- El Peligro Sísmico es un trabajo netamente de gabinete, desarrollándose en función de leyes de atenuación existentes y programas de cómputo diseñados para tal fin. Los estudios de mecánica y dinámica de suelos pasan primero por una etapa de recopilación de información existente, evaluando su cantidad y calidad, y programando luego los ensayos de campo en número suficiente para alcanzar los objetivos planteados.
- Se presenta en los Apéndices A, B y C los resultados obtenidos en estas tres áreas de estudio, utilizando tanto la información recopilada como la generada en este trabajo.
- Se obtiene un mapa de microzonificación sísmica producto de la superposición de resultados obtenidos en las diferentes áreas de estudio, cinco son las zonas que se identifican para el área urbana de este distrito. Las áreas señaladas en el mapa, reflejan el posible comportamiento sísmico, de manera cuantitativa y de menos a más desfavorable, del suelo del distrito ante la ocurrencia de un sismo severo. Este mapa permite proyectar los posibles daños que pueden ocurrir a las edificaciones y a la población. Se convierte también en un gran instrumento para la planificación urbana y/o para la reconstrucción post-desastre sísmico.
- En lo concerniente al la evaluación de la vulnerabilidad, el objetivo del presente trabajo es la evaluación del riesgo sísmico de las edificaciones del distrito de Villa El Salvador, a través del cálculo del valor de reparación de una edificación expresado como porcentaje de su costo, a través de la integración de la información geotécnica sísmica, la evaluación de la vulnerabilidad de las edificaciones y la sistematización y procesamiento de toda esta información en una base de datos geoespacial.
- Se prepararon planos para la toma de datos de campo. La toma de información se realizó en edificaciones de albañilería, concreto, acero y sistemas mixtos. Consiste en el llenado de una ficha de evaluación a través de una inspección visual de las edificaciones identificando las debilidades en una manzana, tomándose en detalle los datos de aquella edificación representativa. Antes del inicio de la toma de datos se realizó una capacitación y trabajos de campo previos para uniformizar los criterios de evaluación. Posteriormente los encuestadores recaban la información y alimentan un sistema de información geográfica, que servirá para la evaluación de la vulnerabilidad de edificaciones del distrito de Villa El Salvador, en 11 sectores según la zonificación de identificación que utiliza la Municipalidad de Villa El Salvador.
- Considerando la muestra de manzanas y lotes representativos se implementó una base de datos con la finalidad de estimar la respuesta sísmica de edificaciones a través de la



- estimación rápida de desplazamientos máximos y distorsiones de entrepiso, método implementado en CISMID para estudios de vulnerabilidad sísmica en edificaciones.
- Se encontró que básicamente el distrito de Villa El Salvador puede calificarse como un distrito emergente donde las viviendas predominan (89% de la muestra analizada), encontrándose que las edificaciones de albañilería representan 89% de las edificaciones del distrito. La vulnerabilidad de estas edificaciones se ven altamente influenciadas por las condiciones del suelo sobre las cuales se encuentran construidas y por el número de pisos de las mismas. Los resultados de la simulación sísmica nos indican que el 88% de las edificaciones del distrito poseen un grado de vulnerabilidad de media alta a alta, mientras que el 7 % restante posee una vulnerabilidad media y el 4% posee una vulnerabilidad de baja a media baja.
  - Para la determinación del riesgo sísmico del distrito de Villa El Salvador, se ha utilizado el método de aproximación al valor de reparación de una vivienda expresado como porcentaje del costo de la edificación. Conocida la respuesta sísmica de las edificaciones, se estimó el nivel de distorsión máxima considerando el escenario sísmico propuesto en el estudio de peligro sísmico, que induce una aceleración máxima en el suelo de 467 cm/seg<sup>2</sup>. Conocido el nivel de distorsión es posible estimar el nivel de daño por tipo de sistema estructural, para el lote representativo de la manzana en estudiada. Se encontró que el 4% de las edificaciones tendrían daño leve o permanecerían sin daño en el evento severo. El 7 % de las edificaciones poseerían un daño moderado, mientras que el 34% de las edificaciones tendrían un daño severo, mientras que el 54% de las edificaciones colapsarían.
  - En el caso especial de las edificaciones esenciales (Colegios, Establecimientos de Salud, Cuartel de Bomberos, Comisarías) que en caso de un evento sísmico severo deben de seguir funcionando luego del evento, se estima que el 2% no tendrían daño o daño muy leve, mientras que 4% tendrían daño severo. El 94% de las edificaciones esenciales podrían experimentar colapso.



**CONVENIO ESPECÍFICO DE COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA “ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA”**

**INFORME No. 5- EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD, PELIGRO Y RIESGO SÍSMICO DEL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR**

**ANTECEDENTES**

A invitación del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), a través de su Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) de la Facultad de Ingeniería Civil, en virtud del convenio marco firmado entre ambas instituciones el 23 de Febrero de 2010, se desarrolla un convenio específico con la finalidad de realizar el estudio de microzonificación sísmica y vulnerabilidad en la ciudad de Lima. Se plantean en el convenio la formulación de estrategias de estudio y desarrollo complementario para la determinación del riesgo sísmico en zonas críticas de la ciudad, además que se involucra el estudio de afectación por un posible tsunami. El presente informe presenta el resultado de los productos 1, 2, 3 y 4 especificados en los términos de referencia del convenio para el distrito de Villa El Salvador.

**OBJETIVO**

Realizar una evaluación de riesgos en Zonas Urbanas del distrito de Villa El Salvador en concordancia con el objetivo general del Programa “Apoyo a la Gestión Integral de Riesgo de Desastres Naturales a nivel urbano.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PRESENTE INFORME**

1. Elaborar el estudio de microzonificación sísmica del distrito de Villa El Salvador
2. Analizar la vulnerabilidad física frente a amenaza sísmica de las edificaciones incluyendo las esenciales en el distrito de Villa El Salvador, para generar mapas de riesgo sísmico según escenarios. Entre las edificaciones esenciales se consideran hospitales, escuelas, comisarías, iglesias, bomberos, local municipal principal, puentes.
3. Realizar el diagnóstico preliminar de la vulnerabilidad de parte del sistema de agua y alcantarillado ante la presencia de sismos y según escenarios, en base a la información remitida por SEDAPAL, a fin de ubicar las zonas de mayor vulnerabilidad de los tramos de las redes, los pozos y nuevos proyectos a ser ejecutados.
4. Realizar el diseño de la propuesta técnica de reforzamiento estructural para las edificaciones de vivienda según su tipología, considerando las particularidades que puedan existir en los distritos.

**METODOLOGÍA DEL TRABAJO**

La Universidad Nacional de Ingeniería, a través del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) de la Facultad de Ingeniería Civil, reúne un equipo multidisciplinario en las especialidades de planeamiento urbano, planeamiento contra desastres, ingeniería geotécnica, ingeniería sísmica y otras especialidades, formando un cuerpo de especialistas que pueden desarrollar una metodología de evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas, que pueda ser replicada a nivel nacional.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

## CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



El equipo multidisciplinario de la UNI, levantará en campo la información requerida para cumplir los objetivos presentados del proyecto. Asimismo la UNI coordinará, a través del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, con las entidades cuyas competencias se vean involucradas en el estudio, dentro de las que tenemos:

- SEDAPAL;
- Oficina Nacional de Gestión Electrónica e Informática [ONGEI-PCM];
- Instituto Geográfico Nacional [IGN];
- Municipalidades Distritales involucradas;
- Municipalidad Metropolitana de Lima;
- Asociación Peruana de Empresas de Seguros [APESEG];
- El Instituto Nacional de Defensa Civil [INDEC];
- El Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI];
- Las empresas públicas y privadas prestadoras de servicios públicos (luz eléctrica, telefonía, agua y desagüe, gas natural, etc.);
- Las oficinas registrales;
- Los colegios profesionales de arquitectos y de ingenieros.

Estas entidades proporcionarán toda información relevante que pudiera contribuir al desarrollo del estudio.

Posteriormente, con la información de campo, se desarrollarán los trabajos de gabinete, procesando la información recabada y realizando las tareas de simulación, análisis y generación de mapas con la información que sirvan como base para elaboración de la microzonificación sísmica y determinación del riesgo.



## LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

### Organización del Trabajo de Campo

#### Preparación de Actividades, Coordinación y Personal

Para el desarrollo de las actividades de toma de datos de campo, se inició el trabajo a con la selección de los ingenieros coordinadores, responsabilidad que recayó en el Ing. Patricia Gibu, Ing. Francisco Ríos, Dr. Miguel Estrada y el Dr. Carlos Zavala. Se organizaron 8 grupos de trabajo seleccionándose tres personas por cada grupo para el levantamiento de información de campo, contado con un total de 24 personas para el levantamiento de la información. El personal seleccionado fue formado por un grupo de jóvenes Ingenieros, Estudiantes de Post grado y Estudiantes del último año de ingeniería que laboran como asistentes de investigación o realizan su tesis de antegrado o post grado en nuestro Centro. Este personal recibió un entrenamiento basado en el procedimiento de evaluación. Este procedimiento ha sido diseñado para nuestra realidad a fin que sea utilizado en los sistemas constructivos predominantes en la zona de estudio.

#### a) *Metodología de toma de datos*

Este procedimiento se basa en la toma de información rápida en edificaciones de adobe, albañilería, quincha y concreto. La metodología consiste en una inspección visual rápida de las edificaciones identificando las debilidades aparentes en las edificaciones de una manzana. De acuerdo al porcentaje de lotes visualmente evaluados, se determina el lote representativo de la manzana el estado de conservación del sistema representativo.

#### b) *Plantilla para la encuesta*

Para tal efecto se utiliza una ficha de evaluación de daños utilizada por nuestra Institución en la evaluación rápida de estructuras, la cual presentamos Figura 1

La Ficha esta dividida en cinco áreas:

- Área de identificación de cada estructura incluyendo su uso
- Croquis de ayuda.
- Área de identificación geométrica aproximada
- Información del daño por material.

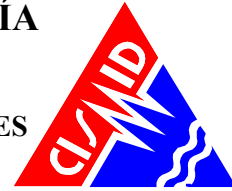
Esta información es complementada con la toma de una fotografía en cada esquina de la manzana y del lote representativo de la manzana, donde se pueda identificar a la estructura. Asimismo debido a la prohibición dada por algunos vecinos no se tomaron fotos en aquellas zonas con alta seguridad, se utilizara la imagen satelital para mostrar en el sistema de información la ubicación y estado de la estructura.





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

## CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



CONVENIO CISMID/FIC/UNI - MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO ESTUDIO DE RIESGO SISMICO DEL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR					
<b>INFORMACIÓN DE LA MANZANA</b> CÓDIGO DE LA MANZANA:					
<b>LEYENDA PARA LA CODIFICACIÓN DEL LOTE</b>					
No.Pisos (1)	Material (2)	Usos (3)	Sistema Estructural (4)		Conservación (5)
	Adobe (A) Mampostería (M) Concreto (C) Quincha (Q) Acero (S) Madera (W) Otro (O)	Vivienda (V) Vivienda y Comercio (Y) Comercio (C) Multifamiliar (M) Policía o Bomberos (B) Educativo (E) Hospital (H) Industrial (I) Baldío (B) Otros (O)	S M N L A C W I L F B U W T	Mampostería de Arcilla Sin Refuerzo Mampostería Armada o Confinada con Diafragmas Rígidos Mampostería Armada o Confinada con Diafragmas Flexibles Construcción Informal en Albañilería Adobe y Quincha Pórticos de Concreto Estructura de Concreto Armado con Placas Pórticos de Concreto con Vanos Rigidizados con Mampostería Estructura Celular de Concreto Pórtico de Acero Resistentes a Momento Pórtico de Acero Anisotrópicos con Diagonales Estructura de Perfiles Livianos Entramados de Madera Estructuras Industriales / Comerciales	(B) Bueno (R) Regular (M) Malo
*Nota: La Información de la manzana irá en plano lotizado adjunto similar al ejemplo de llenado que se muestra.			Nota 2: No Evaluado Use (X) Caso Valido Use (V)		
1AVSR			1PISOS + ADOBE + USO VIVIENDA + MAMPOSTERÍA DE ARCILLA SIN REFUERZO + REGULAR		
Foto 1 - Numero <input type="text"/> Foto 2 - Numero <input type="text"/>					
Foto 3 - Numero <input type="text"/> Foto 4 - Numero <input type="text"/>					

### Formato de Ayuda para Codificación del Lote

CONVENIO CISMID/FIC/UNI - MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO ESTUDIO DE RIESGO SISMICO DEL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR					
CÓDIGO DE MANZANA			CÓDIGO INTERNO		
ESTRUCTURACIÓN					
Material	Adobe	Mampostería	Concreto	Observaciones	
Estado de Conservación	Bueno		Regular	Malo	
Cimentación	Asentamiento	SI		No	
	Humedad en la Base	SI		No	
Techo					
Adobe	Mampostería	Concreto	Otros		
Madera	Losa de CA	Losa de CA			
Caña	Aligerado	Aligerado			
Torta Barro	Calamina	Placa Colaborante			
Otro	Otro	Otro			
Elementos Estructurales					
Fisuración					
Columnas	Fisuras		NOTA	Fisura Vertical (V)	
Vigas	Fisuras		Sin Fisuras (X)	Fisura Diagonal (D)	
Muros	Fisuras			Fisura Horizontal (H)	
Estado de Muros					
Unidad	Artisanal		Industrial	Sólido	Tubular/Hueco
Confinamiento	SI		No		
Fisuras	SI		No		
Tarrajeo	SI		No		
Estado de conservación	Bueno		Regular	Malo	
Actuar al lote representativo					

Figura 1. Formato para vivienda representativa de la manzana

### Sectorización y Levantamiento de Datos de Campo

- Preparación de planos para la toma de datos: Basado en la información de planos georeferenciados del INEI del último censo de vivienda del año 2007, se imprimieron los planos para la elaboración de los trabajos de campo en las zonas de estudio. A partir de la información suministrada por la municipalidad el distrito está dividido en 11 sectores, tal como se muestra en el mapa No. E-01.
- Para tener una mejor referencia de las zonas a las cuales se va a levantar la información y disponer los equipos para este fin, se obtuvo una imagen satelital de alta resolución



para uso del proyecto Fortalecimiento de Tecnologías para la Mitigación de Desastres por Sismo y Tsunami en el Perú (JICA-UNI), que tomaremos como referencia en el presente estudio.

- c) Distribución de coordinadores responsables de los equipos de evaluadores: Con los ocho equipos de tres evaluadores cada uno se realizaron salidas periódicas de campo por un espacio de cuatro semanas, trabajándose inclusive días no laborales y feriados. Los coordinadores de grupo, sectorizaron el distrito, para que cada grupo de tres personas trabajase en zonas involucradas reportando la información levantada a los coordinadores, quienes con sus asistentes, transfirieron la información generada en las fichas a una base de datos utilizando una hoja de calculo con campos similares al de la ficha. Esta información fue introducida a un sistema de información geográfica (SIG) para su georeferenciación espacial.

La sectorización del distrito se muestra en la Figura 2, que se adjunta a continuación, en donde son identificados los 11 sectores en que se dividió el distrito de Villa El Salvador.



Figura 2. Sectores del distrito de Villa El Salvador

### Procedimiento y Control de Calidad de Datos de Campo

- a) Digitalización de datos de campo en una plataforma de sistemas de información geográfica  
La información recabada en campo fue vertida en una base de datos en formato SHAPE, la cual fue procesada por el programa ArcGis versión 9.2. La digitalización fue desarrollada por cuatro asistentes y un supervisor, quienes procesaron la información de campo.
- b) Clasificación de datos  
Se clasificó la base de datos según las características físicas de los predios levantados como: material predominante, número de pisos, uso y estado de conservación.



- c) Verificación de los datos recogidos  
Se llevaron a cabo dos niveles de control de calidad:
- c1 - Un control de calidad en campo:  
Donde los coordinadores realizaron visitas de campo para verificar la información recolectada por los diferentes equipos tomándose al azar manzanas y lotes que fueron verificadas en el campo. Se realizó el control de calidad durante la campaña de levantamiento de datos por 4 profesionales. Se verificó en un 25% de los datos involucrados.
  - c2 – Un control de calidad en gabinete:  
El método de verificación usado fue mediante la comparación de los formatos llenados en campo con las fotografías digitales tomadas en el lugar además de una comparación multitemporal de las imágenes de satélite. La imagen de satélite pre y post evento, sumado al reconocimiento de campo, dan como resultado la verificación del levantamiento de información de campo.

### **Georeferenciación y Compatibilización de Planos**

- a) Definición del sistema de georeferenciación  
Según normatividad actual, todos los planos producidos deben estar georeferenciados usando la proyección del sistema de coordenadas planas UTM, teniendo como base el DATUM WGS84.
- b) Compatibilización de planos provenientes de diferentes fuentes sobre la misma base cartográfica  
Los planos que estuvieron en otro sistema de coordenadas fueron convertidos al sistema en mención mediante los parámetros por defecto que otorga el programa ArcGIS.

### **Sistematización de la Información**

Para el procesamiento de la información se creó una base de datos geoespacial donde se integrarían no solo los datos cartográficos, como los límites de las manzanas, sino también los datos descriptivos de cada una de ellas. Los datos con los sectores, las manzanas y los lotes dentro los límites distritales son implementados al sistema GIS. La evaluación de las edificaciones, si bien es cierto que se identificó una evaluación genérica a nivel de lote, la presentación de los resultados se basa en la identificación del lote representativo de la manzana. Para realizar la evaluación y trabajo de campo se seleccionó una muestra estadística distribuida espacialmente entre todas las manzanas del distrito. Para la selección de manzanas se definió que por lo menos el 30% del total de manzanas debe ser evaluado.

### **Ubicación de las manzanas a evaluar**

Para la selección de la ubicación de las manzanas a evaluar se utilizó una función estadística de distribución continua. La distribución que se utilizó fue la distribución uniforme. En estadística la distribución uniforme es una distribución de probabilidad cuyos valores tienen la misma probabilidad.

Se define la función de probabilidad uniforme como:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & \text{para } x \text{ a } \leq x \leq b \\ 0 & \text{para el resto} \end{cases}$$

Donde:  $a$  y  $b$  son los límites geográficos para el distrito de Villa El Salvador y  $x$  toma los valores para las coordenadas Norte y Este. Esta función tiene como característica que su media es  $(a + b)/2$ .

Es decir, si bien la ubicación de la distribución sigue un valor aleatorio tanto para las coordenadas Norte como Este, en un sistema de referencia UTM, esta ubicación tiene límites de borde, los cuales son los límites del distrito que son respetados al momento de generar las coordenadas de las selección de las manzanas. Es así que se generaron número aleatorios que siguen una distribución uniforme. En la Figura 3 se presenta el total de las 3072 manzanas del distrito, y en color rojo las no evaluadas y en color verde las evaluadas. Se presentan las 957 manzanas evaluadas en color rojo y las no evaluadas en color verde. El porcentaje de manzanas a evaluar es de 31%, lo cual hace una muestra significativa. En el Mapa E-02 del Anexo I se presenta en detalle las manzanas que fueron evaluadas.

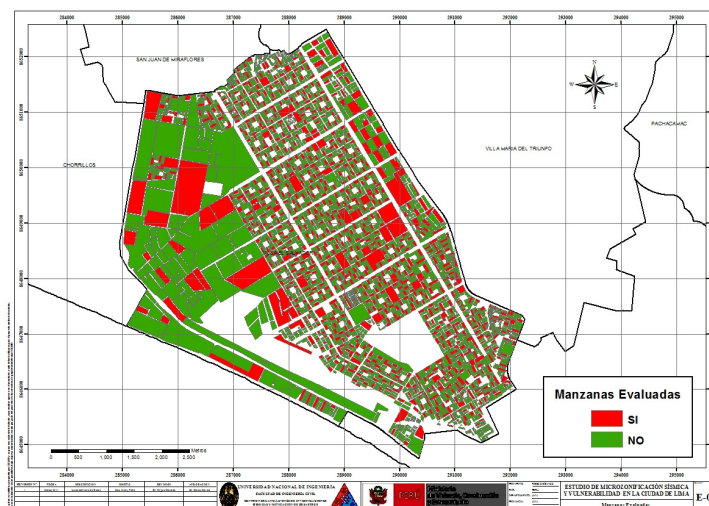


Figura 3. Manzanas totales (3072) versus manzanas seleccionadas (957).

En el presente trabajo se optó por considerar una muestra del 31% de las manzanas considerando un nivel de confianza del 97% bajo el supuesto que exista un error del orden del 2.65% en la desviación estándar. Esto produce un tamaño muestral calculado en función del tamaño de la población ( $N$ ), el error en la desviación estándar ( $\alpha$ ) y el número de unidades de desviación estándar para alcanzar el nivel de confianza deseado ( $z$ ).

$$n = \frac{0.25N}{\left(\frac{\alpha}{z}\right)^2 (N-1) + 0.25}$$



Esto produce un tamaño muestral mínimo de 801 manzanas. En el presente estudio se mejoró notablemente este valor al considerar una muestra de 957 manzanas, bajo dos premisas: primero, con este mayor número de manzanas se cubre mayor área y por lo tanto el análisis tiene una mayor consistencia. Segundo el error en la desviación estándar se reduce al 3 %.

### Elaboración de la base de datos geo-espacial

Organizada la información a recolectar y las manzanas donde se evaluarán los lotes se procedió al trabajo de campo para luego pasar al trabajo de gabinete donde se procesó la información adquirida.

En cada manzana seleccionada se levantó los datos de todos los lotes que se encuentran en esa manzana, indicándose las características de la edificación así como el código de la manzana. De todos estos lotes se seleccionó uno representativo el cual es llevado a una base de datos separada para luego ser incorporada a la plataforma SIG. En la Figura 4 se muestra la base de datos de las características de las edificaciones representativas de cada una de las manzanas levantadas.

Num	CodMza	LoteRepre	Je Cime	Techo	Fisuras	Albañilería	Muros	Fotos
12	15014200400046	02MVNR	NO SI	Calamina X	X X	Artesanal Sólido SI	SI	.\Fotos_S01A\DSC06248.jpg
13	15014200400042	02MVNR	NO SI	Calamina X	X X	Artesanal Sólido SI	SI	.\Fotos_S01A\DSC06253.jpg
14	15014200400007	02MVNR	NO SI	Aligerado X	X X	Artesanal Sólido SI	SI	.\Fotos_S01A\DSC06258.jpg
15	15014200300009	02MVNR	NO SI	Aligerado X	X X	Artesanal Sólido SI	SI	.\Fotos_S01A\DSC06263.jpg
16	15014200300007	01MVNR	NO SI	Calamina X	X X	Artesanal Sólido SI	SI	.\Fotos_S01A\DSC06271.jpg
17	15014200400001	02MVNR	NO SI	Aligerado X	X X	Artesanal Sólido SI	SI	.\Fotos_S01A\DSC06280.jpg
18	15014200200048	02MVNR	NO SI	Aligerado X	X X	Artesanal Sólido SI	SI	.\Fotos_S01A\DSC06288.jpg
19	15014200200051	02MVNR	NO SI	Aligerado X	X X	Artesanal Sólido SI	SI	.\Fotos_S01A\DSC06292.jpg
20	15014200200042	02MVNR	NO SI	Aligerado X	X X	Artesanal Sólido SI	SI	.\Fotos_S01A\DSC06298.jpg
21	15014200200038	02MVNR	NO SI	Aligerado X	X X	Artesanal Sólido SI	SI	.\Fotos_S01A\DSC06306.jpg
22	15014200200030	02MVNR	NO SI	Aligerado X	X X	Artesanal Sólido SI	SI	.\Fotos_S01A\DSC06314.jpg
23	15014200200034	02MVNR	NO SI	Aligerado X	X X	Artesanal Sólido SI	SI	.\Fotos_S01A\DSC06311.jpg
24	15014200200040	02MVNR	NO SI	Aligerado X	X X	Artesanal Sólido SI	SI	.\Fotos_S01A\DSC06304.jpg

Figura 4. Base de datos de los lotes representativos por manzana.

Esta base de datos elaborada en hoja de cálculo se transfiere a la plataforma SIG y se integra a la base de datos de las manzanas, de manera de cada una de las manzanas tenga los datos necesarios para su evaluación mediante el programa de cálculo de nivel de daño o reparación.

En la plataforma SIG se genera la base de datos geo-espacial la cual permite una rápida observación de las condiciones de las edificaciones de las manzanas, no sólo desde el punto de vista descriptivo, sino también gráfico, ya que se integran a la base de datos las fotografías de las manzanas. Por cada manzana se tomaron 5 fotografías, una por cada esquina y una del detalle del lote representativo.

La Tabla 1 presenta la base de datos descriptiva. En esta tabla se muestran todos los campos ordenados alfabéticamente. Esta base de datos contiene la integración de todos los datos, es decir de los datos levantados en campo así como los valores obtenidos del procesamiento de la información, para finalizar con el valor del costo de reparación, que es explicado más adelante.

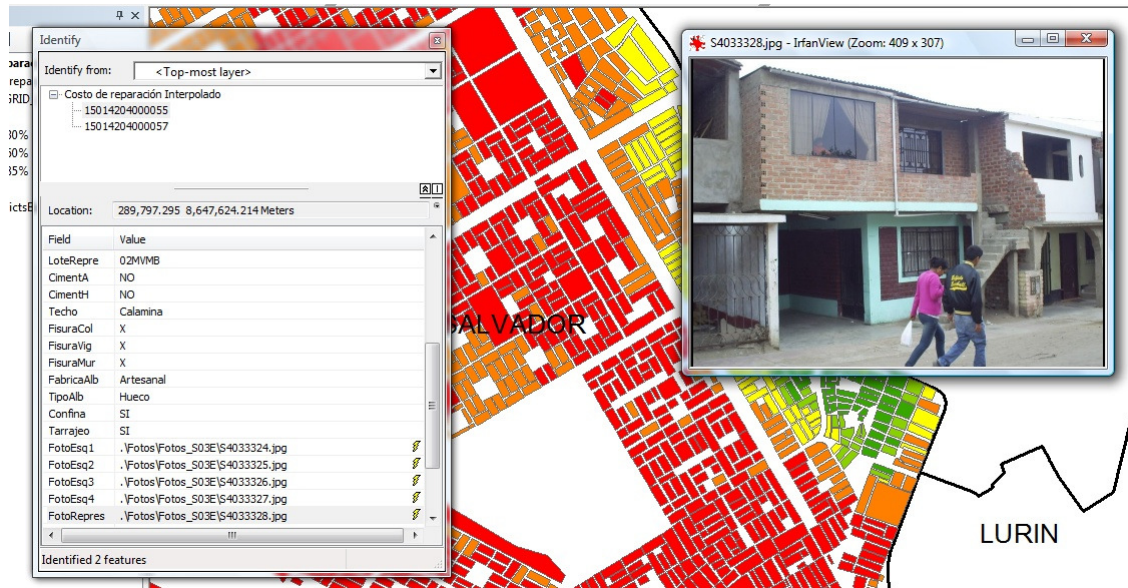


Tabla 1. Descripción de los campos de la base de datos.

Nombre del Campo	Descripción
AcelMax	Aceleración máxima del terreno en cm/s <sup>2</sup>
Avg_GRID_C	Promedio del porcentaje del costo de reaparación
CimentA	Asentamiento en la cimentación
CimentH	Humedad en la cimentación
Codaza	Código de la manzana
Confina	Confinamiento en muros
CostRep3	Porcentaje del costo de reparación calculado
Esen_Dano	Uso de suelo y nivel de daño
Estado	Estado de la edificación
FabricaAlb	Tipo de unidad de albañilería
FID	Identificador de elemento
FisuraCol	Fisuras en las columnas
FisuraMur	Fisuras en muros
FisuraVig	Fisuras en vigas
FotoEsq1	Foto de una esquina de la manzana
FotoEsq2	Foto de una esquina de la manzana
FotoEsq3	Foto de una esquina de la manzana
FotoEsq4	Foto de una esquina de la manzana
FotoRepres	Foto del lote representativo
LoteRepre	Característica del lote representativo
Material	Tipo de material construcción
MatNivDan	Tipo de material y nivel de daño
Max_GRID_C	Valor máximo del porcentaje del costo de reparación interpolado
Min_GRID_C	Valor mínimo del porcentaje del costo de reparación interpolado
Num	Número de manzana interpolada
NumMza	Número de sector y manzana
Pisos	Número de pisos promedio en la manzana
Rango_Dano	Nivel de daño final
SD_GRID_CO	Desviación estándar de los valores del porcentaje de reparación interpolados
Shape	Tipo de entidad geométrica
Sist_Est	Sistema estructural
Tarrajeo	Existencia de tartajeo
Techo	Tipo de techo
TipoAlb	Tipo de unidad de albañilería
Uso	Tipo de uso
Verifica	Se evalúa

La Figura 5 muestra el detalle de los datos de una manzana evaluada. Como se puede apreciar en esta base de datos geo-espacial se ha integrado una imagen de satélite, obtenida desde Google Earth, la información cartográfica de los bordes de las manzanas y dentro de la base de datos descriptiva además de la información levantada en campo se encuentra la información procesada. Adicionalmente, se han integrado fotografía de las manzanas evaluadas por medio de hipervínculos a los archivos que contienen a estas fotos.

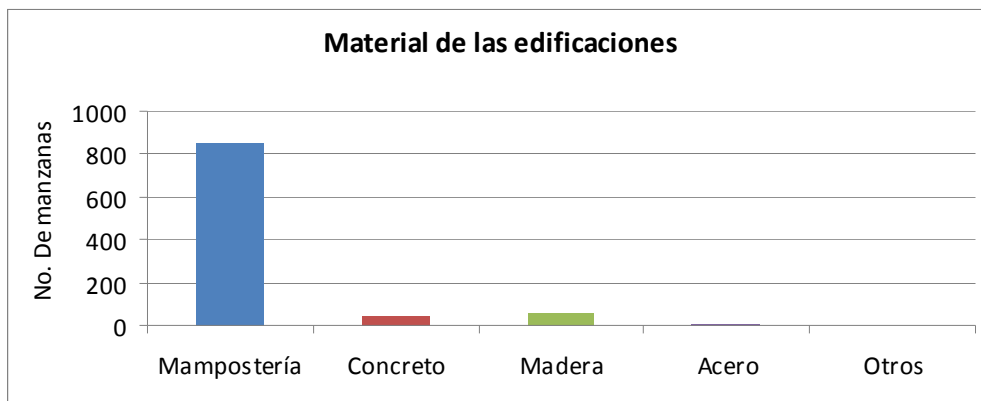




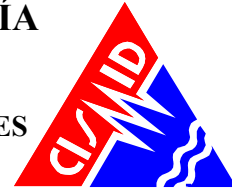
**Figura 5.** Base de datos Geo-espacial, integración de información cartográfica, descriptiva y procesamiento.

Como resumen de los datos adquiridos en campo se presenta en el mapa No. E-03 el número de pisos, en el mapa No. E-04 el material predominante de la edificación, en el mapa No. E-05 el uso de suelo, en el mapa E-06 el sistema estructural y en el mapa No. E-07 se muestra el estado de conservación.

En el mapa No. E04, referente a los materiales existentes en las edificaciones del distrito de Villa El Salvador, se realizó un análisis estadístico de la muestra, dando como resultado la grafica que se presenta en la Figura 6, donde es notorio que el material predominante es la mampostería de ladrillo que representa el 89% de la muestra. Debe destacarse que existen edificaciones de concreto que representan un 5% de la muestra, así como viviendas de madera en laderas de cerros que representan el 6% de las edificaciones muestreadas.



**Figura 6.** Distribución de los materiales de construcción de la muestra del distrito de Villa El Salvador



En el mapa E05 se presenta las manzanas evaluadas y clasificadas de acuerdo al uso del suelo de las edificaciones. En la Figura 7 se presenta el análisis estadístico de la muestra en lo referente al uso del suelo o uso de la edificación de la muestra estudiada. Puede leerse que es predominante el uso en viviendas que ocupan un 80% de la muestra, seguido de viviendas comercio que representan el 8% de la muestra y multifamiliares que representan el 1% de las edificaciones en el área estudiada.

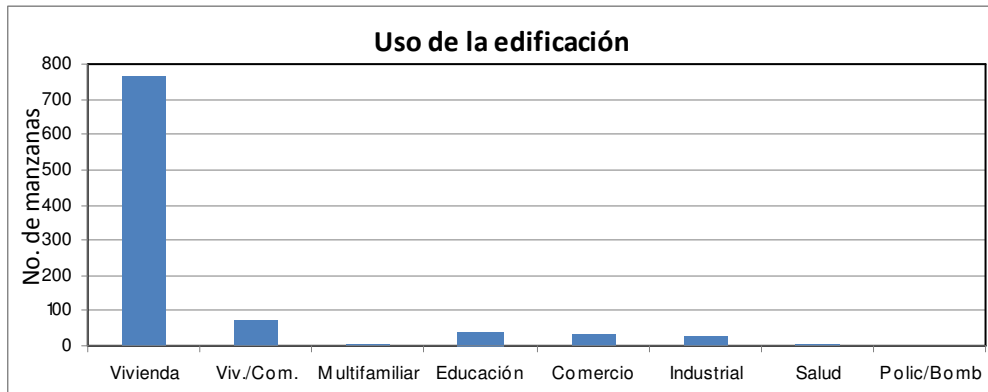


Figura 7 - Distribución del uso del suelo de la muestra del distrito de Villa El Salvador

En el mapa E05 se presenta el levantamiento de información de las manzanas evaluadas relacionadas con el sistema estructural usado en las edificaciones. La Figura 8 presenta la distribución del uso de los sistemas estructurales que arroja la estadística de la muestra usada en el distrito de Villa El Salvador. En el grafico se entiende que el sistema estructural más utilizado es la mampostería de ladrillos de arcilla con diafragmas o techos rígidos que ocupa el 65% de la muestra. Le siguen a este sistema en uso la albañilería confinada con diafragma o techo flexible con un 17% de la muestra, que generalmente se tiene en el último nivel de la edificación. Por otro lado un 6% de la muestra esta representado por la albañilería de construcción informal, mientras que el 4% esta representado por viviendas de entramado de madera.

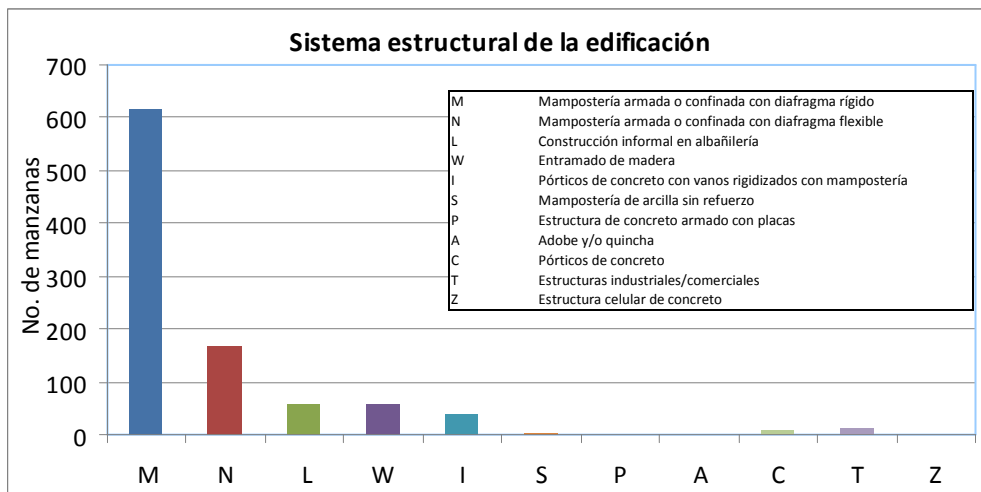


Figura 8. Distribución del uso del sistema estructural muestra del distrito de Villa El Salvador

El mapa temático E07 presenta el estado de conservación de las viviendas del distrito de Villa El Salvador. La Figura 9 presenta los resultados estadísticos de la muestra analizada. El 49% de las edificaciones se encuentra en buen estado de conservación, mientras que el 49% de la muestra

presenta un estado regular de conservación, en contra de un 1% que presenta un mal estado de conservación.

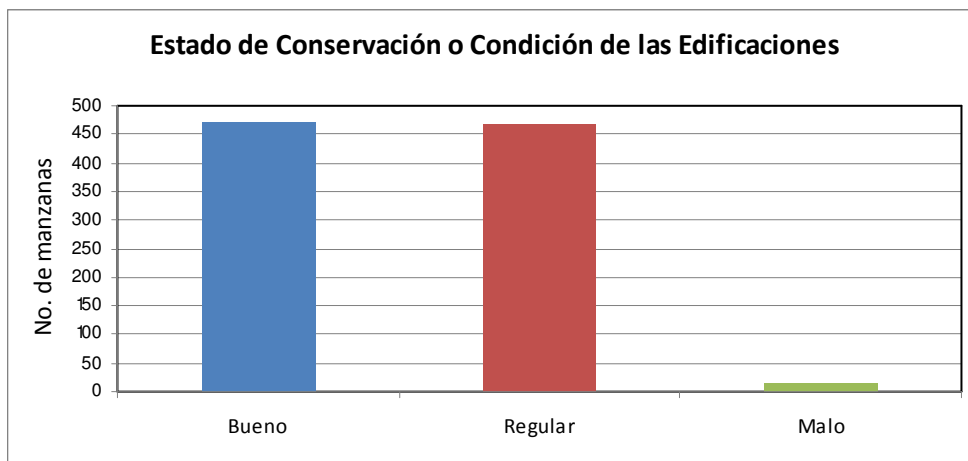


Figura 9 - Estado de conservación de la muestra de edificaciones del distrito de Villa El Salvador

## RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS PRINCIPALES SECTORES

### SECTOR 01A

Para el estudio de vulnerabilidad sísmica del sector, se tomó como una muestra representativa de 18 manzanas que representa la condición de su estado actual.

El sector 01A se caracteriza por ser inicialmente un área destinada a edificaciones del tipo urbana, donde las edificaciones más representativas son las viviendas de albañilería confinada de 2 niveles en regular estado de conservación (ver Figura 10), luego se observó que las subsiguientes son las viviendas de albañilería de 1 y 2 niveles con cobertura ligera en el segundo piso (ver Figura 11) mostrando un estado regular de conservación.



Figura 10. Vivienda de albañilería confinada



Figura 11. Vivienda de albañilería con cobertura ligera





## SECTOR 1B

El Sector 1B está limitado por las avenidas Micaela Bastidas, 1 de Mayo, Revolución, José María Arguedas y José Carlos Mariátegui. Se tomó como una muestra representativa de 27 manzanas que representan la condición actual del sector. Este sector se caracteriza por ser una zona residencial. Las edificaciones más representativas de este sector por orden de representatividad son: viviendas de albañilería confinada de 02 niveles y 01 nivel (ver Figura 12).

En el extremo norte de este sector, cerca al cruce de las avenidas José María Arguedas y Revolución hay un cerro en el cual muchas de las viviendas están construidas con tableros de madera aglomerada, el acceso a las viviendas de este cerro es mediante escaleras de concreto, se observaron informalidades en la construcción principalmente en lo que se refiere a muros de contención, como se puede observar en la Figura 13.

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento pero en algunas edificaciones se observó humedad en la base. No se observaron fisuras en los elementos estructurales.



Figura 12. Tipos de Edificaciones en el Sector 1B



Figura 13. Forma de acceso al cerro, informalidad en la construcción y de la cimentación

## SECTOR 1C

El Sector 1C está limitado por las avenidas Revolución, 1 de Mayo, Separadora Industrial. Se tomó como una muestra representativa de 18 manzanas que representan la condición actual del sector. En el extremo norte del sector hay un cerro, el acceso a las viviendas ubicadas en este cerro es mediante escaleras de concreto.

Este sector se caracteriza por ser una zona residencial. Las edificaciones más representativas de este sector son viviendas de albañilería confinada de 02 niveles y 03 niveles (ver Figura 14). Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en buen y algunas en regular estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento pero si en algunas edificaciones se observó humedad en la base. No se observaron fisuras en los elementos estructurales.



Figura 14. Tipos de Edificaciones en el Sector 1C

- En el cerro se observaron construcciones informales para muros de contención como se observa en las Figura 15 y muchas de las viviendas están construidas con tableros de madera aglomerada tal como se ve en la Figura 16



Figura 15. Bolsas con arena como base para la vivienda



Figura 16. Viviendas en el cerro



## SECTOR 1D

El Sector 01D está limitado por las avenidas Mariano Pastor Sevilla, El Sol, Micaela Bastidas y 1º de Mayo. Este sector cuenta con un total de 69 manzanas de las cuales 25 fueron evaluadas.

En general, este sector corresponde a una zona de viviendas unifamiliares, donde la mayoría de las edificaciones son viviendas de 1 y 2 pisos de mampostería confinada y techos de losa aligerada y techo de cobertura ligera (calamina). La Figura 17 muestra algunos tipos de edificaciones encontradas en este sector.

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación y algunas de ellas han sido construidas de manera informal. No se observaron indicios de asentamiento pero si se observó presencia de humedad en la base en algunas manzanas. No se observaron fisuras en los elementos estructurales.

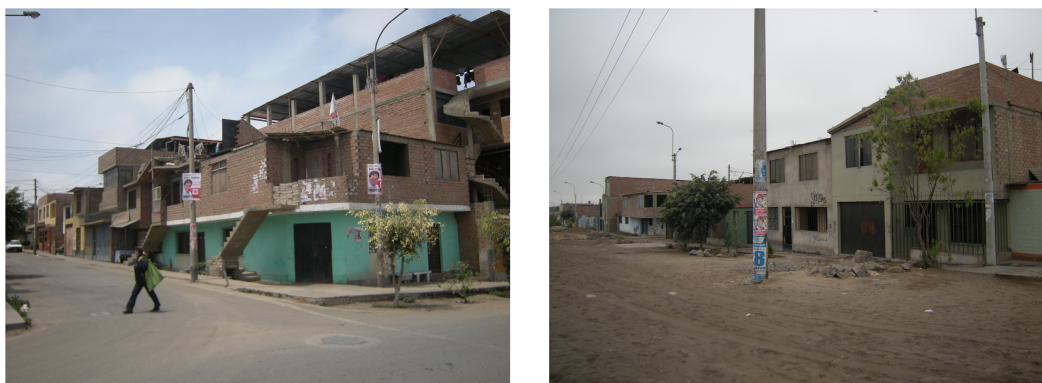


Figura 17. Tipos de edificaciones en el Sector 1D

## SECTOR 1E

El Sector 1E está limitado por las avenidas Micaela Bastidas, 1 de Mayo, Revolución y El Sol. Se tomó una muestra representativa de 27 manzanas para conocer el estado actual de las edificaciones que se encuentran en esta zona. Este sector se caracteriza por ser una zona residencial. Las edificaciones más representativas de este sector son viviendas unifamiliares de albañilería confinada de 2 niveles, seguidas de viviendas de 1 y 3 niveles en orden de representatividad. (Ver Figura 18). Durante la inspección de campo se pudo observar que el material predominante utilizado en la construcción de las viviendas es el ladrillo sólido elaborado artesanalmente como se muestra en la Figura 19. Se pudo notar que muchas de las viviendas son construidas utilizando losas aligeradas en los pisos intermedios y cobertura ligera (calamina) en el último nivel. En muchos casos los muros que sostienen el techo de calamina no cuentan con una viga collar. En este sector, las edificaciones se encuentran en regular estado de conservación.





Figura 18. Tipos de Edificaciones en el Sector 1E.



Figura 19. Tipo de material en las viviendas (ladrillo artesanal)

## SECTOR 1F

El Sector 1F está limitado por las avenidas 1° de Mayo, Separadora Industrial, El Sol y Revolución. Este sector cuenta con un total de 93 manzanas de las cuales 33 fueron evaluadas.

En general, este sector corresponde a una zona de viviendas unifamiliares, donde la mayoría de las edificaciones son viviendas de 1 y 2 pisos construidas con mampostería confinada con techos de losa aligerada y de cobertura ligera (calamina). La Figura 20 muestra algunos tipos de edificaciones encontradas en este sector.

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación y algunas de ellas han sido construidas de manera informal. No se observaron indicios de asentamiento pero si se observó presencia de humedad en la base en algunas manzanas. No se observaron fisuras en los elementos estructurales. Muchas de las calles carecen de pistas ni veredas.



Figura 20. Tipos de edificaciones en el Sector 01D

### SECTOR 02A

En el sector 2A compuesto por un total de 73 manzanas, se ha considerado una muestra de estudio de 23 manzanas. El sector se encuentra ubicado entre la Av. Mariano Pastor Sevilla (Ruta C), Av. El Sol, Av. Micaela Bastidas (Ruta B) y Av. Juan Velasco Alvarado.

El uso predominante en general es de viviendas de uno o dos pisos. En la Figura 21 se muestra las viviendas típicas del sector.



Figura 21: Viviendas en Sector 2ª

En su mayoría se tienen construcciones típicas de albañilería confinada. Como en otros sectores del distrito, se observa la construcción por etapas, observándose que en muchos casos, el último nivel no tiene el techado de concreto, sino uno flexible (calamina). Si bien en el primer piso usan ladrillo macizo, en los niveles superiores se observa el empleo de ladrillo tubular (pandereta). Muchas veces sin tarrajeo o tarrajeo parcial, como puede observarse en la Figura 21.





Figura 22: Viviendas / Comercio en Zona 2A

Generalmente en las avenidas, el uso de las edificaciones es de Comercio-Vivienda, donde puede apreciarse edificaciones de dos o tres pisos, de albañilería confinada y en algunos casos son construidas con sistema de albañilería en una dirección y pórticos en otra, como puede apreciarse en la Figura 22.



Figura 23: Construcciones informales para vivienda y comercio.

En este sector en las manzanas hacia el lado Noroeste, (entre la avenida M.Pastor Sevilla y El Sol) se encontró que en las avenidas las pistas se encuentran sin asfaltar, y en el Jr. San Ricardo hay viviendas de triplay o madera, informales y fuera de normatividad (ver foto arriba).



## SECTOR 02B

El Sector 02B se encuentra limitado por las avenidas El Sol, Revolución, Juan Velasco Alvarado, Micaela Bastidas. Este sector cuenta con un total de 96 manzanas de las cuales 30 fueron evaluadas.

En general este sector consta de viviendas unifamiliares ( Figura 24 y Figura 25) y en algunos casos multifamiliares. Por otro lado al ser este un sector limitado por vías importantes o de ingreso al distrito, esta área tiene varias viviendas con uso comercial (tiendas, negocios, etc). La mayoría del comercio se encuentra concentrado en las avenidas principales como Revolución o Micaela Bastidas.

Los Edificios o equipamiento urbano importantes son: un Colegio (Figura 26), una Iglesia (Figura 27) y un mercado (Figura 28). La mayoría de edificios de viviendas son de 1 y 2 pisos; sin embargo en las zonas aledañas a las vías principales algunas viviendas pueden llegar a tener de 3 hasta 4 pisos. No hay muchas áreas verdes, aunque existen aéreas destinadas a tal fin, estas no son usadas para su función como lo muestra la Figura 29. Si bien es cierto esta zona cuenta con los servicios básicos, carece de asfaltado de en la mayoría de calles y veredas.

La mayoría de casos las edificaciones están en regular estado de conservación, sin embargo hay algunas zonas con alta vulnerabilidad debido a la precariedad de la vivienda y a las condiciones de sitio (ver Figura 30). Estas edificaciones son de albañilería confinada en su mayoría y hechas con ladrillo de arcilla mayormente artesanal (ver Figura 31). Las edificaciones de más de un piso por lo general tienen una última cobertura ligera y los primeros niveles suelen ser de losa aligerada. Es un estándar en este sector que el primer nivel este construido con ladrillo sólido; mientras que los niveles superiores estén contruidos con ladrillo del tipo pandereta lo que se convierte en un factor de vulnerabilidad.

El mercado es una estructura de albañilería en la forma de cerco, la cual alberga en su interior varios puestos de mercado. Estos puestos de mercado son de distintos materiales ya sean madera, metálicas, albañilería; todos estos en mal estado y con una alta vulnerabilidad sísmica.



Figura 24. Vivienda típica de albañilería de 1 piso.



Figura 25. Vivienda típica de albañilería de 2 piso





Figura 26. Institución educativa ubicada en el sector



Figura 27. Vista general de la iglesia ubicada en el sector estudiado



Figura 28. Vista del ingreso lateral al mercado



Figura 29. Vista del estado actual del área destinada a parque



Figura 30. Viviendas ubicada en ladera de cerro



Figura 31. Vivienda con alta vulnerabilidad, construida por apilamiento de ladrillos

## SECTOR 02C

Este sector está limitado por la Av. El Sol (noroeste), por la Av. Separadora Industrial (noreste), por la Av. Juan Velasco Alvarado (sureste) y por la Av. Revolución (suroeste). La nuestra representativa de este bloque para el presente estudio fue 33 manzanas.





Las edificaciones que fueron encontradas en este bloque son generalmente de albañilería confinada de 2 a 3 pisos con techo de losa aligerada cuyo uso urbano en la mayoría de estas corresponde a viviendas y en algunos casos a vivienda-comercio, un ejemplo de este aspecto se puede observar en Figura 32 y Figura 33.



Figura 32. Viviendas típicas, en base a albañilería confinada



Figura 33. Viviendas típicas de 2 pisos y albañilería confinada

Uno de las características observadas relacionadas al estado de las edificaciones de este sector, es la presencia de humedad en los sobre cimientos que en algunos casos se expande a los muros sobre estos, como se puede observar en la Figura 32, esto podría estar comprometiendo las cimentaciones de las edificaciones que presentan esta característica.

## SECTOR 02D

El Sector 02D está limitado por las avenidas Juan Velasco Alvarado, Los Álamos, Cesar Vallejo, Mariano Pastor Sevilla. Este sector cuenta con un total de 88 manzanas de las cuales 26 fueron evaluadas.

En general este sector consta de viviendas con algunas edificaciones que son parte comercio. Existe considerable número de edificaciones con uso comercial, especialmente aquellas que se encuentran ubicadas en las avenidas Cesar Vallejo y Juan Velasco Alvarado. Los Edificios o equipamiento urbano importantes son: 6 instituciones educativas, un grifo (ver Figura 36). La mayoría de edificios de viviendas son de 1 y 2 pisos (ver Figura 34 y Figura 35); sin embargo en las zonas aledañas a las vías principales algunas viviendas pueden llegar a tener de 3 hasta 4 pisos (ver Figura 37). No hay muchas áreas verdes, aunque existen aéreas destinadas a tal fin.

La mayoría de casos las edificaciones están en regular estado de conservación, sin embargo hay algunas zonas con alta vulnerabilidad debido a la precariedad de la vivienda y a la falta de mantenimiento. La mayoría de edificaciones son de albañilería confinada y hechas con ladrillo de arcilla mayormente artesanal. Muchas edificaciones usan unidades de ladrillos del tipo pandereta los cuales no son recomendados para resistir sismos. Es un estándar en este sector que el primer nivel este construido con ladrillo solido; mientras que los niveles superiores estén construidos con ladrillo del tipo pandereta lo que se convierte en un factor de vulnerabilidad. Las edificaciones de más de un



piso por lo general tienen una última cobertura ligera y los primeros niveles suelen ser de losa aligerada.

En algunos casos se ha encontrado que hay lotes sin construir y que están cercados mediante apilados de ladrillos (Ver Figura 38 y Figura 39), lo cual representa una alta vulnerabilidad para esta vivienda. Por otra parte se puede apreciar que la gran mayoría de las edificaciones en este sector han sido construidas sin ninguna intervención de profesionales, pudiéndose apreciar esto en la gran variabilidad de materiales.



Figura 34. Vivienda típica de albañilería de 1 piso



Figura 35. Vivienda típica de albañilería de 2 pisos



Figura 36. Vista general del Grifo



Figura 37. Vista de edificación con uso de vivienda y comercio



Figura 38. Vista de un lote cercado con un apilado de ladrillo



Figura 39. Vista de vivienda de madera en esquina

## SECTOR 2E

El Sector 2E está limitado por las avenidas Juan Velasco Alvarado, Los Álamos, César Vallejo y Separadora Industrial. Se tomó una muestra representativa de 32 manzanas para conocer el estado actual de las edificaciones que se encuentran en esta zona. Este sector se caracteriza por ser una zona mayormente residencial de viviendas unifamiliares y una zona comercial a lo largo de la Av. Revolución cercana a la Municipalidad. Las edificaciones más representativas de este sector son viviendas de albañilería confinada de 2 y 3 niveles como se muestra en Figura 40.

Durante la inspección de campo se pudo observar que el material predominante utilizado en la construcción de las viviendas es el ladrillo tanto artesanal como industrial tal como se muestra en la Figura 41. Se pudo notar que muchas de las viviendas son construidas utilizando losas aligeradas en los pisos intermedios y cobertura ligera (calamina) en el último nivel. En muchos casos los muros que sostienen el techo de calamina no cuentan con una viga collar. En general para este sector, las edificaciones se encuentran en regular estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento, sin embargo en muchas viviendas se encontró humedad en la base.



Figura 40. Tipos de Edificaciones en el Sector 2E.





Figura 41. Tipo de material en las viviendas Sector 2E

### SECTOR 03A

El Sector 03A ubicado en el distrito de Villa el Salvador y delimitado por: Av. Mariano Pastor Sevilla, Av. Cesar Vallejo, Av. Micaela Bastidas y la Av. José Carlos Mariátegui.

Para la evaluación del Sector 03A se tomó 26 manzanas como muestra representativa de dicho sector.

De la evaluación realizada, la mayoría de edificaciones son de 02 pisos. El material de construcción predominante es la mampostería. El uso más representativo de las edificaciones es de vivienda. El sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma rígido. El estado de conservación predominante de las edificaciones evaluadas es Regular.

Las edificaciones representativas del Sector 03A se muestran en la Figura 42, una edificación de vivienda de mampostería confinada con techo de aligerado en regular estado y en la Figura 43, una vivienda de mampostería confinada con aligerado en el primer techo y cobertura ligera en el segundo techo, en regular estado.



Figura 42. Vivienda de mampostería confinada con diafragma rígido



Figura 43. Vivienda de mampostería confinada con cobertura ligera

El Sector 03A se caracteriza por ser un sector residencial en crecimiento, el cual en general no cuenta con vías asfaltadas (Véase Figura 44).



Figura 44. Avenidas no asfaltadas

### SECTOR 03C

Para la realización del estudio de vulnerabilidad sísmica de este sector, se tomó como una muestra representativa de 23 manzanas que representa la condición actual del sector.

El sector 03C se caracteriza por un área destinada a edificaciones del tipo urbana, donde las edificaciones más representativas son las viviendas de albañilería confinada de 02 niveles con cobertura ligera (calamina) en regular estado de conservación (ver Figura 45), edificaciones de uso mixto (comercio y vivienda) de 02 a mas niveles (ver Figura 46) y zonas industriales (ver Figura 47). Todas estas edificaciones en un estado de conservación regular.



Figura 45. Vivienda de albañilería confinada



Figura 46. Edificación de uso mixto



Figura 47. Zonas industriales

### SECTOR 03E

El Sector 03E está limitado por las avenidas Revolución, 200 Millas, Micaela Bastidas, y José Carlos Mariátegui. Este sector cuenta con un total de 78 manzanas de las cuales 29 fueron evaluadas.

Este sector consta en su mayoría de viviendas; aunque existe un considerable número de edificaciones con uso comercial, especialmente aquellas que se encuentran ubicadas en las avenidas Revolución, y Micaela Bastidas.

Las viviendas en este sector tienen un estado regular de conservación en la mayoría de casos habiendo, sin embargo, viviendas con una precaria condición de construcción y mantenimiento donde la humedad es un factor importante (Ver Figura 48 y Figura 49). La mayoría de edificaciones son de albañilería confinada y hechas con ladrillo de arcilla, mayormente artesanal. Muchas edificaciones usan unidades de ladrillos del tipo pandereta los cuales no son recomendados para resistir sismos. Generalmente el primer nivel está construido con ladrillo sólido; mientras que los niveles superiores están contruidos con ladrillo del tipo pandereta lo que se convierte en un factor de vulnerabilidad. Las edificaciones de más de un piso por lo general tienen una última cobertura ligera y los primeros niveles suelen ser de losa aligerada.

En algunos casos se ha encontrado que hay lotes a medio construir y que están cercados mediante apilados de ladrillos (Ver Figura 50), lo cual representa una alta vulnerabilidad para esta vivienda. En otros casos, la albañilería no está confinada (Ver Figura 51). Por otra parte se puede apreciar que la gran mayoría de las edificaciones en este sector han sido construidas sin ninguna intervención de profesionales, pudiéndose apreciar esto en la gran variabilidad de materiales.





Figura 48. Vivienda típica de albañilería de 1 piso.



Figura 49. Vivienda típica de albañilería de 2 piso



Figura 50. Vista de una vivienda con unidades de ladrillo sin confinar y en mal estado



Figura 51. Vista de vivienda de albañilería sin confinar con daño por humedad

### SECTOR 3F

Con el objetivo de estudiar la vulnerabilidad sísmica en este sector, se evaluaron 27 manzanas las cuales representan la condición actual del sector.

Este sector se caracteriza por tener edificaciones del tipo urbana, donde se pudo observar edificaciones destinadas a viviendas de mampostería confinada de 02 niveles donde estas son las más representativas, con un regular estado de conservación (ver Figura 52). Por otro lado se observó viviendas de mampostería confinada de 02 niveles con cobertura de calaminas o ligeras (Ver Figura 53).



Figura 52. Vivienda de albañilería confinada 02 niveles



Figura 53. Vivienda con cobertura ligera

### SECTOR 3H

Este sector se encuentra hacia el Sur de la zona industrial del distrito Villa El Salvador. Este sector limita con las avenidas Pachacútec, José C. Mariátegui, Separadora Industrial y el Jr. Los Roladores. La muestra representativa para este sector fue 15 manzanas de un total de 52 manzanas.

En general el sector presenta un relieve plano, con pocos desniveles, debe mencionarse, que hay dos puntos saltantes de desnivel. En la manzana 1501420300047 en la Av. Pachacútec (terrenos industriales) se observa un desnivel equivalente a más de dos pisos (aprox. 8m). También en la manzana interior 15014204400017 (viviendas), el desnivel observado es de más de dos metros. Ver Figura 54 y Figura 55 a continuación.



Figura 54. Desnivel de 8m entre calle y lote de terreno



Figura 55. Desnivel entre pista y lote de terreno

En sector con excepción de las avenidas principales, la mayoría de las calles se encuentran sin asfaltar, quedando expuesto el terreno arenoso compactado.

Este sector es de uso industrial y viviendas. Las manzanas son de mayor dimensión, (hacia la Av. Pachacútec) son predominantemente industrial, talleres, depósitos, y hacia Av. Separadora Industrial, son manzanas más pequeñas y las calles más estrechas, donde el uso generalmente es de viviendas (ver Figura 56 y Figura 57).





Figura 56. Predios industriales y talleres



Figura 57. Zona de módulos de vivienda

En las casas o casas –talleres se observa que el último nivel es bastante común el uso de cobertura flexible. Se observa el uso de ladrillo tubular en forma inapropiada en los niveles superiores o ampliaciones. También el uso provisional de los niveles superiores no justifica construcciones con material sólo apilado o con palos y cobertura, siendo vulnerable al volteo (ver Figura 58):



Figura 58. uso de material apilado y cobertura ligera en niveles superiores



Figura 59. Zona de módulos de vivienda

En algunos zonas se observaron chozas, de construcción informal aparentemente para uso de depósitos o viviendas (ver Figura 59 que corresponden a una manzana “industriales” 15014203000047, cerca a Av. Pachacútec). La zona de viviendas hacia Av. Separadora Industrial en apariencia fueron módulos básicos de viviendas. En algunos casos se han hecho ampliaciones, pero llama la atención dos viviendas -posiblemente construcciones originales- en la misma manzana (15014204400017), con daño: rajaduras, desprendimiento de recubrimiento. Ver figuras a continuación:



Figura 60. Modulo de vivienda con rajadura en muro de albañilería



Figura 61. Modulo de vivienda con grietas. Ver foto siguiente



Figura 62. Desprendimiento de recubrimiento en base de columna de vivienda en Figura 61



Figura 63. Línea de transmisión en la Av. Pachacútec

Se observaron torres de transmisión de electricidad en la Av. Pachacútec como se puede apreciar en la Figura 63.

#### SECTOR 4A

El Sector 04A está limitado por las avenidas Revolución, 200 Millas, Universitaria, y Separadora Industrial. Este sector cuenta con un total de 96 manzanas de las cuales 31 fueron evaluadas.

Las viviendas en este sector tienen un estado regular de conservación en la mayoría de casos habiendo, sin embargo, viviendas con una precaria condición de construcción y mantenimiento donde la humedad es un factor importante (Ver Figura 66 y Figura 67). La mayoría de edificaciones son de albañilería confinada y hechas con ladrillo de arcilla, mayormente artesanal. En algunos casos se han encontrado la combinación de distintos tipos de unidades de ladrillos, combinando por ejemplo unidades de arcilla y unidades sillico calcáreas. Muchas edificaciones usan unidades de ladrillos del tipo pandereta los cuales no son recomendados para resistir sismos. Generalmente el primer nivel está construido con ladrillo sólido; mientras que los niveles superiores están construidos con ladrillo del tipo pandereta lo que se convierte en un factor de vulnerabilidad. Las edificaciones de más de un piso por lo general tienen una última cobertura ligera y los primeros niveles suelen ser de losa aligerada. En este sector no se ha encontrado una alta presencia de humedad, salvo en algunas pocas viviendas.



El tipo de ladrillo predominante en este sector es de fabricación artesanal, lo cual eleva la vulnerabilidad de la zona dado a la incertidumbre en sus propiedades. Asimismo el estado de conservación de las de las estructuras es precario ya que el tiempo y la humedad ha degradado el estado de la albañilería.



Figura 64. Vivienda típica de albañilería de 1 piso.



Figura 65. Vivienda típica de albañilería de 2 piso.



Figura 66. Vista de una vivienda con unidades de ladrillos distintos y en mal estado en un mismo vano



Figura 67. Vista de vivienda de albañilería en mal estado y dañado humedad

## SECTOR 04B

Para este sector se considero una muestra representativa objeto de estudio de 19 manzanas de un total de 61 manzanas.

Es un sector limitado por vías importantes como son la Av. 200 Millas por el norte, la Av. A por el sur, el Jr. Pueblo Nuevo por el este y la Av. Separadora Industrial por el oeste. Se caracteriza este sector por ser una zona residencial con viviendas de albañilería confinada, en su mayoría de 2 niveles y techo de losa aligerada (Ver Figura 68).



Figura 68. Tipos de edificaciones en el sector 04B

El tipo de ladrillo usado en su mayoría es Industrial – Hueco. Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento ni humedad en la base. No se observaron fisuras en los elementos estructurales.

#### SECTOR 04C

El Sector 04C se encuentra delimitado por: Av. Separadora Industrial, Av. María Reich, Av. Lima, Calle 12 y Av. “A”. Para la evaluación del Sector 04C se tomó 17 manzanas como muestra representativa de dicho sector.

De la evaluación realizada, la mayoría de edificaciones son de 01 piso. El material de construcción predominante es la mampostería. El uso más representativo de las edificaciones es de vivienda. El sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma flexible. El estado de conservación predominante de las edificaciones evaluadas es Regular.

Las edificaciones representativas del Sector 04C se muestra en la Figura 69, una edificación de vivienda de mampostería confinada con diafragma flexible en regular estado y en la Figura 70, aunque no de forma representativa una vivienda de mampostería confinada con diafragma rígido en regular estado.



Figura 69. Vivienda de mampostería confinada con cobertura ligera



Figura 70. Vivienda de mampostería confinada

El Sector 04C se caracteriza por ser un sector residencial en crecimiento, el cual gran parte de sus vías no están asfaltadas (Véase Figura 71). Además de poseer una topografía poco accidentada



cuenta con un área de considerable tamaño usado como paradero final de Autobuses (Véase Figura 71).



Figura 71. Vía no asfaltada



Figura 72. Área usada como paradero final de Autobuses

#### SECTOR 4D

El Sector 4D está limitado por las avenidas Pachacutec, Lima, A y Calle 12. Se tomó como una muestra representativa de 21 manzanas que representan la condición actual del sector. Este sector se caracteriza por ser una zona residencial. Las edificaciones más representativas de este sector por orden de representatividad son: viviendas de albañilería confinada de 01 nivel en regular estado de conservación y en igual proporción las viviendas de albañilería confinada de 02 niveles con buen estado de conservación y las de madera de 01 nivel con regular estado de conservación (ver Figura 73). No se observaron indicios de asentamiento ni humedad en la base. No se observaron fisuras en los elementos estructurales.

Alrededor de la mitad del sector está ubicado en un cerro, en esta zona existen construcciones informales de albañilería.



Figura 73. Tipos de Edificaciones en el Sector 4D

#### SECTOR 5A

El Sector 5A está limitado por las avenidas Pedro Jose Miota, Mateo Pumacahua, Mariano Pastor Sevilla, 1 de Mayo y carretera Panamericana Sur. Se tomó como una muestra representativa de 19 manzanas que representan la condición actual del sector. Este sector se caracteriza por ser una zona residencial. Las edificaciones más representativas de este sector son viviendas de albañilería



confinada de 02 niveles y 03 niveles (ver Figura 74). Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento pero si en algunas edificaciones se observó humedad en la base. No se observaron fisuras en los elementos estructurales.

Se observó la invasión de un pasaje ubicado paralelo con la Av.2, cruce con Av. Mateo Pumacahua, también un aviso en una calle paralela a Av. Mateo Pumacahua que cruza con la Av. 2, como siendo propiedad privada.



Figura 74. Tipos de Edificaciones en el Sector 5A

## SECTOR 5B

El Sector 5B ubicado en el distrito de Villa el Salvador y delimitado por: Av. Panamericana Sur, Av. 1ro de Mayo, Av. Mariano Pastor Sevilla, Av. Separadora Agro-Industrial y la Av. José Carlos Mariátegui.

Para la evaluación del Sector 05B se tomó 21 manzanas como muestra representativa de dicho sector.

De la evaluación realizada, la mayoría de edificaciones son de 01 y 02 pisos. El material de construcción predominante es la mampostería. El uso más representativo de las edificaciones es de vivienda e industria. El sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma flexible y Estructuras Industriales / Comerciales. El estado de conservación predominante de las edificaciones evaluadas es Regular.

Las edificaciones representativas del Sector 5B se muestran en la Figura 75, una edificación de vivienda confinada con cobertura ligera en regular estado y en la Figura 76, una estructura industrial con muros de albañilería y cobertura libre en buen estado.



Figura 75. Vivienda de mampostería confinada con diafragma flexible



Figura 76. Centro Logístico Villa el Salvador. Almacenes del Perú

El Sector 5B se caracteriza por ser un sector agro-industrial y de vivienda, contando con áreas destinadas a la agricultura (Véase Figura 77), la ganadería y avicultura (Véase Figura 78) e industria, así como áreas urbanizadas o en proceso de urbanización.



Figura 77. Área de Agricultura



Figura 78. Área de Ganadería

Dicho sector cuenta también con criaderos informales de animales que son un posible foco de enfermedades infectocontagiosas (Véase Figura 79), además de áreas usadas como cementerio en crecimiento. (Véase Figura 80).



Figura 79. Criadero informal de cerdos



Figura 80. Cementerio en crecimiento





## SECTOR 6A

El Sector 6A está limitado por las avenidas Mariano Pastor Sevilla, Juan Velasco Alvarado, María Elena Moyano y El Sol. Se tomó una muestra representativa de 22 manzanas para conocer el estado actual de las edificaciones que se encuentran en esta zona. Este sector se caracteriza por ser una zona mayormente residencial de viviendas unifamiliares. Las edificaciones más representativas de este sector son viviendas de albañilería confinada de 1 y 2 niveles como se muestra en la Figura 81. Durante la inspección de campo se pudo observar que el material predominante utilizado en la construcción de las viviendas es el ladrillo sólido elaborado artesanalmente como se muestra en la Figura 82. Se pudo notar que muchas de las viviendas son construidas utilizando losas aligeradas en los pisos intermedios y cobertura ligera (calamina) en el último nivel. En muchos casos los muros que sostienen el techo de calamina no cuentan con una viga collar. En este sector, las edificaciones se encuentran en regular estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento, sin embargo en muchas viviendas se encontró humedad en la base.



Figura 81. Tipos de Edificaciones en el Sector 2E



Figura 82. Tipo de material en las viviendas

## SECTOR 6B

El Sector 6B está limitado por las avenidas Mariano Pastor Sevilla, César Vallejo, María Elena Moyano y Juan Velasco Alvarado. Se tomó una muestra representativa de 15 manzanas para conocer el estado actual de las edificaciones que se encuentran en esta zona. Este sector se caracteriza por ser una zona mayormente residencial de viviendas unifamiliares. Las edificaciones





más representativas de este sector son viviendas de albañilería confinada de 1 y 2 niveles como se muestra en la Figura 83.

Durante la inspección de campo se pudo observar que el material predominante utilizado en la construcción de las viviendas es el ladrillo sólido elaborado artesanalmente como se muestra en la Figura 84. En muchos casos se observó que las viviendas cuentan con losas aligeradas en los pisos intermedios y cobertura ligera (calamina) en el último nivel. En este sector, las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación.



Figura 83. Tipos de Edificaciones en el Sector 6B



Figura 84. Tipo de material en las viviendas

## SECTOR 6C

El Sector 6C está limitado por las avenidas Mariano Pastor Sevilla, José Carlos Mariátegui, María Elena Moyano y Cesar Vallejo. Se tomó como una muestra representativa de 25 manzanas que representan la condición actual del sector. Este sector se caracteriza por ser una zona residencial. Las edificaciones más representativas de este sector son viviendas de albañilería confinada de 02 niveles en buen estado de conservación y 01 nivel en regular estado de conservación (ver Figura 85). No se observaron indicios de asentamiento pero si en algunas edificaciones se observó humedad en la base. No se observaron fisuras en los elementos estructurales.



Figura 85. Tipos de Edificaciones en el Sector 6C

### SECTOR 6D

El Sector 6D está limitado por las avenidas El Sol, Separadora Agro Industrial, Jorge Chávez y María Elena Moyano. Se tomó una muestra representativa de 20 manzanas, que representan la condición actual del sector. Este sector se caracteriza por ser una zona residencial, donde las edificaciones más representativas son viviendas de 02 niveles de construcciones formales e informales de albañilería confinada. También se observan edificaciones de 01 nivel de albañilería confinada, en buen estado de conservación (ver Figura 86). No se observaron indicios de asentamiento ni humedad en la base en las edificaciones del sector. Asimismo, no se encontraron fisuras en los elementos estructurales. Este sector no presenta veredas ni calles pavimentadas.



Figura 86. Tipos de Edificaciones en el Sector 6D

### SECTOR 6E

Este sector está limitado por la Av. Jorge Chavez (noroeste), por la Av. María Elena Moyano (noreste), por la Av. José Carlos Mariátegui (sureste) y por la Av. Magisterio (suroeste). La muestra representativa de este bloque para el presente estudio fue 22 manzanas.

Las edificaciones que fueron encontradas en este bloque son generalmente de albañilería confinada de 2 a 3 pisos con techo de losa aligerada cuyo uso urbano en la mayoría de estas corresponde a viviendas y en algunos casos a vivienda-comercio, un ejemplo de este aspecto se puede observar en Figura 87 y Figura 88. Sin embargo dos puntos resaltan en esta zona, primero la zona de viviendas tipo rural mezcladas con viviendas típicas en albañilería confinada que se ubican en el cruce de la Av. José Carlos Mariátegui y Av. Magisterio, esto se puede observar en la Figura 89, el segundo punto resaltante es la presencia de centros educativos funcionando en viviendas que fueron





aconditionados para este uso, la muestra es la fachada principal de uno de estos centros educativos. Una de las características observadas relacionadas al estado de las edificaciones de este sector, es la presencia de humedad en los sobrecimientos que en algunos casos se expande a los muros sobre estos, como se puede observar en la Figura 90, esto podría estar comprometiendo las cimentaciones de las edificaciones que presentan esta característica.



Figura 87. Viviendas típicas, de 1 a 3 pisos en base a albañilería confinada



Figura 88. Viviendas típicas, de 2 a 3 pisos en base a albañilería confinada



Figura 89. Viviendas rurales mezcladas con viviendas en base a albañilería confinada



Figura 90. Viviendas acondicionadas como centros educativos

### SECTOR 7A y 7B

En este sector se encuentran la mayoría de viviendas del distrito Villa El Salvador. Comprende el área limitada por las Avenidas José Carlos Mariátegui (NO), Mariano Pastor Sevilla (ruta C al NE), Av 200 Millas (SE) y Av. María E. Moyano (Ruta D, al SO). La muestra representativa para este sector (07A y 07B) está conformada por 33 manzanas de un total de 96 manzanas.

Predominantemente el uso de viviendas, comercio en las avenidas. En Av. M. Pastor Sevilla se comercializa materiales de construcción usando incluso áreas de berma (públicas), Ver Figura 91 y Figura 92. Además de las avenidas principales, solo algunas calles interiores están asfaltadas.



Figura 91. Calle típica con viviendas, algunas pistas asfaltadas



Figura 92. Venta de material de construcción en Av. M. Pastor Sevilla.I

En cuanto al tipo estructural se encuentran principalmente viviendas de albañilería, pero como es característico, el crecimiento gradual y por etapas permiten ver techados ligeros (flexibles, calaminas) en el último nivel. Algo notorio en varias manzanas del lado Sur es la existencia de casas de material provisional con tablas maderas, triplay tipo chozas, observándose también ampliaciones en 2do nivel también con material informal. (Ver Figura 93 y Figura 94 a continuación). En algunos casos son nuevas y en buen estado de conservación, pero no deja de ser material provisional, no ingenieril (Ver Figura 95 y Figura 96).



Figura 93. Vivienda con material informal (Choza)



Figura 94. También informal en ampliaciones del 2do nivel



Figura 95. En este caso los dos niveles y vivienda vecina también



Figura 96. Mejor estado de conservación por ser reciente, pero sigue siendo material no ingenieril





También con materiales provisionales son las viviendas en zona de invasión adyacente a manzana de Parroquia (ver Figura 98 más abajo)

En una manzana (15014203700045) se observó una vivienda con deterioro y rajaduras, como se ve en las figuras a continuación:



Figura 97. Lote de vivienda con grietas de deterioro de material



Figura 98. La vivienda anterior, detalle de daño observado

### SECTOR 08A y 08B

Los sectores 8A y 8B corresponden al Parque Industrial del Villa El Salvador. Se encuentra limitado por las Av. Mateo Pumacahua, Pachacútec, (El Sol), Los Roladores y Separadora Industrial. De un total de 94 manzanas (8A=55mz, 8B=39mz) se ha tomado una muestra representativa de de 32 manzanas (8A=18mz, 8B=14mz)

La topografía muestra un relieve plano, con terrenos grandes para uso industrial, por lo que no hay gran densidad de construcción sino muchos cercos. En algunos casos son Edificaciones de concreto y/o albañilería y en otros casos naves industriales (Ver Figura 99 y Figura 100).



Figura 99. Edificación de uso industrial



Figura 100. Nave industrial grandes luces y cobertura de planchas sobre armadura metálica

La parte cercana al Norte (Pumacahua-El Sol) predominan los talleres y naves industriales, mientras que la parte Sur (El Sol – Los Roladores) es la parte más comercial con mercado de mueble y tiendas de exposición (ver Figura 101).



Figura 101. Zona comercial hacia el Sur del Sector



Figura 102. Frente Av. Pachacutec, talleres pequeños y comercio

En algunos casos, como el frente de una manzana hacia Pachacutec para uso comercial y de talleres son de lotes más pequeños que los típicos industriales, o en otros casos ciertos lotes subdivididos dan lugar a edificios más típicos de albañilería de uno o dos pisos para uso de talleres-viviendas (Ver Figura 102)

No acorde con el uso y tipos de edificios en la zona, hay ciertas manzanas (por ejemplo 15014200700044 y 15014200700031) con viviendas informales, aparentemente producto de invasión (Figura 104). También en esta zona se aprecia gran desnivel entre esquinas de la manzana o respecto a la avenida como se puede apreciar en las Figura 103 y Figura 104 a continuación:



Figura 103. Desnivel en calle de manzanas de viviendas informales



Figura 104. Desnivel entre avenida y manzana, así como viviendas informales (chozas)

Hacia Separadora Industrial con Pumacahua se encuentra el Centro de Servicios de Sedapal en la mz. 15014200700050. (Ver Figura 105 y Figura 106 ): Un lado de esta manzana (probablemente parte de la vía pública) está ocupada por una hilera de viviendas informales (chozas) en estado precario.





Figura 105. Centro de Servicios de Sedapal



Figura 106. Calle lateral con viviendas informales

Por la Av. Separadora Industrial, pasa la vía elevada del tren eléctrico, justamente frente al local de Sedapal, como se aprecia en la Figura 107.



Figura 107. Viaducto para tren eléctrico frente a local Sedapal



Figura 108. Instalaciones del tren eléctrico

En el límite Sur del sector destaca una gran área correspondiente a los depósitos para el Tren Eléctrico (Av. Separadora Industrial con Los Roladores, ver Figura 108)

En el límite del sector (hacia el N), pero muy cerca en la Prolongación de Av. Pedro Huillca esquina con Av. Pumacahua se aprecian torres de alta tensión (eléctricas) como se puede apreciar en la Figura 109. También en la zona se encontraron dos grifos en esquina como se muestra en la Figura 110 que se ubica entre Av. El Sol y Av. Pachacutec.



Figura 109. Viaducto para tren eléctrico frente a local Sedapal



Figura 110. Instalaciones del tren eléctrico

## SECTOR 09

El Sector 09 ubicado en el distrito de Villa el Salvador y delimitado por: Av. 200 Millas, Av. María Elena Moyano y la Av. José Carlos Mariátegui.

Para la evaluación del Sector 09 se tomó 27 manzanas como muestra representativa de dicho sector.

De la evaluación realizada, la mayoría de edificaciones son de 01 piso. El material de construcción predominante es la mampostería y la madera. El uso más representativo de las edificaciones es de vivienda. El sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma rígido, diafragma flexible y entramados de madera. El estado de conservación predominante de las edificaciones evaluadas es Regular.

Las edificaciones representativas del Sector 09 se muestran en la Figura 111, una edificación de vivienda de mampostería confinada con techo de aligerado en regular estado y en la Figura 112, una vivienda de madera cobertura ligera en regular estado.



Figura 111. Vivienda de mampostería confinada con diafragma rígido



Figura 112. Vivienda de madera con cobertura ligera





El Sector 09 se caracteriza por ser un sector residencial en crecimiento, el cual en general no cuenta con vías asfaltadas, además de tener gran parte de construcciones de madera principalmente en la cima de la ladera (Véase Figura 113).



Figura 113. Vía no asfaltada y construcciones de madera

## SECTOR 10A

Para este sector se consideró una muestra representativa objeto de estudio de 35 manzanas de un total de 99 manzanas.

Es un sector limitado por tres vías importantes como son la Av. Pastor Sevilla por el norte, la Av. 200 Millas por el oeste y la Av. Revolución por el este. Este sector se encuentra ubicado sobre los arenales que se observan al este de la Vía Panamericana Sur. Se caracteriza por ser una zona urbana reciente consolidación, donde la mayoría de viviendas son precarias y se encuentran en proceso de construcción (ver Figura 115). El tipo de vivienda característica es de entramados de madera de un solo nivel techado con cobertura ligera en regular estado de conservación (ver Figura 114), también se observan viviendas de albañilería recientemente construidas de un nivel y/o dos niveles a medio construir, la mayoría de ellas aún no cuentan con acabados.

La topografía del sector presenta una leve pendiente por ubicarse sobre dunas. Asimismo dicha zona no cuenta con pistas, veredas, parques, jardines y recién se están concluyendo los trabajos de las instalaciones de agua y alcantarillado (ver Figura 116).

Dentro de las edificaciones importantes podemos mencionar una escuela de nivel inicial y primario cuyo sistema sismorresistente predominante es albañilería confinada. De otro lado se observa un tanque elevado de concreto armado, ubicado en la zona más alta de sector.

En la parte más baja del sector existe una laguna de oxidación, en cuyas riveras se han instalado viviendas informales de madera (Nuevo Oasis - Figura 117).



Figura 114. Viviendas de informales de madera.



Figura 115. Viviendas de albañilería sin acabados.



Figura 116. Calles sin asfaltar y huecos para trabajos de saneamiento.



Figura 117. Nuevo Oasis.

## SECTOR 10B

El Sector 10B está limitado por las avenidas Forestal, Universitaria, María Reiche. Este sector cuenta con un total de 49 manzanas de las cuales 17 fueron evaluadas.

En general, este sector corresponde a una zona de viviendas unifamiliares, donde la mayoría de las edificaciones son viviendas de 1 y 2 pisos de mampostería confinada y techos de losa aligerada y techo de cobertura ligera (calamina) seguida por viviendas de madera de 1 piso en regular estado de conservación. La Figura 118 muestra algunos tipos de edificaciones encontradas en este sector.

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación salvo algunas de madera y algunas de ellas han sido construidas de manera informal. No se observaron indicios de asentamiento pero si se observó presencia de humedad en la base en algunas manzanas. No se observaron fisuras en los elementos estructurales.

Muchas de las calles no tienen pistas ni veredas.



Figura 118. Tipos de edificaciones en el Sector 10B

- Se observaron construcciones informales para muros de contención y cimentación de las viviendas en el cerro como se observa en la Figura 119. En las cuales se ha empleado neumáticos.



Figura 119. Cimentación informal empleando neumáticos.

### SECTOR 10C

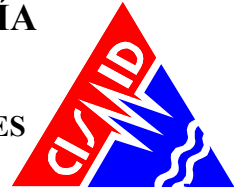
El Sector 10C está limitado por las avenidas Revolución, Universitaria, Forestal, y María Reich. Este sector cuenta con un total de 102 manzanas de las cuales 33 fueron evaluadas. Este sector consta en su mayoría de viviendas; con algunas edificaciones con uso comercial.

La mayoría de edificios de viviendas son de un piso (ver Figura 120); sin embargo en las zonas aledañas a las vías principales algunas viviendas pueden llegar a tener de 3 hasta 4 pisos. Se puede apreciar en esta zona que la mayoría de manzanas son asentamientos de población de escasos recursos, llegando en algunas partes a tener viviendas de madera y plástico. Otro aspecto importante es la considerable humedad presente en la mayoría de viviendas en este sector, lo cual se evidencia en la parte inferior de las viviendas (ver Figura 124).

Las viviendas en este sector tienen un estado pobre estado de conservación en la mayoría de casos. La mayoría de edificaciones son de albañilería confinada y hechas con ladrillo de arcilla, mayormente artesanal.

En este sector existe una zona que fue urbanizada en los años de 1980's, la cual comprende viviendas típicas de albañilería de un nivel. Estas viviendas se componen de ladrillos de cemento, las cuales presentan diversos daños en su mayoría (ver Figura 122 y Figura 123). Este daño se hace





extensivo a casi toda esta zona encontrándose fisuras y grietas en columnas y vigas de confinamiento, y en losas (ver Figura 125). Además todas estas viviendas están directamente atacadas por la humedad del ambiente, lo cual ha llegado a dañar el concreto y el acero de refuerzo de algunas viviendas. En resumen se puede decir que la vulnerabilidad de todas estas viviendas es alta debido a sus deficiencias estructurales y debido a la humedad.

Generalmente el primer nivel está construido con ladrillo sólido; mientras que los niveles superiores están contruidos con ladrillo del tipo pandereta lo que se convierte en un factor de vulnerabilidad (ver Figura 121). Las edificaciones de más de un piso por lo general tienen una última cobertura ligera y los primeros niveles suelen ser de losa aligerada. El tipo de ladrillo predominante en este sector es de fabricación artesanal, lo cual eleva la vulnerabilidad de la zona dado a la incertidumbre en sus propiedades.



Figura 120. Vivienda típica de albañilería de 1 piso.



Figura 121. Vivienda típica de albañilería de 2 piso



Figura 122. Fisura Diagonal en vano de albañilería



Figura 123. Grieta horizontal en losa de techo





Figura 124. Presencia de humedad en cimentación de vivienda de albañilería



Figura 125. Daño en la viga de confinamiento y la losa de la vivienda, dejando expuesto el acero de refuerzo

## SECTOR 10D

Para este sector ubicado entre las avenidas Av. Reiche, Av. Separadora Industrial, Av. Universitaria y Av Revolución; donde se tomó una muestra representativa de 29 manzanas mostrando la condición actual del sector. De la visita de campo se observó que las viviendas más representativas son viviendas de albañilería confinada de 1 nivel (ver Figura 126) y prosiguiendo 2 niveles (Ver Figura 127) mostrando en todo el sector un estado regular de conservación; muchas de estas viviendas mostraron ligera humedad, con predominancia a tener techado de coberturas ligeras o calaminas.



Figura 126. Vivienda de albañilería confinada de 1 nivel



Figura 127. Vivienda de albañilería confinada de 2 niveles

## SECTOR 10E

El Sector 10E está limitado por las avenidas María Reiche y Forestal. Se evaluaron 21 manzanas en este sector.

En general, este sector corresponde a una zona de viviendas unifamiliares, donde la mayoría de las edificaciones son viviendas de 1 piso de mampostería confinada, con techos de losa aligerada y de cobertura ligera (calamina). La Figura 128 muestra algunos tipos de edificaciones encontradas en este sector.

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación salvo algunas de madera y algunas de ellas han sido construidas de manera informal. No se observaron indicios de asentamiento ni de presencia de humedad en la base. No se observaron fisuras en los elementos estructurales. Muchas de las calles no tienen pistas ni veredas.



Figura 128. Tipos de edificaciones en el Sector 10E

### SECTOR 11

El sector 11 se encuentra comprendido en la zona costera del distrito de Villa El Salvador, encontrándose a ambos lados de la carretera Panamericana Sur teniendo como límites la zona de la variante con el distrito de Chorrillos y la zona cercana a la refinería de Conchan.



Figura 129: Viviendas en el Sector 11

En este sector el material predominante es la albañilería confinada, encontrándose que en representatividad, las viviendas de 1 piso son las que predominan. Se pudo observar la gran concentración de personas en las laderas de las dunas conocidas como Lomo de Corvina, donde se han generado asentamientos humanos cuyas viviendas en gran parte son construcciones informales de madera que se encuentran construidas sobre un suelo sumamente flexible, como puede observarse en la foto de la derecha que aparece en la Figura 129.



Figura 130: Edificaciones Industriales en el Sector 11

Asimismo en ambos lados de la carretera Panamericana Sur se encuentran edificaciones industriales como las que se muestran en la Figura 130, donde puede observarse que son estructuras con cubiertas metálicas de poco peso o en otros casos estructuras masivas de concreto como silos de almacenaje de cemento y agregado.

## EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES

### Conceptos Generales

La determinación de la vulnerabilidad sísmica de una edificación es el grado de susceptibilidad de daño ante la ocurrencia de un terremoto. Conociendo este grado, que generalmente es expresado como edificación en buen estado, edificación regular, edificación en mal estado y edificación colapsada, es cuantificar el daño.

### Formas de Evaluación

Su evaluación puede realizarse básicamente usando dos criterios: método determinístico y método por criterio.

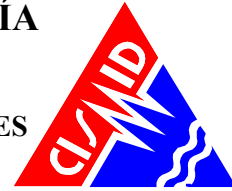
### Método Determinístico

El método determinístico se basa en un estudio detallado de la estructura. Este estudio se basa en la evaluación mediante una inspección, toma de muestra de materiales, medición de la vibración en la estructura, auscultación del de cimentación, verificación de profundidad del cimiento y la modelación matemática de la estructura a través de programas especializados competentes, para producir un diagnóstico de la respuesta sísmica y encontrar si la edificación resistirá las fuerzas y desplazamientos inducidos por el terremoto.

### Método por Criterio

El método por criterio se basa o método empírico están basados, en simplificaciones dadas por la experiencia y desarrolladas por expertos con la finalidad de a través de un cuestionario y una lista de verificación de parámetros que son usados como entradas a curvas, funciones, o simuladores de la respuesta sísmica, con el fin de dar un diagnóstico de su estado luego del evento.





### Método adoptado para el análisis de la muestra en el presente estudio

Considerando la muestra de manzanas y lotes representativos se implementó una base de datos con la finalidad de determinar mediante el uso del método de estimación rápida de la respuesta sísmica de edificaciones [3] y [4], basado en la metodología propuesta por Miranda [2] para la estimación rápida de desplazamientos máximos y distorsiones de entrepiso, que ha sido adaptado en el CISMID para estudios de vulnerabilidad sísmica en edificaciones con tipologías propias del Perú.

Este método se basa en el diagnóstico de la respuesta sísmica de las edificaciones, considerando las aceleraciones máximas del terreno según los resultados del estudio del peligro sísmico presentado en el Anexo adjunto a este informe y el catálogo de tipologías de edificaciones representativas del distrito. Con este propósito se consideran variables claves como aceleración de demanda sísmica, material de la edificación, número de pisos, sistema estructural predominante y otros datos recabados en el levantamiento de campo lote a lote en la ciudad. Seguidamente se utiliza la metodología de índices  $\beta_i$ , que considera que la respuesta sísmica de una estructura se encuentra en base al producto de los índices  $\beta_i$  por el desplazamiento espectral ( $S_d$ ) para el periodo predominante de la estructura entre la altura del edificio ( $H$ ), dando una aproximación de la distorsión del entrepiso:

$$\left( \frac{\Delta \delta_j}{h_j} \right) = \frac{\beta_1 \beta_2 \cdot \beta_3 \beta_4}{H} S_d$$

El índice  $\beta_1$ , es una aproximación al factor de participación dado como una función del número de pisos:

$$\beta_1 = \frac{3N}{2N+1}$$

El índice  $\beta_2$ , relaciona la aproximación de la distorsión máxima en la aproximación contra la distorsión en un sistema real:

$$\beta_2 = \frac{\max \left( \frac{\Delta \delta_j}{h_j} \right)}{\left( \frac{U_r}{H} \right)}$$

El índice  $\beta_3$ , relaciona la fuerza de respuesta con la sobre resistencia como función de la ductilidad asignada a cada tipología estructural:

$$\beta_3 = \frac{U^x + \Delta U^x}{U} = \frac{F^x \cdot \mu}{F}$$

El índice  $\beta_4$ , produce una aproximación de la relación existente entre la distorsión inelástica y la distorsión elástica, que expresan una medida de ductilidad:

$$\beta_4 = \frac{\varphi_{inelastico}}{\varphi_{elastico}}$$





El periodo que sirve de base en el diagnóstico, es dependiente de la tipología estructural y del número de pisos, que produce una diagnosis del desplazamiento y distorsiones de cada piso. De esta manera se estiman las distorsiones de entrepiso que diagnostican el estado de la edificación basado en los límites de distorsión máxima de la norma de diseño sismorresistente NTE-030-RNE y ajustada en base a la base de datos de experimentación muros, paneles y módulos a escala natural ensayados en CISMID a lo largo de sus 23 años de experiencia de laboratorio.

Este procedimiento fue automatizado utilizando el programa SRSND presentado en [5] y utilizado en [6], el mismo que produjo tanto la respuesta sísmica de la edificación representativa de la manzana de la muestra, así como el nivel de daño esperado para el escenario sísmico de demanda propuesto. Los resultados fueron implementados con el sistema GIS para producir los resultados esperados en los productos.

A continuación presentamos la identificación que caracteriza a los niveles de vulnerabilidad, usados en la evaluación.

#### **Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Alto:**

Son edificaciones con gran probabilidad de falla total o de daños muy graves que hagan difícil su reparación (con un daño severo probable donde su costo de reparación sea superior o igual 85% de su valor), además de implicar peligro de muerte o heridos graves para sus ocupantes. Por ejemplo:

- Edificaciones de adobe antiguas debilitadas por la humedad, erosión, o sismos anteriores; y ubicados sobre suelos flexibles.
- Edificaciones de ladrillo sin refuerzo ni confinamiento, con poca densidad de muros; ubicados sobre suelos flexibles.
- Muros altos de ladrillo o adobe, de poco espesor y sin ningún arriostre.
- Edificaciones construidas con materiales inestables y provisionales, sin ningún tipo de arriostamiento o refuerzo vertical u horizontal.
- Edificaciones con configuración en planta irregular.
- Techos o coberturas en mal estado de conservación.

#### **Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Medio:**

Son edificaciones donde se pueden producir daños importantes, que aunque no colapsen las estructuras, es difícil su utilización sin ser reparadas, estimándose su costo de reparación entre el 30 y 60% de su valor. Pueden producirse accidentes por caídas de bloques de albañilería o concreto, rotura, etc. Por ejemplo:

- Edificaciones de ladrillo con defectos de estructuración, que provoque concentración de esfuerzos en algunos puntos.
- Construcciones de adobe bien estructurado, de un solo piso y construido en suelo flexible.
- Construcciones con muros de ladrillo bien estructurado pero con coberturas en mal estado, que signifique algún riesgo.



### Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Bajo:

Son edificaciones donde se estiman se producirán daños menores o leves. El sistema estructural conserva sin mayor peligro, gran parte de su resistencia y puede aún seguir siendo utilizado. Por ejemplo:

- Edificaciones de ladrillo con columnas de concreto armado, o acero, diseñadas de acuerdo a normas de diseño sísmico, con materiales de buena calidad, buena mano de obra, e inspección rigurosa.
- Edificaciones regulares de concreto con muros de corte o edificaciones regulares con pórticos de concreto con cajas de escalera y ascensor de concreto con existencia de muros de concreto y/o albañilería.

### Evaluación y análisis estadístico de las edificaciones evaluadas

- Lotes:** Se evaluaron la totalidad de los lotes de la muestra, siendo el material predominante la albañilería, con presencia en el 89% de los lotes.
- Muros:** Tal como se indicó, el ladrillo tiene una presencia del 89% en las viviendas cuyo sistema estructural son los muros, sean éstas de 1 piso (33%), 2 pisos (61%) y 3 pisos (6%). De acuerdo a lo observado en varios casos, las construcciones son realizadas con intervención de maestros de obra y personal obrero, sin tener la asesoría técnica de un profesional de la especialidad. Asimismo, aproximadamente el 89% de las viviendas presentan columnas de confinamiento de concreto armado en sus paredes, no teniendo el 6% de las viviendas evaluadas, elementos de refuerzo vertical.
- Coberturas y Sistema de techos:** Del total de lotes inspeccionados, el 65% de ellos tienen techos aligerados de ladrillo con viguetas de concreto armado, y el 17%, poseen coberturas de calamina, esteras o madera. Estas coberturas se concentran en los sectores emergentes como las laderas de cerros y asentamientos humanos; sin embargo, en la zona de Lomo de Corvina, las viviendas en gran parte son de madera con cubiertas livianas
- Estado de Conservación:** El estado de conservación de las construcciones en un 49% es aceptable y bueno, aunque cuentan con un factor favorable, ya que este distrito es relativamente joven pues surge a fines de los 60's. Un 49% de las viviendas muestran un estado de conservación regular, principalmente por el estado deficiente de sus coberturas, y otro 1% presentan un mal estado de conservación, especialmente, por las condiciones provisionales de sus materiales en techos, la inestabilidad de los taludes, y las malas condiciones del suelo.

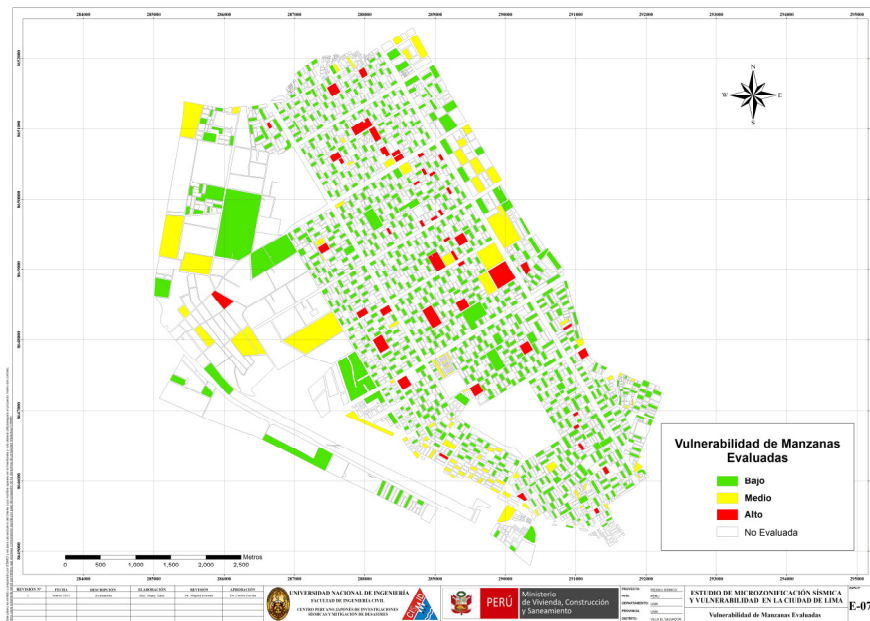


Figura 131. Vulnerabilidad Estructural de viviendas





## EVALUACIÓN DE EDIFICACIONES ESENCIALES

Para la evaluación de las edificaciones esenciales se consideró la edificación típica que formaba parte del complejo sea Colegio, Hospital, posta medica, comisaría, etc. de manera que fue tratada como una edificación sobre la cual deseamos conocer aproximadamente su respuesta sísmica. Bajo esta premisa, se encontró su demanda para las condiciones del estudio, de acuerdo a la demanda dada en el estudio de microzonificación geotécnica sísmica del distrito.

## SECTOR 1A

Centros Educativos:

- 7 centros educativos. En su mayoría edificaciones de mampostería confinada de 1 a 5 niveles, entre un estado de conservación regular y bueno. Muchos de estos colegios fueron casas para luego ser usado en centros educativo.
  - Colegio Privado San Felipe Neri.
  - C.E.P. “Colegio Juan XXIII” (Inicial, Primaria y Secundaria).
  - Colegio Perú Italia.- C.E. 7095.
  - El Santuario De La Fantasía.
  - I.E.P. Santuario De Guadalupe (Inicial, Primaria y Secundaria)
  - Pronoei Los Pececitos Ugel-01-St.1gr.21.
  - Pronoei Los Conejitos Ugel-01.

Centro Religioso:

- Iglesia de Mormones: esta estructura está construida con pórticos de concreto con un buen estado de conservación.

Central de Policía:

- “Estación De Policía Laderas De Villa” esta edificación es de 2 pisos y su estructura es aporticada con muros de mampostería de relleno. (Ver Figura 140).



Figura 132. Colegio Privado San Felipe Neri



Figura 133. C.E.P “Colegio Juan XXIII”



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES  
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES

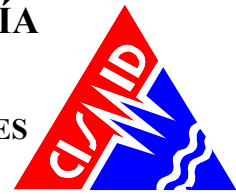


Figura 134. Colegio Perú Italia.- C.E. 7095



Figura 135. El Santuario De La Fantasía



Figura 136. I.E.P. Santuario De Guadalupe



Figura 137. Pronoei Los Pececitos Ugel-01- St.1gr.21



Figura 138. Pronoei Los Conejitos Ugel-01 y Comedor



Figura 139. Iglesia de Mormones



Figura 140. Estación De Policía Laderas De Villa



Figura 141. Servicio De Mantenimiento Y Limpieza De Espacios Públicos

## SECTOR 1B

### Centros Educativos:

- Colegio Matemático María de los Ángeles, consiste en edificación de 3 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 142.
- I.E.I. N°633 Los Angelitos consiste en edificaciones de 1 piso de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 143.



Figura 142. Colegio Matemático María de los Ángeles



Figura 143. I.E.I. N°633 Los Angelitos

- Nido, consiste en edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 144.
- I.E.P. Ricardo Palma (Inicial, Primaria, Secundaria), consiste en edificación de 3 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 145.



Figura 144. Nido



Figura 145. I.E.P. Ricardo Palma

### Iglesias:

- Iglesia Evangélica "Bet-El", consiste en edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 146.
- Iglesia Pentecostal Dios es Amor, consiste en edificación informal de 2 pisos de mampostería en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 147.





Figura 146. Iglesia Evangélica "Bet-El"



Figura 147. Iglesia Pentecostal Dios es Amor

- Capilla Sagrado Corazón de Jesús, consiste en edificación de 1 piso de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 148.



Figura 148. Capilla Sagrado Corazón de Jesús"

Centro de Salud:

- Centro Médico Comunal, Grupo 12, Sector 1, consiste en edificación de 1 piso de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 149.



Figura 149. Centro Médico Comunal

Otros:

- Centro Cívico Cultural, Grupo 12, Sector 1, consiste en edificación de 1 piso de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 150.

- Comedor Wawa wasi, consiste en edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 151.



Figura 150. Centro Cívico Cultural



Figura 151. Comedor Wawawasi

- Antena, en el cerro, como se muestra en la Figura 152.
- Antena sobre la vivienda, como se muestra en la Figura 153.



Figura 152. Antena, en el cerro



Figura 153. Antena sobre la vivienda

- Grifo Josué, presenta una edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 154. En estructuras de este tipo existen tanques de almacenamiento subterráneo y redes donde circula material inflamable, que por tratarse de suelo arenoso, existe la posibilidad de roturas, fugas y generación de incendio, que involucran al entorno al grifo.



Figura 154. Grifo Josué



## SECTOR 1C

En cuanto a edificaciones esenciales, se encontraron las siguientes:

Puesto de Salud:

- Puesto de Salud “Niño Jesús”, consiste en una edificación de 1 piso con pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 155, incluyéndose albañilería en la tabiquería de relleno.



Figura 155. Puesto de Salud “Niño Jesús”

Centros Educativos:

- PRONEI “Mi Dulce Amanecer” Sector 1 Grupo 1, consiste en una edificación de 1 piso de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 156
- I.E.Nº7092 “Juan Pablo II”, consiste en edificaciones de 2 pisos de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 157.



Figura 156. PRONEI “Mi Dulce Amanecer”



Figura 157. I.E.Nº7092 “Juan Pablo II”

- Centro de Desarrollo Integral de la Familia San Judas Tadeo, PromoLibro Módulo de Lectura CEDIF “San Judas Tadeo” consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 158.





Figura 158. Centro de Desarrollo Integral de la Familia San Judas Tadeo

Centros Religiosos:

- Iglesia, consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 159.
- Templo Adventista del 7° Día, consiste en edificación de 2 piso de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 160.



Figura 159. Iglesia



Figura 160. Templo Adventista del 7° Día

- Primera Iglesia Bautista del Salvador, consiste en edificación de 3 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 161.
- Iglesia, consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 162.



Figura 161. Primera Iglesia Bautista del Salvador



Figura 162. Iglesia



## SECTOR 1D

En cuanto a edificaciones esenciales, se encontraron las siguientes:

### Centros Educativos

- El Colegio Particular Niño Víctor poderoso consiste en una edificación de 3 pisos de mampostería, en buen estado de conservación. Ver Figura 163.
- Centro de Rehabilitación Infantil, ubicado en la Av. Micaela Bastidas consiste en una edificación de 02 pisos con pórticos de concreto armado rigidizados con muros de mampostería. En buen estado de conservación. Ver Figura 164.



Figura 163. CEP Niño Víctor Poderoso



Figura 164. Centro de Rehabilitación Infantil

- El Colegio Perú EEUU ubicado en la Av. Micaela Bastidas consiste en una edificación de 02 pisos con pórticos de concreto armado rigidizados con muros de mampostería. En buen estado de conservación. Ver Figura 165.
- El Centro Educativo Particular Nuestra Señora de La Merced ubicado en la Av. Mariano Pastor Sevilla consiste en una edificación de 04 pisos con pórticos de concreto armado rigidizados con muros de mampostería. En buen estado de conservación. Ver Figura 166



Figura 165. Centro Educativo Perú EEUU



Figura 166. Centro Educativo Particular Nuestra Señora de La Merced



- El Colegio Adventista Salvador ubicado en la Av. Micaela Bastidas consiste en una edificación de 02 pisos con pórticos de concreto armado rigidizados con muros de mampostería. En buen estado de conservación. Ver Figura 167



Figura 167. Colegio Adventista Salvador

## SECTOR 1E

En cuanto a edificaciones esenciales, se encontraron las siguientes:

Centros Educativos:

- I.E.T. BRIF República de Bolivia, consiste en una edificación aporticada de 2 pisos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 168.



Figura 168. I.E.T. BRIF República de Bolivia

- Centro Educativo Saco Oliveros, consiste en una edificación aporticada de 3 pisos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 169.





Figura 169. Centro Educativo Saco Oliveros

- I.E. Santa Rosa de América, consiste en edificación aporricada de 2 pisos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 170.



Figura 170. I.E. Santa Rosa de América

Centro de Salud:

- Centro Materno Infantil San José - MINSA, consiste en edificación de 1 piso de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 171.



Figura 171. Centro Materno Infantil San José - MINSA



Otras Edificaciones Importantes:

- Mercado Coop. El Sol, consiste en edificación de 1 piso de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 172.



Figura 172. Mercado Coop. El Sol

## SECTOR 1F

Centros Educativos

- Centro Educativo Santillana consiste en una edificación de 3 pisos de mampostería, en buen estado de conservación. Ver Figura 173.
- El CEP Santa Rosa de Lima consiste en una edificación de 02 pisos de mampostería. En buen estado de conservación. Ver Figura 174.
- El CE San Martín de Porras consiste en una edificación de 02 pisos con pórticos de concreto armado rigidizados con muros de mampostería. Este centro educativo se encuentra en buen estado de conservación (ver Figura 175).
- El Centro Educativo Particular Sagrado Corazón de Jesús consiste en una edificación de 02 pisos de mampostería, el mismo que se encuentra en buen estado de conservación y se presenta en la Figura 176.
- PRONOEI Las Ardillitas consiste en una edificación de 01 piso de mampostería. El edificio se encuentra en buen estado de conservación como se observa en la Figura 177.
- Local del PRONAA (Programa social del gobierno) consiste en una edificación de 01 piso de mampostería. En buen estado de conservación. Ver Figura 178.



Figura 173. Centro Educativo Santillana



Figura 174. CEP Santa Rosa de Lima



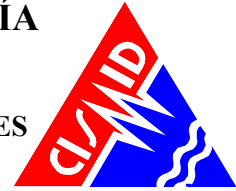


Figura 175. Colegio San Martín de Porras



Figura 176. Centro Educativo Particular Sagrado Corazón de Jesús



Figura 177. PRONOEI Las Ardillitas



Figura 178. Local del PRONAA

## SECTOR 2A

En el sector se encuentran colegios, capilla y centros de abastos como se muestra en la Figura 179. Estas edificaciones son de 2 pisos en su mayoría construidas en albañilería. En su mayoría se encuentran en buen estado de conservación con excepción de los centros de abasto que se encuentran en regular estado.





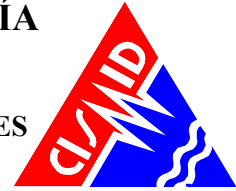


Figura 179: Edificaciones Esenciales e importantes sector 2A.

## SECTOR 2C

En cuanto edificaciones importantes y esenciales, dos puntos resaltan en este sector, primero la zona comercial ubicada en el cruce de la Av. Revolución y Av. Juan Velasco Alvarado, esto se puede observar en la Figura 180, donde se observa presencia de comercio ambulante que en el caso de un sismo podrían obstruir el paso de las personas, asimismo existen muchas edificaciones con vitrales que podrían accidentar a los transeúntes. El segundo punto resaltante en el sector es el I.E. N° 6063 José Carlos Mariátegui ubicado en el cruce de la Av. El Sol y Av. Revolución, la Figura 181 muestra la fachada principal de este centro educativo, el cual es una edificación de un piso que se encuentra en regular estado de conservación..



Figura 180. Zona comercial de este sector, cruce de Av. Revolución y Av. Juan Velasco Alvarado



Figura 181. Fachada principal del I.E. N° 6063 José Carlos Mariátegui

## SECTOR 2E

Centros Educativos:

- Colegio Nacional 6064 Francisco Bolognesi, consiste en una edificación aporticada de 2 pisos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 182.



Figura 182. Colegio Nacional Francisco Bolognesi

- Centro Nacional 6066 Manuel Gonzales Prada, consiste en una edificación aporticada de 2 pisos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 183.



Figura 183. Colegio Nacional Manuel Gonzales Prada

Centro de Salud:

- Centro de Salud San Martín de Porres - MINSA, consiste en edificación de 1 piso de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 184.



Figura 184. Centro de Salud San Martín de Porres - MINSA

Otros:

- Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú, consiste en edificación de 1 piso de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 185.



Figura 185. Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú

- Comisaría PNP Villa El Salvador, consiste en edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 186.





Figura 186. Comisaria PNP Villa El Salvador

- Municipalidad de Villa El Salvador, consiste en edificación de 3 pisos de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 187.



Figura 187. Municipalidad de Villa El Salvador

## SECTOR 03A

De las edificaciones esenciales evaluadas se tienen:

- 01 Centro Médico de 02 pisos de mampostería confinada en buen estado. (Véase Figura 188).
- 01 Centro Educativo de 04 pisos de mampostería confinada en buen estado. (Véase Figura 189).
- 01 Centro Educativo de 02 pisos de concreto armado y mampostería en buen estado. (Véase Figura 190).
- 01 Centro de Educación Técnico Productiva de 01 piso de mampostería confinada en regular estado. (Véase Figura 191).



Figura 188. Centro Médico Nutri – Vida



Figura 189. IEP Las Hormiguitas



Figura 190. I.E. 6076 República de Nicaragua



Figura 191. CETPRO La Medalla Milagrosa

### SECTOR 03C

Existen edificaciones importantes y edificaciones esenciales, las cuales se encuentran en este sector, distribuyéndose en la forma siguiente:

Centros Educativos:

- 7 centros educativos. En su mayoría edificaciones de mampostería confinada de 02 niveles, entre un estado de conservación regular y bueno.



Figura 192. Instituto Julio Cesar Tello



Figura 193. Centro Promae- Centro Cultural de Capacitación Técnica



Figura 194. Universidad Nacional Tecnológico del Cono Sur



Figura 195. Centro parroquial – San Martín de la Caridad



Figura 196. Instituto Pedagógico Manuel Gonzales Prada



Figura 197. I.E. 7097 Villa Amstelveen



Figura 198. Colegio Pedro Ruiz Gallo

Centros de Salud:

- 01 Hospital de ESSALUD – Uldarico Rocca Fernandez (Figura 199). Estructura hospitalaria, principalmente formada por pórticos de concreto armado de tres niveles en buen estado de conservación.





Figura 199. Infraestructura esencial de concreto armado

### SECTOR 03E

Los Edificios importantes y edificios esenciales inventariados en este sector son: 4 instituciones educativas, 2 Mercados, y una Iglesia. La mayoría de edificios de viviendas son de 2 pisos y un gran número son de un piso; sin embargo en las zonas aledañas a las vías principales algunas viviendas pueden llegar a tener de 3 hasta 4 pisos. Además los edificios importantes como colegios comprenden áreas de terreno bastante amplias. Existen algunas zonas de parques en este sector. En la Figura 200 puede observarse la humedad y falta de mantenimiento en el centro de salud con un estado de conservación regular. En la Figura 201, se observa el I.E.6068 que se encuentra en regular estado de conservación. En igual situación se encuentra el mercado Tupac Amaru (ver Figura 202) en regular estado de conservación y falta de mantenimiento. El Colegio Cristo Salvador, posee un techo liviano, no apropiado para un nivel superior de un colegio y se encuentra en un estado de conservación regular.



Figura 200. Centro de Salud "Warmi Salud"



Figura 201. I.E. "Manuel Gonzáles Prada"



Figura 202. Mercado "Tupac Amaru"



Figura 203. Colegio "Cristo Salvador"

### SECTOR 03F

En este sector se pudo constatar la existencia edificaciones importantes y esenciales, que se muestran a continuación:

- Centros Educativos (07): Muchos de estos colegios se encuentran desde regular a buen estado de conservación, también se pudo observar que algunos colegios como María de la Consagración (Ver Figura 205) y Niño de Belén (Ver Figura 204) fueron construidos inicialmente para un uso de vivienda que luego fue adaptado para el uso de colegio.



Figura 204. Institución Educativa Privada Niño de Belén (Pre-Kinder, Kinder y Primer Grado)



Figura 205. María de la Consagración



Figura 206. Colegio Benjamín Franklin (Inicial, Primaria y Secundaria)



Figura 207. Institución Educativa Juan Velasco Alvarado



Figura 208. Nido Rayitos del Sol



Figura 209. Colegio Prolog (Secundaria)



Figura 210. Colegio Prolog (Primaria)

### SECTOR 03H

Se observa en este sector una importante cantidad de locales de centros educativos (6 para 52 manzanas), probablemente debido a que los predios son relativamente grandes y se adaptaron a las necesidades o demandas del distrito.

- I.E.P. Nuestra Señora de la Merced – Inicial. Dos niveles, estructura de concreto y albañilería en buen estado de conservación. (ver Figura 211)
- I.E.P. Nuestra Señora de la Merced – Primaria, Secundaria. Cuatro niveles. (Ver Figura 212)
- I.E.P. Nuestra Señora de la Merced, Secundaria superior (4to, 5to). Cuatro niveles, en buen estado de conservación. (Ver Figura 213)
- I.E.I. N° 652-04 No. 1 Villa El Rosal. Estructura a dos aguas, un nivel, buen estado de conservación (Ver Figura 214)
- Institución Educativa 7242 Divino Maestro. Dos niveles, techo a dos aguas, de paneles y en buen estado de conservación. (Ver Figura 215 y Figura 216)
- Institución Educativa Dulce Corazón de Jesús –Inicial-Primaria. Este se ha desarrollado en un lote en zona de viviendas, relativamente pequeño (Ver Figura 217 y Figura 218).



Figura 211. I.E.P. Nuestra Señora de la Merced (Inicial)



Figura 212. I.E.P. Nuestra Señora de la Merced (Primaria, Secundaria)





Figura 213. I.E.P. Nuestra Señora de la Merced  
(secundaria Superior: 4to, 5to)



Figura 214. I.E.I N° 652-04 No. 1 Villa El Rosal  
(Inicial)



Figura 215. Institución Educativa 7242 Divino  
Maestro.



Figura 216. I.E. 7242 Divino Maestro. Edificios.



Figura 217. I.E. Dulce Corazón de Jesús –Inicial-  
Primaria- Frente.



Figura 218. I.E. Dulce Corazón de Jesús –Inicial-  
Primaria. Vista posterior.

## SECTOR 04A

El Sector 04A está limitado por las avenidas Revolución, 200 Millas, Universitaria, y Separadora Industrial. Este sector cuenta con un total de 96 manzanas de las cuales 31 fueron evaluadas.



Los Edificios o equipamiento urbano importantes y esenciales son: 2 instituciones educativas, 1 Mercado (ver Figura 219), una Iglesia, un Centro de Salud (ver Figura 221) y una Comisaría (ver Figura 220) estructuras de 2 pisos en buen estado de conservación. La mayoría de edificios de viviendas son de 2 pisos; sin embargo en las zonas aledañas a las vías principales algunas viviendas pueden llegar a tener de 3 hasta 4 pisos. Además los edificios importantes como colegios (Ver Figura 222) comprenden áreas de terreno bastante amplias y consisten de varios bloques de estructuras con un cerco exterior, donde este colegio se encuentra en regular estado de conservación. Existen algunas zonas de parques en este sector. El mercado consiste en una agrupación de pequeños locales generalmente de cobertura metálica en regular estado de conservación.



Figura 219. Vista general del mercado "Jesús el Salvador"



Figura 220. Vista de la Comisaria de la Urbanización Pachamac



Figura 221. Vista del Centro de Salud "Cesar López Silva"



Figura 222. Vista general Instituto Educativo "Peruano Suizo"

## SECTOR 4B

En este sector se encontraron edificaciones esenciales e importantes. En las manzanas inspeccionadas se ubican un Colegio de dos niveles construido con sistema de pórticos y muros como puede apreciarse en la Figura 223.



Figura 223. C.E. Peruano Japonés en la Av. 200 Millas.

#### SECTOR 4C

De las edificaciones esenciales evaluadas se tienen:

- 01 Centro Educativo de 01 piso de mampostería confinada y cobertura ligera en buen estado. (Véase Figura 224).
- 01 Centro Educativo de 02 pisos de mampostería confinada en regular estado. (Véase Figura 225).
- 01 Centro Educativo de 01 piso de concreto armado y mampostería en buen estado. (Véase Figura 226).
- 01 Centro Médico 02 pisos de mampostería confinada en regular estado. (Véase Figura 227).



Figura 224. I.E.I. N° 652-23



Figura 225. IE Jean Le Boulch





Figura 226. I.E. 7243 Rey Juan Carlos de Borbón



Figura 227. Centro Médico Parroquial El Milagro

#### SECTOR 4D

En el Sector 4D se encuestaron las edificaciones importantes y edificaciones esenciales, encontrándose las siguientes edificaciones que forman parte de la muestra:

Centros Educativos:

- I.E.P. María Clotilde, consiste en edificaciones de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 228.



Figura 228. I.E.P. María Clotilde

Centros de Salud:

- Puesto de Salud Príncipe de Asturias, consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 229.



Figura 229. Puesto de Salud Príncipe de Asturias

Centros Religiosos:

- Iglesia Belén, consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación, presenta diafragma flexible, como se muestra en la Figura 230.
- Iglesia Adventista del Séptimo Día, Príncipe de Asturias, consiste en edificaciones de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 231.



Figura 230. Iglesia Belén



Figura 231. Iglesia Adventista del Séptimo  
Día, Príncipe de Asturias

Otros:

- Comedor, consiste en edificación de 1 piso de madera en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 232.



Figura 232. Comedor popular

- Existen dos reservorios de agua en el cerro como se muestra en la Figura 233 y en la Figura 234, los cuales están distanciados entre sí aproximadamente 100 metros. Ambos se encuentran con falta de mantenimiento y un regular estado de conservación.



Figura 233. Reservorio de agua



Figura 234. Reservorio de agua



## SECTOR 5A

En cuanto a edificaciones importantes y esenciales que se localizan en el Sector 5A, se encontraron las siguientes edificaciones representativas para su función:

### Puesto de Salud:

- Hospital de la Solidaridad, consiste en edificaciones de 4 pisos de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 235. Este edificio podría satisfacer la demanda sísmica pero no el criterio de hospital seguro, por sus ventanales que lo dejarán sin poder operar inmediatamente después de un sismo severo.



Figura 235. Hospital de la Solidaridad

### Centros Educativos:

- Colegio Trilce (Primaria, Secundaria), consiste en edificación de 4 pisos de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 236. Como edificación educativo por sus grandes ventanales, no representa una edificación segura
- I.E. SAM - UGEL 01, consiste en edificaciones de 3 pisos de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 237.



Figura 236. Colegio Trilce



Figura 237. I.E. SAM - UGEL 01





- E.I. N°632 Virgen de Cocharcas - UGEL 01, consiste en edificación de 1 piso de mampostería con diafragmas flexibles en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 238.
- I.E. N°7216 - UGEL 01, Villa de Jesús, consiste en edificación de 1 piso de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 239.



Figura 238. E.E. N°632 Virgen de Cocharcas  
- UGEL 01



Figura 239. I.E. SAM - UGEL 01

- PRONOEI “Mi Pequeño Mundo” UGEL 01 SJM, consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 240.
- Universidad Autónoma del Perú, consiste en edificación de 5 pisos de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 241.



Figura 240. PRONOEI “Mi Pequeño Mundo”



Figura 241. Universidad Autónoma del Perú

#### Centros Religiosos:

- Iglesia, consiste en edificación de 1 piso de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 242.



Figura 242. Iglesia

Otros:

- Se observó antena dentro de un terreno particular como se muestra en la Figura 243.



Figura 243. Antena

## SECTOR 5B

Las edificaciones esenciales del sector 5B que fueron evaluadas son las siguientes:

- 01 Centro Educativo de 02 pisos de concreto armado y mampostería en regular estado. (Véase Figura 244). Nótese que el techo del segundo nivel es de cubierta ligera.
- 01 Centro Educativo de 02 pisos de concreto armado y mampostería en buen estado. (Véase Figura 245).



Figura 244. I.E. 7077 Virgen del Carmen



Figura 245. I.E.P. Nuestra Señora de La Merced

## SECTOR 6A

En cuanto a edificaciones esenciales, se encontraron las siguientes:

Centros Educativos:

- Colegio Nacional 6099 Perú - España, consiste en edificaciones de dos pisos en donde se observan dos sistemas estructurales, la primera en albañilería confinada y la segunda con pórticos de concreto armado, ambos en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 246.



Figura 246. Colegio Nacional Perú España

- I.E.P Mariscal Oscar R. Benavides, consiste en una edificación aporricada de 3 pisos de albañilería confinada en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 247.





Figura 247. I.E.P Mariscal Oscar R. Benavides

- I.E.P. Virgen de Yauca, consiste en edificación de 3 pisos de albañilería confinada en regular estado de conservación como se muestra en la Figura 248.



Figura 248. I.E.P. Virgen de Yauca

## SECTOR 6B

En este sector, se encontraron la siguiente edificación esencial:

Centros Educativos:

- Colegio Nacional 7096 Príncipe de Asturias, consiste en una edificación construida con pórticos de 2 pisos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 249.



Figura 249. Colegio Nacional Príncipe de Asturias



## SECTOR 6C

En cuanto a edificaciones esenciales, se encontraron las siguientes:

Puesto de Salud:

- Micro Red Juan Pablo II, Centro Materno Infantil Juan Pablo II, consiste en edificación de 1 piso de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 250.



Figura 250. Centro Materno Infantil Juan Pablo II

Centros Educativos:

- Colegio Particular Ingenieria, consiste en edificaciones de 4 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 251.
- I.E. 6071 CUNA R.D.A., consiste en edificaciones de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 252.



Figura 251. Colegio Particular



Figura 252. I.E. 6071 CUNA R.D.A.

- I.E. 6071 Republica de Alemania, consiste en edificación de 2 piso de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 253.
- PRONOEI Mi Pequeño Mundo, UGEL 01, consiste en edificación de 1 piso de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 254.



Figura 253. I.E. 6071 Republica de Alemania



Figura 254. PRONOEI Mi Pequeño Mundo UGEL 01

#### Centros Religiosos:

- Iglesia Evangélica Bautista “Belén”, consiste en edificación de 1 piso de madera en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 255.
- Parroquia Inmaculada Concepción, consiste en edificación de 1 piso de madera en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 256.



Figura 255. Iglesia Evangélica Bautista “Belén”



Figura 256. Parroquia Inmaculada Concepción

#### Otros:

- Comedor popular, consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 257.
- Comedor Conjunto, consiste en edificación de 1 piso de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 258.





Figura 257. Comedor



Figura 258. Comedor Conjunto

- Policía Nacional de Perú, Seguridad Ciudadana, Sector 6 Grupo 7, consiste en edificación de 1 piso de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 259.



Figura 259. Policía Nacional de Perú, Seguridad Ciudadana

- Municipalidad de Villa El Salvador, Agencia Municipal de Desarrollo N°03, consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 260.



Figura 260. Agencia Municipal de Desarrollo N°03



## SECTOR 6D

En cuanto a edificaciones importantes y esenciales que se localizan en este sector, se encontraron las siguientes representativas del área:

Centros Educativos:

- I.E.P. Los Angelitos de Jesús, consiste en edificaciones de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 261.
- I.E.P. Corazón de Fátima (Inicial, Primaria), consiste en edificaciones de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 262.



Figura 261. I.E.P. Los Angelitos de Jesús



Figura 262. I.E.P. Corazón de Fátima

- I.E. N°7232/652-24, Daniel Alcides Carrión (Inicial, Primaria, Secundaria), consiste en edificación de 2 piso de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 263.



Figura 263. I.E. N°7232, Daniel Alcides Carrión

## SECTORES 7A y 7B

En este sector el relieve es generalmente plano, aunque se observó cierto desnivel (2m) en manzana de la Parroquia (ver Figura 264). Se observa también calle lateral invadida transversalmente (la mayoría chozas informales o de madera) y continua con el frente de manzana adyacente (Figura 265).



**Figura 264.** Desnivel en frente lateral de Parroquia Nuestra Señora de la Paz



**Figura 265.** Zona invadida al lado (posterior) de la Parroquia, construcciones informales, provisionales

En este sector principalmente se encontraron centros educativos de inicial, primaria o guarderías (total 8 para 96 manzanas),

- Colegio Matemático Jesús es mi Rey y Tanque de agua (reservorio elevado), en manzana con frente a Av. María E. Moyano, el cual es una estructura de mampostería pero que posee un estado de conservación regular. Además como se muestra en la Figura 266, existe una ampliación de un segundo nivel con ladrillos pandereta y sin confinamiento, que es vulnerable.
- Colegio Mi Segundo Hogar de Villa, Inicial y Primaria: en apariencia es una vivienda que ha sido ampliada para ser usada como centro educativo. Posee en su último nivel un techo de calamines no aparente para una escuela, pudiéndose calificar con un estado de conservación regular como se observa en la Figura 267.



**Figura 266.** Colegio Matemático Jesús es mi Rey y Tanque de agua (reservorio elevado) Av. María E. Moyano



**Figura 267.** Colegio Mi Segundo Hogar de Villa, Inicial y Primaria



- IEP Mi Jesús, (Inicial): es un edificio de mampostería en buen estado de conservación que se presenta en la Figura 268
- IE República del Perú (Inicial): es una edificación con sistema aporticado de dos niveles y que muestra un buen estado de conservación y una configuración regular, como se observa en la Figura 269.
- Cuatro Wawawasi: es una estructura regular de dos pisos hecha con muros de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 270
- Local de Demuna y Pronoei Huellitas en la Arena (wawawasi), es un edificio de un piso en regular estado de conservación que se muestra en la Figura 271.



Figura 268. I.E.P. Mi Jesús, (Inicial)



Figura 269. I.E. República del Perú (Inicial)



Figura 270. Pronoei Huellitas en la Arena  
(wawawasi)



Figura 271. Local Demuna

La Figura 272 presenta el Wawawasi, que es una estructura de mampostería que se encuentra en buen estado de conservación.

En la Av. Mollano se encuentra el local de Wawawasi que se presenta en la Figura 273, aquí se puede apreciar que es una estructura de sistema aporticado con muros de albañilería de relleno que se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 272. Wawawasi en Mz. 15014203600011



Figura 273. Local Wawawasi en Av. M. E. Moyano

#### OTROS.

- Parroquia Nuestra Señora de la Paz: Biblioteca y templo (ver Figura 274 y Figura 275): es una estructura con irregularidad en altura y planta que podría tener problemas durante un sismo severo.
- Iglesia de Jesucristo de los Santos de los Últimos días (ver Figura 276), es una estructura de sistema mixto donde se encuentra combinada una estructura de paneles con estructura metálica que se encuentra en buen estado de conservación.
- Asociación Centro Comercial Unión Progreso (Avs. 200 Millas y M. Elena Moyano) (Figura 277 y Figura 278), este centro de ventas se encuentra construido con una mezcla de materiales y una serie de ampliaciones que se encuentran en regular estado de conservación-
- Mercado Juan Velasco Alvarado (Avs. J.C. Mariátegui y M. Pastor Sevilla) como se observa en las Figura 279, Figura 280 y Figura 281, esta zona se caracteriza por tener un gran comercio ambulante donde el entorno influye sobre la seguridad de los compradores ya que las rutas de escape y acceso se encuentran bloqueadas.



Figura 274. Parroquia Nuestra Señora de la Paz



Figura 275. Biblioteca Parroquial





Figura 276. Templo Mormón



Figura 277. Mercado Unión Progreso



Figura 278. Mercado Unión Progreso:  
construcción no uniforme o unificada tiendas  
independientes



Figura 279. Congestión y ambulantes en  
Mercado J. Velasco Alvarado (Av. J.C.  
Mariategui)



Figura 280. Mercado J. Velasco Alvarado, uno  
de los ingresos (Av. J. C. Mariategui)



Figura 281. Vista interior local Mercado J.  
Velasco Alvarado (Av. J.C. Mariategui)

## SECTOR 08

En el sector 8 se encontraron centros educativos en general en moderado estado de conservación los cuales presentamos a continuación:





- Colegio Javier Pérez de Cuellar, en Av. Mateo Pumacahua. (Figura 282), que es una estructura de tres pisos donde las dos primeros poseen losas aligeradas y el tercer piso posee un techo de calamina no aparente para una escuela.
- Local de capacitación de SENATI en V.E.S. (Figura 283), este local es una estructura de pórticos con muros de relleno en regular estado de conservación
- Mercado Sectorial No 1 (Av. 1ro de Mayo, Pedro Huillca) (Figura 284 y Figura 285) que es una estructura con cerco perimétrico y puestos de atención en el interior con regular estado de conservación.

Además de lo mencionado en párrafos anteriores el Centro de Servicios de Sedapal, Viaducto del tren eléctrico.



Figura 282. Colegio Javier Pérez de Cuellar, en la Av. Mateo Pumacahua



Figura 283. Local SENATI de V.E.S.



Figura 284. Mercado Sectorial No 1 (Av. 1ro de Mayo, Pedro Huillca)



Figura 285. Mercado Sectorial No 1- Ingreso por Av. 1ro de Mayo

## SECTOR 09

De las edificaciones importantes y esenciales evaluadas en este sector podemos mencionar las siguientes:

- 01 Centro Médico de 01 piso de mampostería confinada en buen estado. (Véase Figura 286).
- 01 Iglesia de 01 piso de concreto armado, mampostería y cobertura ligera en buen estado. (Véase Figura 287).



- 01 Wawa Wasi de 01 pisos de mampostería confinada y cobertura ligera en buen estado. (Véase Figura 288).
- 01 Centro de Educación de 01 piso de mampostería confinada y cobertura ligera en regular estado. (Véase Figura 289).
- 01 Centro de Educación de 02 pisos reconcreto armado y regular estado. (Véase Figura 290).
- 01 Reservorio de agua que provee al sector que se muestra en la Figura 291 que se encuentra en buen estado de conservación.

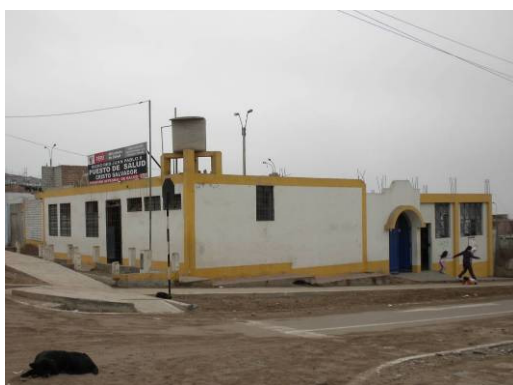


Figura 286. Puesto de Salud Cristo Salvador



Figura 287. Iglesia



Figura 288. Wawa Wasi Santa Rosa de Villa



Figura 289. Colegio Privado Pascal



Figura 290. I.E. 7238 Solidaridad Perú –  
Alemania



Figura 291. Reservorio de Agua



## SECTOR 10 B

En cuanto a edificaciones importantes y esenciales que se localizan en este sector, se encontraron las siguientes edificaciones representativas:

### Centros Educativos:

- Institución Educativa Privada, Santa Fe School, consiste en una edificación de 2 pisos de mampostería, en buen estado de conservación. Ver Figura 292.
- Colegio Nuestra Señora Del Rosario, consiste en una edificación de 03 pisos de mampostería. En buen estado de conservación. Ver Figura 293.



Figura 292. Institución Educativa Privada,  
Santa Fe School



Figura 293. Colegio Nuestra Señora Del  
Rosario

- I.E. N°7240 Jesús de Nazareth, consiste en una edificación de 2 pisos de pórticos de concreto armado, rigidizados con muros de mampostería, en buen estado de conservación. Ver Figura 294



Figura 294. I.E. N°7240 Jesús de Nazareth

### Centros Religiosos:

- Iglesia Evangélica Misionera “Gracia Del Dios Altísimo”, consiste en una edificación de 3 pisos de mampostería, en buen estado de conservación. Ver Figura 295.
- Iglesia Bet-el, consiste en una edificación de 1 piso de mampostería. En buen estado de conservación. Ver Figura 296.





Figura 295. Iglesia Evangélica Misionera  
"Gracia Del Dios Altísimo"



Figura 296. Iglesia Bet-el

Centros de Salud:

- Puesto de Salud Edilberto Ramos, consiste en una edificación de 1 piso pórticos de concreto armado, rigidizados con muros de mampostería, en buen estado de conservación. Ver Figura 297.



Figura 297. Puesto de Salud Edilberto Ramos

Otros:

- Grifo, en buen estado de conservación.(Ver Figura 298). Sin embargo por tratarse de una estructura sobre suelo arenoso, donde existen tanques de almacenamiento de combustible y redes, existe la probabilidad de rotura de las uniones y fugas.



Figura 298. Grifo

- Mercado, está ubicado en la Av. Universitaria, ocupada toda una manzana, construido con madera y cobertura de calamina, en regular estado de conservación. Ver Figura 299



Figura 299. Mercado

### SECTOR 10C

Los Edificios esenciales e importantes que fueron registrados durante el levantamiento de información en este sector son las siguientes: una institución educativa y un área destinada a la Casa de la Juventud (ver Figura 300). En este edificio puede observarse que es una estructura de dos pisos, donde el primer nivel posee una losa aligerada y el segundo nivel un techo con calaminas, que muestra un estado de conservación regular. El Colegio Peruano Canadiense que se muestra en la Figura 301, que posee dos niveles, con un sistema estructural de pórticos de concreto armado con muros rigidizados, el estado de conservación es regular.



Figura 300. Vista general del local de "La Casa de la Juventud"



Figura 301. Vista del Colegio Peruano Canadiense

### SECTOR 10D

En este sector se observó la existencia de edificaciones importantes y esenciales, dentro de los cuales se muestran a continuación las más significativas de la muestra:



- Centro Educativos (08): Las edificaciones educativas son usualmente de mampostería confinada de 2 a 3 niveles, entre un estado de conservación regular; al mismo tiempo se pudo observar que algunas de las edificaciones son de uso mixto (vivienda y centro educativo) (Ver Figura 303)
- Centro de Salud (01): El “Policlinico Señor De Luren” es una edificación de mampostería confinada de 3 niveles, y de regular estado de conservación.

En la inspección se pudo observar que algunas de las edificaciones son de uso mixto, vivienda - centro educativo ó vivienda - centro de salud) (Ver Figura 303 y Figura 313).

- Centro Religioso (02): La Iglesia y El parroquia “Jesús de Nazareno” son edificaciones que se encuentran con regular estado de conservación (ver Figura 314).



Figura 302. Instituto Educativo Particular Pacífico



Figura 303. Institución Educativa Inicial Privada Primaria Angelitos De María



Figura 304. Institución Educativa Privada Coronel Leoncio Prado

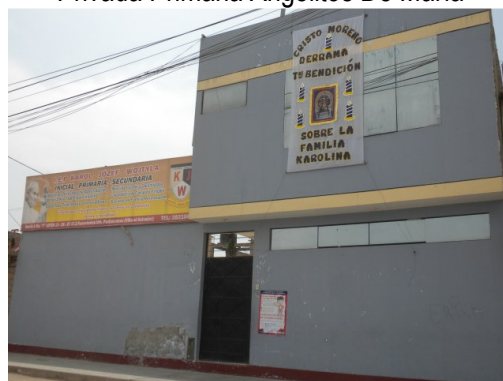


Figura 305. I.E.P. Karol Jozef Woytyla (Inicial, Primaria y Secundaria)





Figura 306. Colegio Naciones Unidas  
(Primaria)



Figura 307. Colegio Naciones Unidas  
(Secundaria)



Figura 308. Pronei - Mi Segundo Hogar

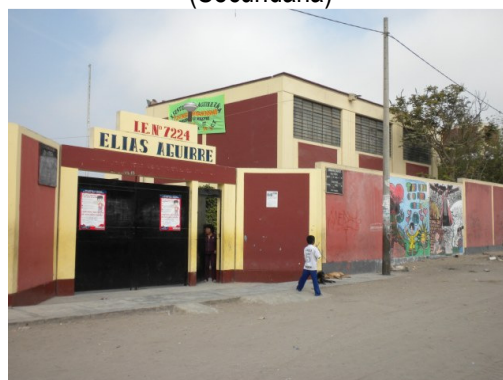


Figura 309. I.E. N° 7224 Elías Aguirre



Figura 310. I.E.P. San Pablo



Figura 311. Institución Educativa

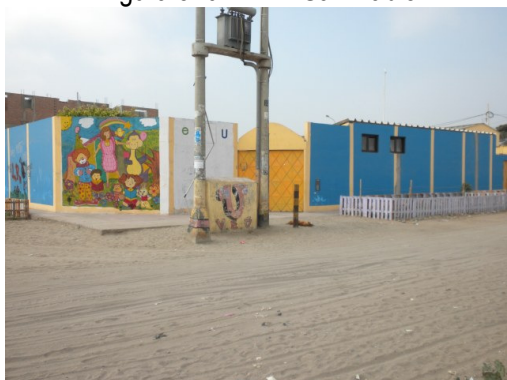


Figura 312. C.E. Inicial san Martín de Porres



Figura 313. Policlínico Señor De Luren



Figura 314. Parroquia Jesús Nazareno



Figura 315. Iglesia Católica

## SECTOR 10E

### Centros Educativos:

- Consorcio Educativo Marie Curie (inicial, primaria y secundaria), consiste en una edificación de 2 pisos de mampostería, en apariencia una ampliación de una casa que ha cambiado de uso a escuela, la que se encuentra en buen estado de conservación. Ver Figura 316.
- Institución Educativa N°7236 Max Uhle, consiste en una edificación de 02 pisos de concreto armado, con losas aligeradas y sistema estructural de pórticos rigidizados con muros de mampostería. En buen estado de conservación (Ver Figura 317).



Figura 316. Consorcio Educativo Marie Curie



Figura 317. Institución Educativa

- PRONOEI Mi Pequeño Mundo, consiste en una edificación de 1 piso de sistema constructivo de mampostería en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 318
- Colegio Privado Jesús de Nazaret, consiste en una edificación de 03 pisos de pórticos de concreto armado, rigidizados con muros de mampostería. En buen estado de conservación. Ver Figura 319.





Figura 318. PRONOEI "Mi Pequeño Mundo"



Figura 319. Colegio Privado Jesús de Nazaret

#### Centros Religiosos:

- Capilla Virgen de La Candelaria, consiste en una edificación de 1 piso de mampostería, en buen estado de conservación. (Ver Figura 320).



Figura 320. Capilla Virgen de La Candelaria

#### Centros de Salud:

- Puesto de Salud Brisas de Pachacamac, consiste en una edificación de 1 piso de mampostería, en buen estado de conservación. Ver Figura 321.



Figura 321. Puesto de Salud

#### Otros:

- Grifos, se encontraron estaciones de servicio en buen estado de conservación ubicados en la Avenida María Reiche, Ver Figura 322 y Figura 323. Sin embargo estas estaciones poseen instalaciones subterráneas con tanques de almacenamiento y tuberías de distribución que deben ser adecuadas para una zona sísmica de suelo flexible, por lo que es recomendable realizar estudios determinísticos en estas edificaciones.





Figura 322. Grifo



Figura 323. Grifo Repsol

- Comedor popular, consiste en una edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación (Ver Figura 324).
- Tanques elevados con sistemas estructurales de pórticos que no presentan daños como se muestra en la Figura 325.



Figura 324. Comedor



Figura 325. Tanques elevados

## SECTOR 11

En este sector se encontraron algunas edificaciones importantes y esenciales que fueron consideradas dentro de la muestra estudiada. En la Figura 326 se presenta la IE7241, colegio nacional de un piso construido de mampostería confinada. Asimismo en este sector se encontró un colegio particular Cristiano Sinaí, construido con pórticos de concreto y con poca rigidez en una dirección como se observa en la Figura 327.



Figura 326: Institución Educativa IE7241



Figura 327: Colegio Cristiano Sinaí



## DIAGNOSTICO DEL RIESGO SÍSMICO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR

### Definición de Riesgo Sísmico

Se define el riesgo sísmico como la pérdida material o humana, debido a la acción de un evento sísmico severo tomando en cuenta la magnitud de este y la vulnerabilidad de la edificación.

Para este propósito es necesario conocer el peligro sísmico del área de estudio y asimismo la vulnerabilidad de las edificaciones en el área.

El peligro sísmico, para este análisis se basa en las aceleraciones máximas por el tipo de suelo que han sido calculadas a partir de una microzonificación geotécnica sísmica de la zona, luego de haber caracterizado el comportamiento dinámico de los suelos en función de su sismicidad.

Por otro lado se puede identificar el tipo de sistema estructural y diagnosticar la respuesta sísmica de éste, producto de la aceleración máxima inducida por el sismo evaluada en el estudio de vulnerabilidad de las edificaciones. De esta manera puede estimarse el nivel de daño, ya que la respuesta sísmica de una edificación es dependiente de la caracterización dinámica del suelo.

Existen métodos de simulación del riesgo basados en la superposición de la estadística del daño sobre edificaciones durante los sismos, a través del levantamiento de información post evento, que al sobreponerse con las aceleraciones máximas producidas, generan curvas de aceleración versus nivel de daño esperado para un determinado sismo. Estas curvas reciben el nombre de Curvas de Fragilidad, ya que muestra lo frágil que un determinado material y/o sistema estructural puede ser frente a determinado nivel de aceleraciones inducidas sobre el sistema.

Asimismo existen métodos basados en la evaluación de la respuesta sísmica de los sistemas estructurales bajo cierto nivel de aceleración inducida y la estimación de su nivel de daño. Este tipo de metodología ha sido adoptada en el presente estudio.

Para la determinación del riesgo sísmico del distrito de Villa El Salvador, se ha utilizado el método de aproximación al valor de reparación de una vivienda expresado como porcentaje del costo de la edificación. Conocida la respuesta sísmica de las edificaciones, utilizando la metodología presentada en [3] y [4], donde se estima el nivel de distorsión máxima considerando el escenario sísmico propuesto en el estudio de peligro. Conocido el nivel de distorsión es posible estimar el nivel de daño por tipo de sistema estructural, para el lote representativo de la manzana en estudiada. Este método posee una robustez en el conocimiento de la distorsión por cada piso del edificio. Es más es posible identificar el costo de reparación por nivel involucrado. Sin embargo es dependiente de los datos de aceleración del suelo, que producen mayores distorsiones ante demandas extremas.

Un proceso de regresión de los diversos tipos de daño y la cuantificación del costo relacionan el valor de la reparación con la distorsión de la respuesta sísmica ( $\Delta\delta_j/h_j$ ) en cada lote. Este costo de reparación ( $C_r$ ) se expresa como el porcentaje del costo de la estructura, considerando  $\lambda$  y  $\varepsilon$  parámetros de vulnerabilidad estructural, correspondientes al sistema estructural y al tipo de reparación involucrada para los materiales involucrados.

$$C_r = \left( \left( \frac{\Delta\delta_j}{h_j} \right) / \lambda \right)^\varepsilon / 100$$

Para el diagnóstico del riesgo se consideró cada registro de la base de datos produciendo el diagnóstico de la distorsión y en base a esta se encontró el Mapa que representa el costo de reparación representativo para la manzana, considerando los resultados del lote representativo.

El desarrollo de este diagnóstico se realizó mediante el proceso que se presenta en la Figura 328.

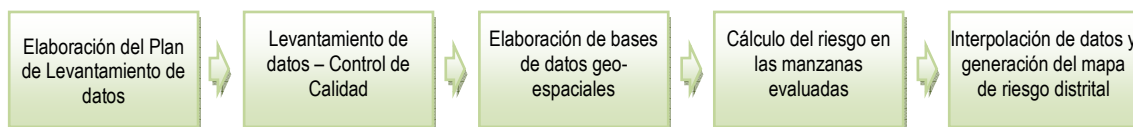


Figura 328. Proceso de generación del mapa de riesgo.

Basados en la información de campo se evaluaron 957 manzanas con los datos de sus lotes representativos, dando como resultado el mapa de costo de reparación mostrado en la Figura 329.

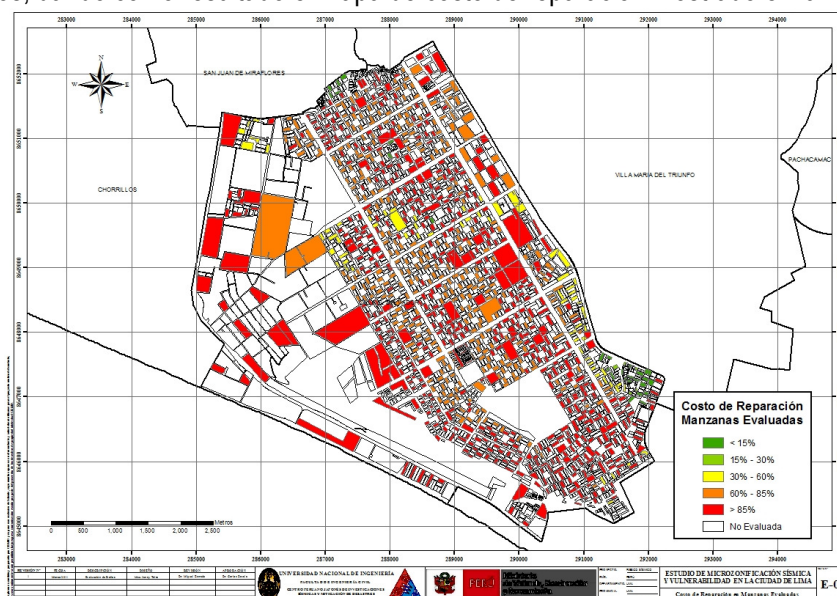
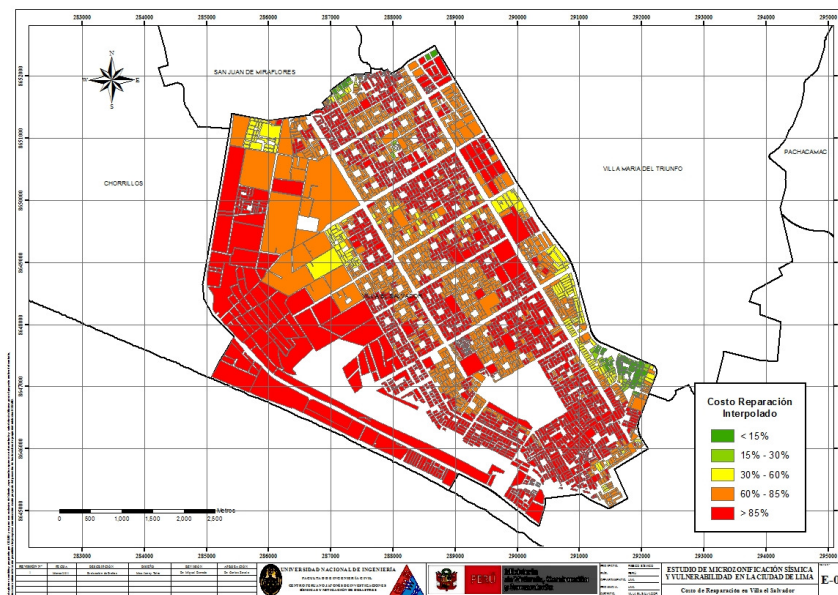


Figura 329. Resultado del cálculo del costo de reparación para las manzanas evaluadas.

Una vez calculado el costo de reparación para las manzanas evaluadas se genera, a través del método de interpolación IDW (Inverse Distance Weighted) un archivo de imagen (raster) donde el valor de cada pixel es el valor del costo de reparación para una edificación construida sobre ese terreno. La resolución espacial de este archivo es de 5 metros, es decir que cada pixel cubre un área de 25 metros cuadrados de terreno.

La Figura 330 muestra el resultado de la interpolación de los valores del costo de reparación sobre todo el distrito de Villa El Salvador.





**Figura 330.** Imagen de interpolación del costo de reparación (método IDW)

Una vez realizada la interpolación, este archivo de imagen se convierte en un archivo de puntos equidistantes a 5 metros, donde el valor contenido en este punto es valor del costo de reparación. Finalmente para cada manzana se procede a promediar los valores de todos los puntos que caen dentro del polígono que representa a la manzana obteniendo finalmente el costo de reparación interpolado para todas las manzanas del distrito. La Tabla 2, presenta los resultados de la simulación de riesgo sísmico para el distrito de Villa El Salvador.

**Tabla 2: Resultados del daño en el distrito de Villa El Salvador para un escenario de sismo severo**

Color	Rango	Nivel Daño	Nivel Daño	Número de Mzas.	%	%	Nivel de Daño
Verde	< 15%	Nivel I	1	26	3%	4%	Daño Leve o sin daño
Verde agua	15% - 30%	Nivel II	2	5	1%		
Amarillo	30% - 60%	Nivel III	3	55	7%	7%	Daño Moderado
Naranja	60% - 85%	Nivel IV	4	264	34%	34%	Daño Severo
Rojo	85%-100%	Nivel V	5	416	54%	54%	Colapso
				<b>766</b>	<b>100%</b>		

En el Anexo I en el mapa No. E-09, que presenta el riesgo expresado como porcentaje del costo de la edificación para el distrito de Villa El Salvador bajo un escenario del sismo de Lima 1966. En el mapa se puede apreciar que los sectores en verde tendrían un costo de reparación entre 0~15%. Aquellos sectores en verde agua poseen un costo de reparación entre 15~ 20% del valor de la edificación. Los sectores en amarillo poseerían porcentaje de reparación para sus viviendas entre 30~60%. Las zonas en color naranja, tendrían porcentaje de costo de reparación entre 60 ~ 85%, mientras que las zonas en rojo tendrían viviendas con costos de reparación entre 85% y 100%. Estos dos últimos grupos son diagnosticados como los grupos con indicadores de viviendas en riesgo de colapso que corresponden al 34% de las viviendas con daño severo y 54% con riesgo a colapso, para el escenario propuesto. Las aceleraciones asumidas para el diagnóstico son las presentadas en el informe del Microzonificación geotécnica.



Caso especial es el representado por las edificaciones esenciales que en caso de un evento sísmico severo deben de seguir funcionando luego del evento. Bajo esta premisa se tomaron aquellas edificaciones esenciales que formaron parte de la muestra, encontrándose el resumen de los resultados en la

**Tabla 3: Resultado de daño esperado en edificaciones esenciales**

Color	Rango	Nivel Daño	Nivel Daño	Número de Mzas.	%	%	Nivel de Daño
Verde	< 15%	Nivel I	1	1			
Verde agua	15% - 30%	Nivel II	2	0	2%	2%	Daño Leve o sin daño
Amarillo	30% - 60%	Nivel III	3	0	0%	0%	Daño Moderado
Naranja	60% - 85%	Nivel IV	4	2	4%	4%	Daño Severo
Rojo	85%-100%	Nivel V	5	45	94%	94%	Colapso
				<b>48</b>	<b>100%</b>		

Los resultados para las edificaciones esenciales son presentados en el mapa E-09A en donde puede apreciarse los resultados que se presentan en la Tabla 3, que muestra que el 94% de las edificaciones esenciales experimentarían colapso, debido al nivel de demanda sísmica extrema sobre sus sistemas estructurales.



## RESUMEN EJECUTIVO DEL DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA Y ALCANTARILLADO

- El objetivo de este diagnóstico es la evaluación preliminar de la vulnerabilidad del sistema de agua y alcantarillado del distrito de Villa El Salvador frente a un sismo severo. Para esta evaluación se revisó la información proporcionada por SEDAPAL y asimismo se utilizó información existente en CISMID de estudios en la planta de tratamiento de la Atarjea.
- Basados en el levantamiento de daños del estudio realizado por CISMID el año 2005, y en el desarrollo del modelo matemático de las estructuras de la planta de tratamiento de la Atarjea donde se utilizó como sismo de diagnóstico los sismos de Lima 9/10/1974 y 17/10/1966, se determinó la respuesta sísmica para las condiciones de los decantadores, encontrándose que 5 de los decantadores son vulnerables, ya que los esfuerzos sobre sus muros no podrían soportar una demanda de sismo severo.
- Para la evaluación de la vulnerabilidad de las líneas de conducción de agua del distrito de Villa El Salvador, fue necesario preparar la información proporcionada por SEDAPAL, para establecer el tipo de tubería por material y diámetro más utilizado en las líneas de conducción con su longitud total expresada en kilómetros. Se encontró que el 59.3% de las tuberías son de asbesto cemento, siendo las más usadas en la línea de conducción, seguidas por las tuberías PVC que representan un 37.3%. Asimismo las líneas de conducción de hierro dúctil representan el 3.4% de la red en el distrito.
- Considerando la metodología planteada por investigadores japoneses, se tomaron las curvas de Yamazaki e Isoyama para diagnosticar el número de roturas en la línea de conducción de agua del distrito de Villa El Salvador en función del diámetro y tipo de material. Se encontró que en el caso de un evento severo 455 locaciones con tuberías de asbesto cemento sufrirían roturas, mientras que existirían 266 locaciones en tuberías de PVC con roturas y 6 locaciones con roturas en tubos de hierro dúctil. Debe notarse que las condiciones del suelo con altas velocidades producen movimientos sumamente severos en el escenario de sismo severo propuesto.
- En cuanto a zonas de mayor concentración de daño por roturas de los sistemas de agua y alcantarillado del distrito de Villa El Salvador, podemos afirmar, entre los sectores 09, 11 y parte del sector 06, existe una concentración de daño con roturas promedio de 1.54 por kilómetro. Por otro lado las zonas centrales del distrito donde las tuberías de asbesto cemento se concentran, existe un índice de roturas de 1.38 por kilómetro.
- Es recomendable que SEDAPAL implemente una base de datos de las roturas en tuberías de agua y alcantarillado, tomando en cuenta la variable tiempo, ya que para el estudio de los sistemas de agua y alcantarillado es necesario conocer los tipos de tubería, material, tipo de junta, rango de diámetros y tener una base de datos de las roturas originadas por sismos severos en el tiempo y cambios de tuberías en el tiempo. Con una base de datos en estos términos sería posible realizar diagnósticos de las roturas con mayor precisión.
- Es recomendable que SEDAPAL desarrolle un programa de estudios de vulnerabilidad que consideren la infraestructura de captación de agua, los canales de conducción, decantadores, filtros, tanques de almacenamiento y asimismo válvulas de paso, que adicionalmente al estudio preliminar presentado, proporcionaran un mejor diagnóstico para evitar la interrupción del servicio en caso de sismo severo.





## DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA Y ALCANTARILLADO

### Acerca de la Vulnerabilidad de sistemas de agua y alcantarillado

Para la determinación de la vulnerabilidad de los sistemas agua y alcantarillado es necesario realizar una inspección a las instalaciones de la infraestructura involucrada en el desarrollo del sistema de agua y alcantarillado. Para esto es necesario contar con planos de las redes, tanto de agua como del alcantarillado, infraestructura de bocatomas, canales de conducción, planta de tratamiento, depósitos de agua tratada, base de datos en el tiempo con estadística de roturas por tipo de tubería originadas por fallas en el sistema y por sismo, entre otros.

En el presente estudio, se hace un diagnóstico preliminar de la vulnerabilidad del sistema de agua y alcantarillado. Se presenta el estado de la planta de tratamiento de la Atarjea, basado en el diagnóstico realizado por CISMID en el año 2005. Se desarrolla un diagnóstico para el sistema de distribución de agua basado en las curvas de fragilidad desarrolladas por investigadores Japoneses. Ya que las tuberías de agua trabajan a presión durante eventos severos son muy susceptibles a tener daño en suelos poco competentes, y su análisis de daño se basa en el número de roturas que se producirían en la red. Por otro lado, las tuberías de desagüe, por trabajar como si fueran canales, el análisis de daño se basa en la separación de sus juntas. En este caso otra variable muy importante es el tiempo de uso del tubo de desagüe, ya que por conducir aguas servidas con altos contenidos de químicos, sufren de un deterioro mayor al de las líneas de agua.

En este estudio se presenta el diagnóstico de las líneas de conducción de agua solamente, ya que la base de datos de SEDAPAL, no dispone estadística de roturas en el tiempo para la línea de conducción de desagüe.

La información entregada por SEDAPAL, es un archivo en formato CAD donde se presenta los ejes de las líneas de conducción de agua y alcantarillado, el tipo de material y su diámetro.

### Planta de Tratamiento de la Atarjea

La planta de tratamiento de la Atarjea es la única planta de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Lima. Capta el agua del río Rímac (ver Figura 331) en la bocatoma que se ve arriba a la izquierda, la almacena en los dos grandes reservorios que se ve en la parte inferior derecha y la purifica en múltiples estanques decantadores (vea ítem 7 del gráfico).

A lo largo de este proceso de tratamiento del agua se puede observar múltiples estructuras hidráulicas, muchas de las cuales poseen más de 50 años en uso continuo.



Figura 331. Esquema de la planta de tratamiento de la Atarjea

Dentro de este proceso en el año 2005, por encargo de SEDAPAL, CISMID-UNI desarrolla el estudio de vulnerabilidad sísmica de las estructuras de los decantadores de la planta de tratamiento de la Atarjea (ver Figura 334). En este estudio se identificaron daños en los muros de los decantadores (los cuales ya habían sido reforzados en la década del 60) y asimismo se pudo determinar la pérdida del refuerzo por oxidación de las varillas (ver Figura 333). Se extrajeron núcleos de concreto endurecido con la finalidad de conocer la calidad actual del material (ver Figura 332)





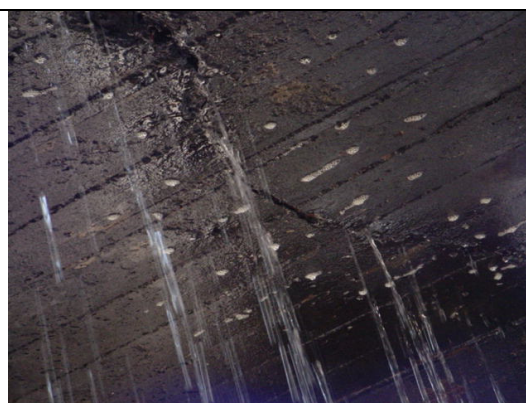
**Figura 332.** Extracción de testigos de concreto endurecido. Obsérvese la corrosión en el muro



**Figura 333.** Corrosión del refuerzo en los muros de los decantadores.



**Figura 334.** Vista de un decantador



**Figura 335.** Fisuras en canal de salida del decantador.

Se pudo observar la existencia de fisuras en canales de salida del decantador (Figura 335), y en adición a esto corrosión de su refuerzo.

Como consecuencia del levantamiento de daños del estudio del 2005, se desarrollo un modelo matemático con elementos finitos a fin de determinar la demanda sísmica de las estructuras bajo un sismo severo. En este caso se utilizó como sismo de diagnostico los sismos de Lima 9/10/1974 y 17/10/1966, determinándose la respuesta sísmica para las condiciones de los decantadores en el año 2005, encontrándose que 5 de los decantadores son vulnerables, ya que los esfuerzos sobre sus muros no podrían soportar una demanda de sismo severo. En la Figura 336 el modelo matemático de la estructura de un decantador típico de la planta de la Atarjea de SEDAPAL.





Figura 336. Idealización matemática del decantador

### Sistema de Agua y Alcantarillado

Para el estudio de los sistemas de agua y alcantarillado es necesario conocer los tipos de tubería, material, tipo de junta, rango de diámetros y tener una base de datos de las roturas originadas por sismos severos en el tiempo. La estadística de estas roturas, debe ser registrada por la entidad competente, en este caso SEDAPAL a fin de poder realizar un diagnóstico lo más cercano posible a la realidad.

El daño que afecta a las tuberías puede incluir la propagación de ondas, la deformación permanente del suelo y la ruptura de fallas. Las tasas de falla de las tuberías en áreas donde no se produce licuefacción pero sí se producen fallas del terreno (MM de VIII o menos, lugares donde se generen pequeños deslizamientos, grietas y terreno húmedo) equivalen aproximadamente a ocho veces las fallas debido a la propagación de ondas. Las tasas de falla de las tuberías en áreas donde sí ocurre la licuefacción son de aproximadamente 12 veces las tasas de falla por propagación de ondas.

Para la evaluación de los daños se necesita conocer las características físicas de las tuberías del sistema de distribución de agua. A pedido de CISMID se solicitó a SEDAPAL el inventario de la red de distribución de agua. SEDAPAL envió, en formato CAD, la red para toda Lima, desde donde se extrajeron las tuberías correspondientes al distrito de Villa El Salvador.

La información en formato CAD se exportó a una plataforma SIG donde se integró una base de datos que contiene la información mostrada en Tabla 4y el mapa se presenta en el Anexo I en el mapa No. E-11.



**Tabla 4. Descripción de la base de datos del sistema de distribución de agua para el distrito de Villa El Salvador**

Nombre de Campo	Descripción
Tipo	Material de tubería
Diametro	Diámetro de tubería en milímetros
Longitud	Longitud de la tubería en metros
Tipo_Suelo	Zonificación del suelo
Velocidad	Velocidad máxima en el suelo
Rot_km_Yam	Número de roturas por kilómetro de tubería según Yamazaki (2009)
Rot_km_Pro	Número de roturas por kilómetro de tubería según Isoyama (2000)

La estimación de la tasa de daño de tuberías de distribución de agua (el número de daños o incidentes por kilómetro de longitud de una tubería) será estimada en este estudio utilizando el método propuesto en la Universidad de Chiba Japón por los profesores Yoshihisa Maruyama y Fumio Yamazaki. De acuerdo a esta metodología la fórmula para la estimación de la tasa de daño fue propuesta por Isoyama el año 2000, luego del sismo de Kobe.

$$Rm(v) = CpCdCgCI R(v) \dots\dots (1)$$

Donde  $Rm$  es la tasa de daño por kilómetro de tubería,  $Cp$ ,  $Cd$ ,  $Cg$ , y  $CI$  son coeficientes de corrección para el material del tubo, diámetro, condición geológica, y ocurrencia de liquefacción, respectivamente, siendo  $v$  la velocidad máxima en el sector (PGV). El valor de  $R(v)$  se estima para una tasa de daño en tuberías de hierro fundido(CIP) con rango de diámetros entre 100–150 mm. en base a una regresión de valores de la base de datos de los tubos dañados por sismo en el sistema:

$$R(v) = c(v - A)^b \dots\dots\dots(2)$$

Donde  $b$ ,  $c$ , y  $A$  son los coeficientes de regresión. Considerando la base de datos del sismo de Kobe de 1995, Isoyama obtuvo el siguiente resultado para  $R(v)$ :

$$R(v) = 3.11 \times 10^{-3} (v - 15)^{1.30} \dots\dots(3)$$

Yamazaki y Maruyama asumieron que el valor de  $A$  se encuentra entre 0 y 30 cm/seg. y experimentaron análisis de regresión con cambios de  $A$  en intervalos de 5 cm/seg. Según los autores consideran que el valor de  $A$  debe ser 15 cm/seg, pues con este valor la correlación entre PGV y la tasa de daño atenuada produce un valor máximo. Así, la constante  $A$  produce el mínimo PGV que causa daños en un sistema de distribución de agua. Los resultados presentados por Isoyama indican que los sistemas de distribución fallarían con PGV mayores a 15 cm/seg. Diversos autores proponen factores de  $b$ ,  $c$  y  $A$  que originan diferencia mínima en el diagnóstico. Por ejemplo en el caso de la ciudad de Tokio los valores particulares de los factores producen la siguiente fórmula:

$$R(v) = 2.24 \times 10^{-3} (v - 20)^{1.51} \quad (4)$$

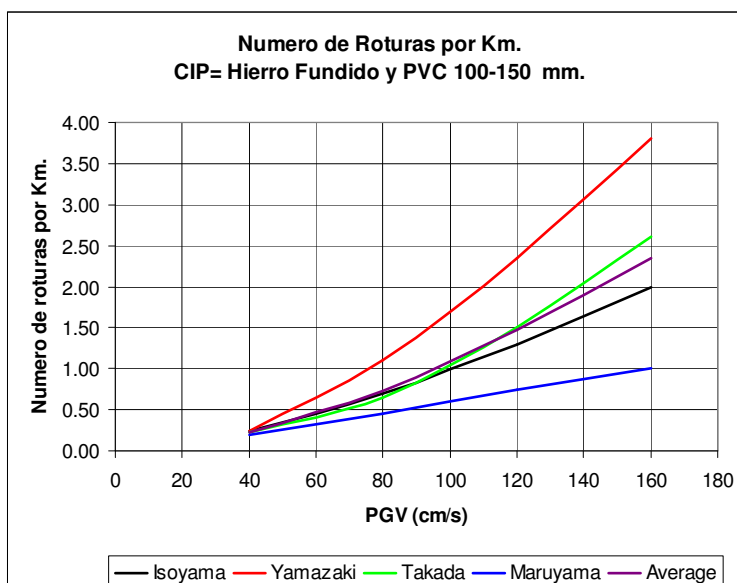


Figura 337: Roturas por Km. en tubos CIP y PVC

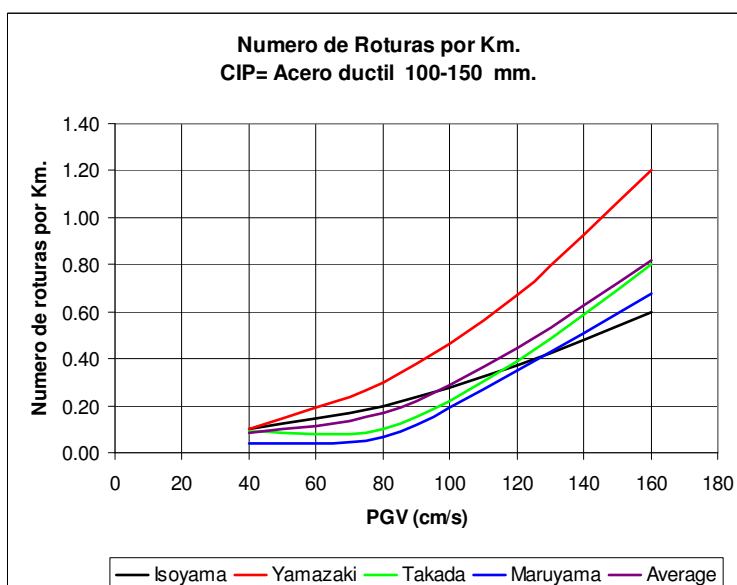
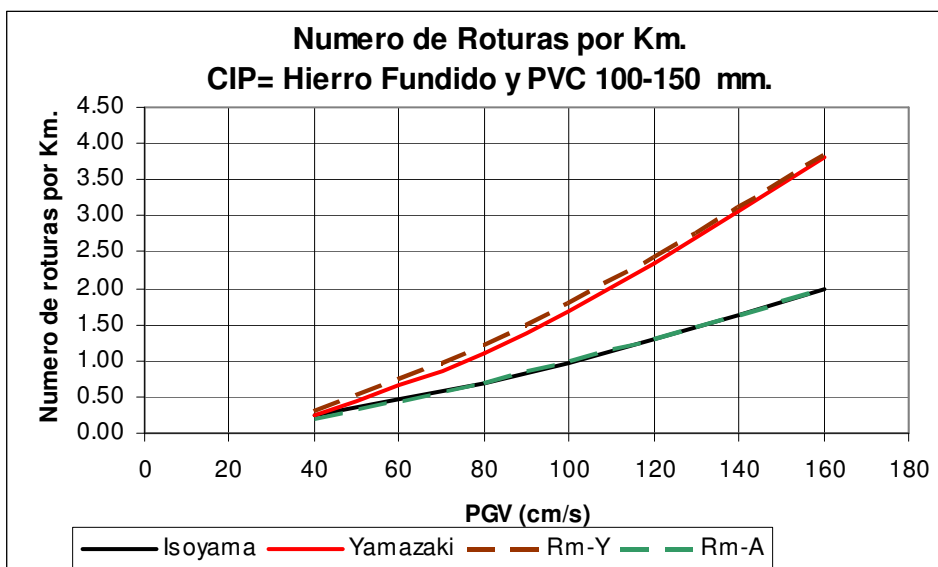


Figura 338: Roturas por Km. En tubos de acero dúctil

La Figura 337 muestra las relaciones presentadas por diversos autores para determinar el número de roturas por kilómetro de tubería de hierro fundido y PVC en función de la velocidad máxima del suelo (PGV) alcanzada durante el sismo de diseño en la zona donde se encuentran. Utilizando los datos de estos autores es posible elaborar una curva promedio, la cual se indica con la leyenda "Average", en el grafico. Para llevar a cabo el cálculo del número de roturas en las tuberías, se ha considerado la curva de Isoyama, ya que esta curva se encuentra cercana a la curva promedio, adicionalmente se ha considerado la curva de valores máximos (Yamazaki), que se presenta en la Figura 339, para mostrar un escenario más desfavorable.



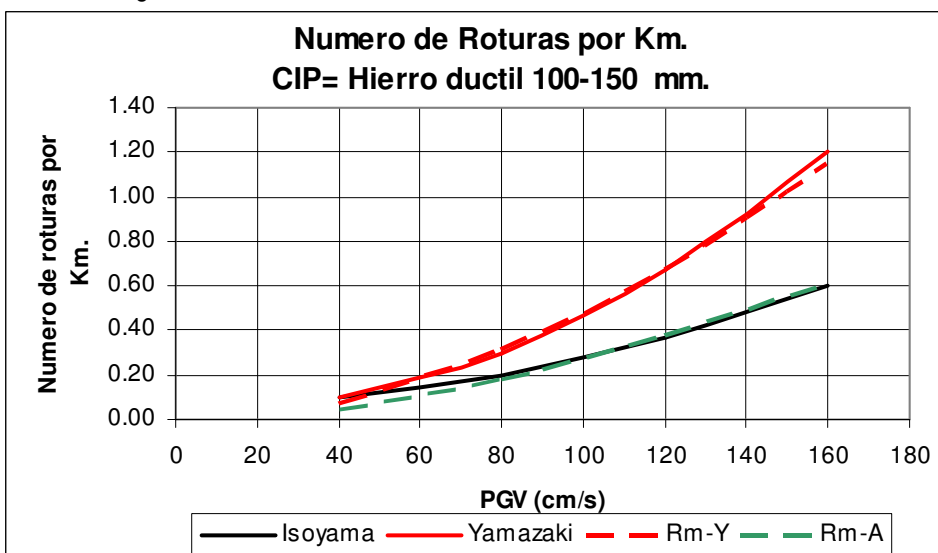


**Figura 339:** Curvas extremas de tasa de daño en CIP y PVC

En el presente estudio se ha utilizado una regresión de los valores de la curva de Isoyama que aproxima el número de roturas por Km. Con la siguiente expresión:

$$R(v) = 3.0 \times 10^{-3} (v - 15)^{1.305} \quad (5)$$

En forma similar, a los materiales presentados anteriormente, la Figura 338 presenta las relaciones desarrolladas por diversos autores para la estimación de la tasa de daño por kilómetro en tuberías de hierro dúctil. Utilizando estos datos se construye una curva promedio ("Average") la que es presentada en este gráfico.



**Figura 340:** Curvas extremas de tasa de daño en tubería de hierro dúctil

Usando un procedimiento similar al presentado anteriormente, en la Figura 340 se muestra las curvas de máximo valor y valor más cercano al promedio en el caso de tubería de acero dúctil. Considerando la curva de Isoyama y la curva de Yamazaki, es posible expresar mediante un análisis



de regresión de los datos, el número de roturas de tuberías de acero dúctil por Kilómetro que serían afectadas por un sismo severo mediante la siguiente expresión que presenta la regresión en datos de Isoyama:

$$R(v) = 2.0 \times 10^{-4} (v - 9)^{1.6} \quad (6)$$

Considerando las funciones presentadas en las ecuaciones (5) y (6) se determina el número de roturas en las tuberías, según el tipo de material y diámetro. Estas funciones son implementadas dentro del sistema GIS para la presentación de la vulnerabilidad de las líneas de conducción.

La Tabla 5 presenta los tipos de tubería por material que existen en el distrito de Villa El Salvador. Esta información se ha preparado en base de la información proporcionada por SEDAPAL. La información presenta los tipos de tubería con el rango de diámetros utilizado, considerando la existencia de un diámetro más frecuente utilizado en las líneas de conducción con su longitud total expresada en kilómetros. Si observamos la última columna se presenta el porcentaje de tuberías por material, aquí puede leerse que las tuberías de PVC y asbesto cemento son las más usadas en la línea de conducción.

**Tabla 5: Tipo de tuberías de agua en el distrito de Villa El Salvador**

Material	Tipos de Diámetros	Diámetro (mm)	Diámetro+Frecuente	Long. Total (m)	Long.Total (Km)	%
Asbesto-Cemento	8	100-450	100	329845.12	329.85	59.3%
PVC	9	50 - 450	110	207523.28	207.52	37.3%
Hierro Ductil	9	300-1000	900	18747.25	18.75	3.4%
<b>Longitud Total =</b>				<b>556115.65</b>	<b>556.12</b>	

Considerando los criterios de evaluación de Yamazaki e Isoyama fue evaluado el número de roturas por kilómetro de tubería para cada tipo de material. Basado en esta aproximación es posible conocer el número de roturas total sobre la línea de conducción, para ambos criterios. Puede leerse que bajo el criterio de Yamazaki se obtiene un mayor número de roturas que al usar el criterio de Isoyama. En el Mapa No. E-12 (ver reproducción en Figura 341) y el Mapa No. E-13 (ver reproducción en Figura 342) se presentan los daños probables según la metodología de Yamazaki e Isoyama, respectivamente y en la Tabla 6 se presenta un resumen de los resultados.

**Tabla 6: Respuesta de las tuberías frente a un evento sísmico severo en distrito de Villa El Salvador**

Tubería	Longitud (Km)	Yamazaki	Yamazaki	Isoyama	Isoyama
		PromRotuxKm	NumRoturasTotales	PromRotuxKm	NumRoturasTotales
Asbesto-Cemento	329.85	1.380	455	1.157	382
PVC	207.52	1.535	318	1.284	266
Hierro Ductil	18.75	0.543	10	0.325	6

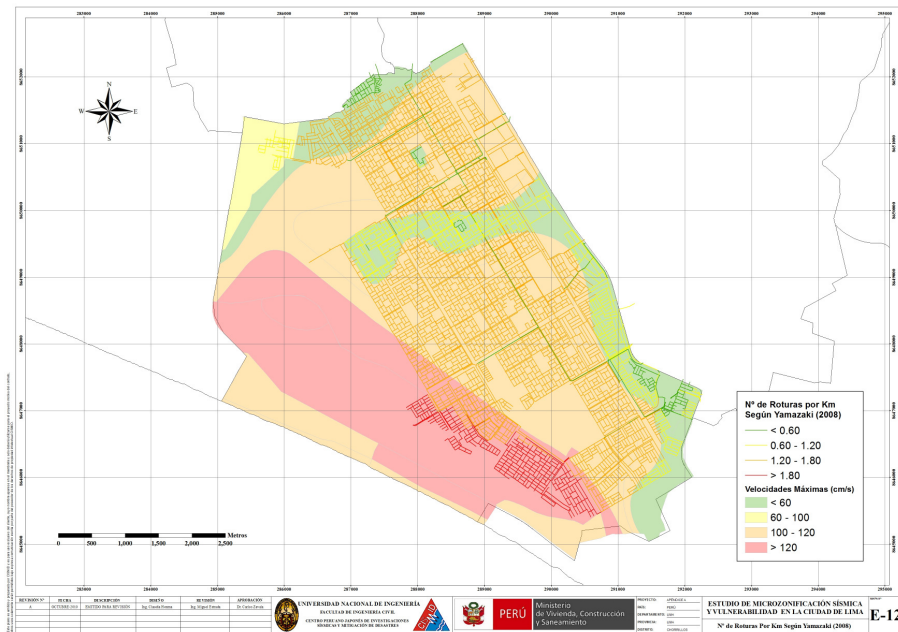


Figura 341: Roturas por criterio de Yamazaki (2008)

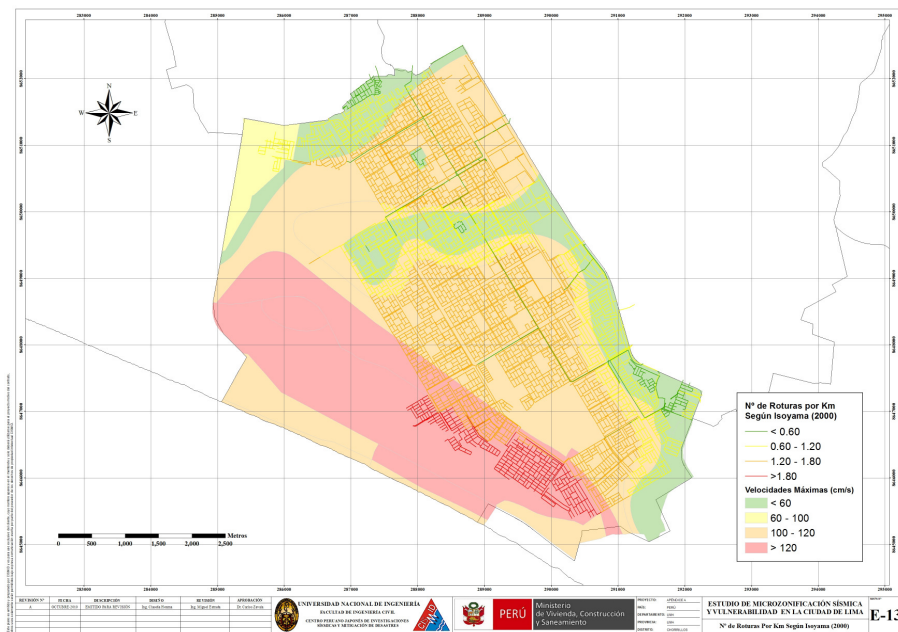


Figura 342: Roturas por criterio de Isoyama (2000)





### Conclusiones y recomendaciones del diagnóstico preliminar del sistema de agua

- Basados en el levantamiento de daños del estudio realizado por CISMID el año 2005, y en el desarrollo del modelo matemático de las estructuras de la planta de tratamiento de la Atarjea donde se utilizó como sismo de diagnóstico los sismos de Lima 9/10/1974 y 17/10/1966, se determinó la respuesta sísmica para las condiciones de los decantadores, encontrándose que 5 de los decantadores son vulnerables, ya que los esfuerzos sobre sus muros no podrían soportar una demanda de sismo severo.
- Para la evaluación de la vulnerabilidad de las líneas de conducción de agua del distrito de Villa El Salvador, fue necesario preparar la información proporcionada por SEDAPAL, para establecer el tipo de tubería por material y diámetro más utilizado en las líneas de conducción con su longitud total expresada en kilómetros. Se encontró que el 59.3% de las tuberías son de asbesto cemento, siendo las más usadas en la línea de conducción, seguidas por las tuberías PVC que representan un 37.3%. Asimismo las líneas de conducción de hierro dúctil representan el 3.4% de la red en el distrito.
- Considerando la metodología planteada por investigadores japoneses, se tomaron las curvas de Yamazaki e Isoyama para diagnosticar el número de roturas en la línea de conducción de agua del distrito de Villa El Salvador en función del diámetro y tipo de material. Se encontró que en el caso de un evento severo 455 locaciones con tuberías de asbesto cemento sufrirían roturas, mientras que existirían 266 locaciones en tuberías de PVC con roturas y 6 locaciones con roturas en tubos de hierro dúctil. Debe notarse que las condiciones del suelo con altas velocidades producen movimientos sumamente severos en el escenario de sismo severo propuesto.
- En cuanto a zonas de mayor concentración de daño por roturas de los sistemas de agua y alcantarillado del distrito de Villa El Salvador, podemos afirmar, entre los sectores 09, 11 y parte del sector 06, existe una concentración de daño con roturas promedio de 1.54 por kilómetro. Por otro lado las zonas centrales del distrito donde las tuberías de asbesto cemento se concentran, existe un índice de roturas de 1.38 por kilómetro.
- Es recomendable que SEDAPAL implemente una base de datos de las roturas en tuberías de agua y alcantarillado, tomando en cuenta la variable tiempo, ya que para el estudio de los sistemas de agua y alcantarillado es necesario conocer los tipos de tubería, material, tipo de junta, rango de diámetros y tener una base de datos de las roturas originadas por sismos severos en el tiempo y cambios de tuberías en el tiempo. Con una base de datos en estos términos sería posible realizar diagnósticos de las roturas con mayor precisión.
- Es recomendable que SEDAPAL desarrolle un programa de estudios de vulnerabilidad que consideren la infraestructura de captación de agua, los canales de conducción, decantadores, filtros, tanques de almacenamiento y asimismo válvulas de paso, que adicionalmente al estudio preliminar presentado, proporcionaran un mejor diagnóstico para evitar la interrupción del servicio en caso de sismo severo.



## RESUMEN EJECUTIVO DE LAS PROPUESTA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA POR TIPOLOGÍA

- El objetivo de esta sección del estudio es identificar el tipo de estructura que debe ser reforzada en base a los resultados del estudio de vulnerabilidad y riesgo sísmico del distrito de Villa El Salvador, ilustrando el tipo de refuerzo a través de detalles típicos de reforzamiento e identificando las ubicaciones de aquellas edificaciones que requieren ser intervenidas en forma inmediata.
- Considerando los resultados del estudio de vulnerabilidad sísmica, se encontró que el 88.6% de las edificaciones del distrito de Villa El Salvador son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 5.9% de edificaciones de madera y un 4.8 de edificaciones de concreto. La representatividad de la muestra nos orienta a mostrar aquellas técnicas apropiadas para el reforzamiento de viviendas de mampostería y asimismo de edificaciones de concreto. No se presentan técnicas para refuerzo en madera, ya que en su mayoría las edificaciones de este material son de carácter temporal.
- Los resultados del estudio de riesgo sísmico de los sectores estudiados y considerando los lotes representativos de la muestra, identifican que los niveles de daño I y II (con costo de reparación inferior al 30%) demandarían inversiones menores en la reparación. Los Niveles de daño III, IV y V, que serían aquellos que demanden intervención para su refuerzo. Así por ejemplo de las 848 manzanas estudiadas para edificaciones de mampostería, 821 manzanas necesitarían algún tipo de intervención. En el caso de las edificaciones de concreto 46 manzanas requerirían de una intervención de reforzamiento.
- Considerando las manzanas que poseen nivel de daño IV y V, que son aquellas que tendrían que ser intervenidas de forma inmediata, se ha cuantificado que 855 manzanas requieren ser intervenidas para evitar un daño severo o el colapso. Estas edificaciones son aquellas cuyo costo de reparación es superior al 65% de su valor. La intervención de estas viviendas debe realizarse luego de una evaluación al detalle de la edificación por parte de un especialista en diseño de estructuras antisísmicas.
- Se presentan técnicas para el reforzamiento de muros, columnas y cimentaciones, típicas de un reforzamiento en viviendas de albañilería. Siguiendo estas recomendaciones y con la asesoría de un ingeniero estructural se logrará disminuir el daño en estas edificaciones.



### PROPUESTA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA POR TIPOLOGÍA

Con la finalidad de proponer la técnica de reforzamiento para las edificaciones en el distrito de Villa El Salvador, se estudio la composición de la muestra levantada en campo. Los resultados que se muestran en la Tabla 7 presentan que en el 88.6% de los casos las edificaciones de este distrito son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 5.9% de edificaciones de madera y 4.8% de edificaciones de concreto. La representatividad de la muestra nos orienta a mostrar aquellas técnicas apropiadas para el reforzamiento de viviendas de mampostería y asimismo de edificaciones de concreto.

**Tabla 7: Composición por material de la muestra estudiada**

Material	Edificaciones	%
Concreto	46	4.8%
Mamposteria	848	88.6%
Acero	5	0.5%
Madera	56	5.9%
Otros	2	0.2%
	957	Mza

Por otro lado luego del diagnostico del riesgo sísmico en los sectores estudiados y considerando los resultados de los lotes representativos de la muestra, se encontró que dependiendo del nivel de daño diagnosticado por material, en la Tabla 8 se muestra el agrupamiento de los Niveles III, IV y V, que serían aquellos que demanden intervención para su refuerzo. Así por ejemplo de las 923 manzanas estudiadas para edificaciones de mampostería, 821 manzanas necesitarían algún tipo de intervención. En el caso de las edificaciones de concreto 46 manzanas requerirían de una intervención de reforzamiento.

**Tabla 8: Composición de la muestra por nivel de daño esperado**

Mamposteria	Nivel I	27	
	Nivel II	0	
	Nivel III	68	
	Nivel IV	315	
	Nivel V	438	821
Concreto	Nivel I	0	
	Nivel II	0	
	Nivel III	0	
	Nivel IV	2	
	Nivel V	44	46
Acero	Nivel III	0	
	Nivel V	5	5
Madera	Nivel I	0	
	Nivel II	5	
	Nivel III	0	
	Nivel IV	0	
	Nivel V	51	51



A continuación se proponen algunos casos representativos para el reforzamiento de muros de albañilería existentes con deficiencia de confinamiento, refuerzo de muros de albañilería existentes con deficiencia de tamaño o sección, para el reforzamiento de columnas de concreto y para la inclusión de muros de concreto a partir de columnas existentes. Considerando las manzanas que poseen nivel de daño IV y V, que son aquellas que tendrían que ser intervenidas de forma inmediata, se ha cuantificado que 855 manzanas requieren ser intervenidas para evitar un daño severo o el colapso. La ubicación de estas edificaciones es presentada en la Figura 343, donde se muestran aquellas viviendas cuyo costo de reparación es superior al 65% de su valor. Las zonas en color rojo muestran las manzanas con una mayor probabilidad de colapso, mientras que las zonas en color naranja muestran las manzanas con una alta probabilidad de daño severo. La intervención de estas viviendas debe realizarse luego de una evaluación al detalle de la edificación por parte de un especialista en diseño de estructuras antisísmicas.

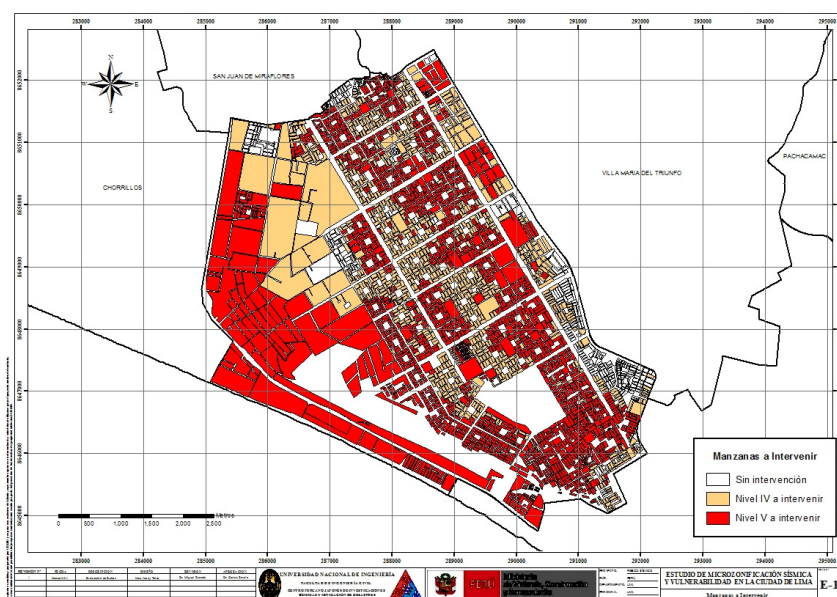
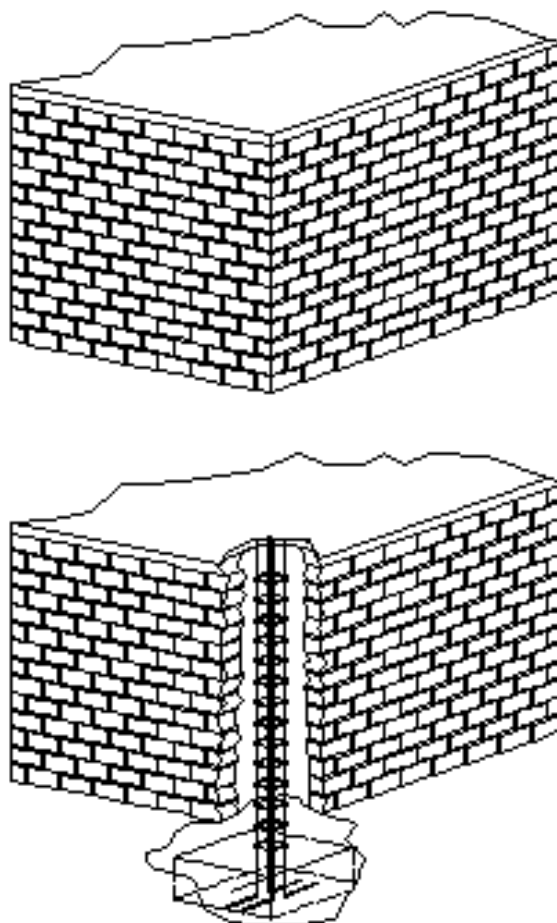


Figura 343: Ubicación de manzanas a intervenir

### Propuestas representativas para el reforzamiento de muros de albañilería existentes con deficiencia de confinamiento.

Es de conocimiento general que una edificación de albañilería (mampostería) de ladrillo sin el debido confinamiento representa un peligro para sus ocupantes, ya que al no tener confinamientos no existen los elementos de borde que puedan desarrollar en conjunto con los ladrillos la toma de las fuerzas de tracción, para las cuales la mampostería es muy débil. Caso especial son los muros esquineros, que generalmente se abrirán en las esquinas ante la demanda sísmica, originando el volteo fuera del plano de sus muros concurrentes. Por esta razón, en ausencia de confinamientos es imprescindible dotar de columnas en los extremos a estos muros. Para este propósito es necesario en primera instancia insertar una zapata dentro del cimiento corrido, de manera que las columnas de confinamiento puedan unirse al muro. Para esto será necesario demoler el muro en su esquina dejando un endentado, con la finalidad de colocar la canastilla de refuerzo y posteriormente vaciar al elemento estructural.



**Figura 344:** Detalle de inclusión de columnas de reforzamiento en muro sin confinamiento existente

#### **Reforzamiento de muros de albañilería existentes con deficiencia de tamaño o sección**

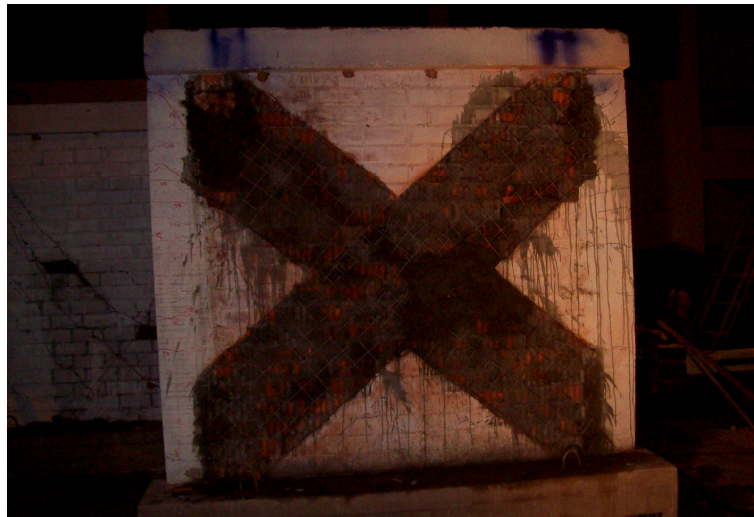
De acuerdo a la norma de diseño de albañilería NTE-070-RNE, la densidad de muros de una edificación, se define como la relación entre el área de muros estructurales de elementos área del área techada del nivel en estudio. Esta relación se encuentra entre el 4% al 5% del área techada en estudio, dependiendo de la zona sísmica, la aceleración esperada y el tipo de suelo. Cuando este criterio no se cumple, existirá deficiencia en el tamaño o sección del muro. En este caso, ya que el muro existe, lo comúnmente adoptado para el refuerzo de este tipo de muro es el envolver al muro con una malla de fierro de  $\frac{1}{4}$ " de diámetro espaciados cada 10 cm. en ambas direcciones. Este refuerzo puede hacerse con acero dúctil o con mallas electrosoldada.

En la se Figura 345 se muestra la secuencia del refuerzo de un muro de albañilería, considerando el incremento de la sección con la colocación de malla y recubrimiento.



Figura 345: Detalle de refuerzo sobre las caras del muro

Otra alternativa para el refuerzo es el uso de bandas en diagonal de malla o fierro dúctil, de manera que se refuercen aquellas zonas que estarán sometidas a las tracciones. Esta técnica ha sido experimentada en CISMID con éxito, y representa una alternativa económica ya que se ahorra material y acero.



(a)





(b)

**Figura 346:** Reforzamiento con bandas de refuerzo.

### Reforzamiento de Columnas de Concreto

Cuando existen deficiencias en las secciones de concreto es necesario realizar el incremento de la sección considerando la extracción del recubrimiento y el uso de resinas epoxicas para pegar el concreto existente con el concreto nuevo, formando un suplemento de la columna con deficiencia estructural. En la Figura 347 se muestran dos casos de columna existente donde se requiere incrementar la sección. En el primer caso el incremento de la sección se realiza sobre una dirección mientras que en el segundo, considerando que es una columna esquinera, se incrementa la sección en ambas direcciones. Para esto es necesario retirar el recubrimiento de la columna existente para aplicar una resina epóxica, luego se coloca el acero de refuerzo que debe anclarse al refuerzo de la cimentación el cual describiremos en el siguiente ítem. Colocado el refuerzo, se coloca el encofrado y se coloca el nuevo concreto

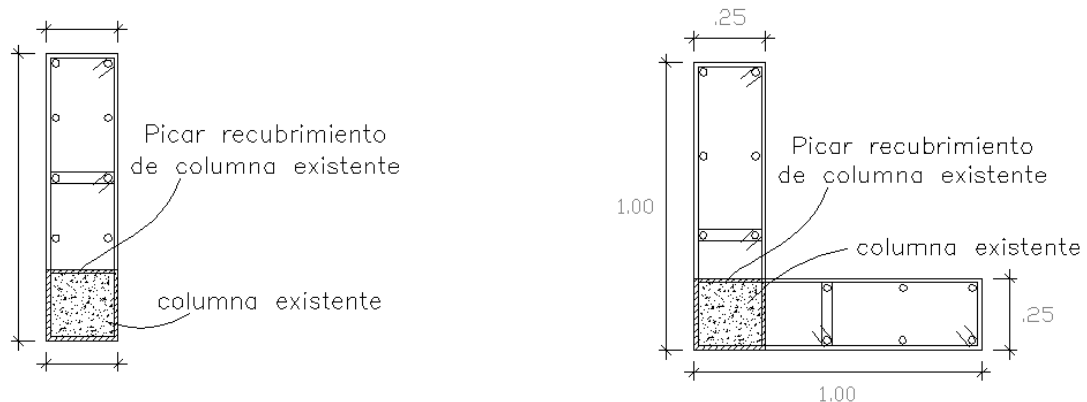


Figura 347: Detalle de reforzamiento para columna existente y esquinera

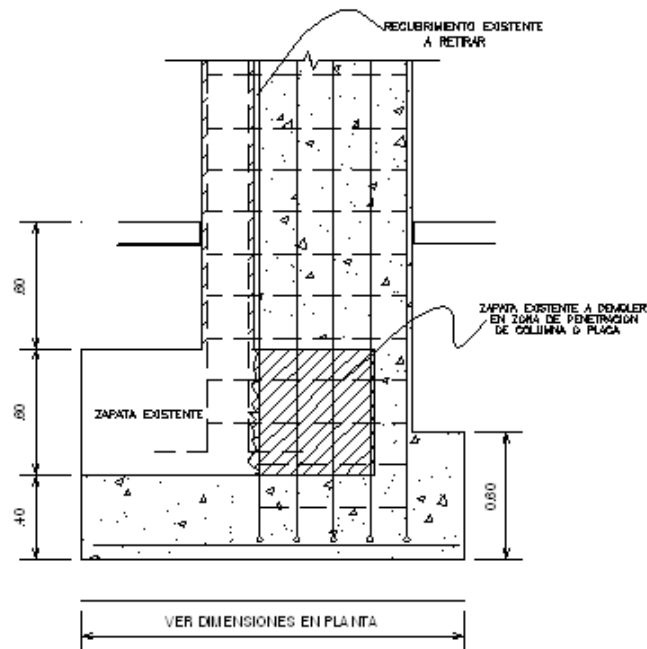


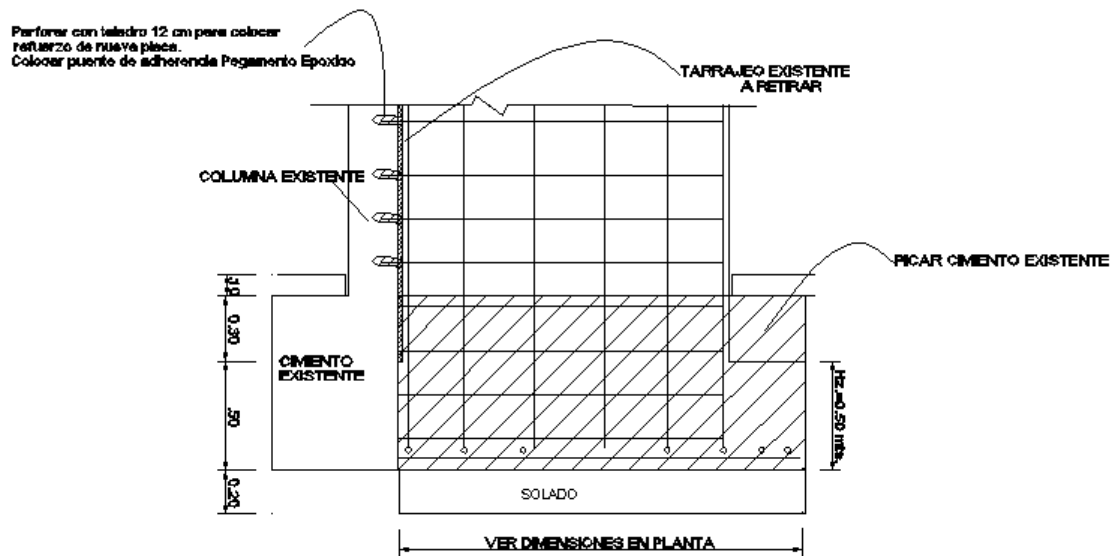
Figura 348: Detalle de reforzamiento de zapata para columna

### Reforzamiento de Zapata Existente de Columna

Cuando se refuerza un muro o una columna, es necesario incrementar la sección de su cimentación ya que la inclusión del elemento generará momentos mayores sobre la base del elemento estructural. Así la cimentación existente no será lo suficiente eficiente para tomar las nuevas cargas, por esta razón la sección de cimiento debe incrementarse. La Figura 348 muestra un detalle típico para el reforzamiento de una columna. Aquí como se observa, parte del cimiento existente debe ser demolido, con la finalidad de dar paso al incremento de la sección de la cimentación. Al igual que en el caso de la columna será necesario el uso de resinas epoxicas para pegar el concreto existente con el nuevo concreto, al igual que la fijación de la nueva armadura del elemento a reforzar.

### Inclusión de Muros de Concreto a partir de Columnas Existentes

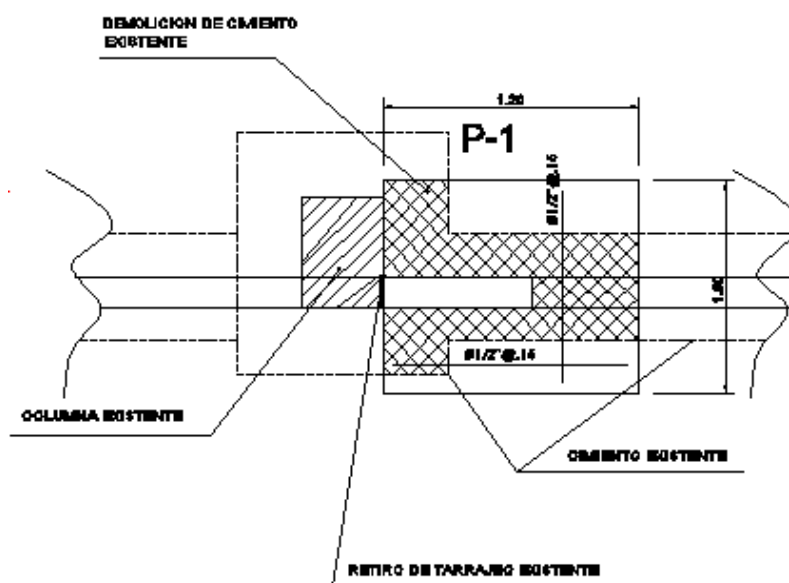
En este caso es necesario considerar un buen amarre entre el elemento placa y la columna existente. Por este motivo deben usarse barras de transferencia a través de cajuelas que deben calarse sobre la columna existente, y asimismo realizar un incremento del tamaño de la cimentación de los elementos. La Figura 349 presenta un detalle donde se puede observar las cajuelas para colocar el puente de adherencia con barra de transferencia que sirva de anclaje entre la nueva armadura y la columna existente. Asimismo aquí se debe de intervenir al cimiento de manera que pueda incluirse la cimentación de la nueva placa. La Figura 350 muestra un detalle en planta del cimiento incluido para la placa, de manera que el cimiento existente y el cimiento nuevo puedan integrarse.



### DETALLE TÍPICO DE CIMENTACION DE PLACA

Figura 349: Detalle de refuerzo de columna con placa y su cimentación





DETALLE DE CIMENTACIÓN DE PLACA DE REFUERZO D-1

Figura 350: Detalle de la cimentación de la placa visto en planta

### Conclusiones y recomendaciones para el reforzamiento de edificaciones

- Considerando los resultados del estudio de vulnerabilidad sísmica, se encontró que el 90.3% de las edificaciones del distrito de Villa El Salvador son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 5% de edificaciones de concreto. La representatividad de la muestra nos orienta a mostrar aquellas técnicas apropiadas para el reforzamiento de viviendas de mampostería y asimismo de edificaciones de concreto.
- Los resultados del estudio de riesgo sísmico de los sectores estudiados y considerando los lotes representativos de la muestra, identifican que los niveles de daño I y II (con costo de reparación inferior al 30%) demandan inversiones menores en la reparación. Los Niveles de daño III, IV y V, que serían aquellos que demanden intervención para su reforzamiento. Así por ejemplo de las 554 manzanas estudiadas para edificaciones de mampostería, 397 manzanas necesitarían algún tipo de intervención. En el caso de las edificaciones de concreto 28 manzanas requerirían de una intervención de reforzamiento.
- Considerando las manzanas que poseen nivel de daño IV y V, que son aquellas que tendrían que ser intervenidas de forma inmediata, se ha cuantificado que 429 manzanas requieren ser intervenidas para evitar un daño severo o el colapso. Estas edificaciones son aquellas cuyo costo de reparación es superior al 65% de su valor. La intervención de estas viviendas debe realizarse luego de una evaluación al detalle de la edificación por parte de un especialista en diseño de estructuras antisísmicas.
- Se presentan técnicas para el reforzamiento de muros, columnas y cimentaciones, típicas de un reforzamiento en viviendas de albañilería. Siguiendo estas recomendaciones y con la asesoría de un ingeniero estructural se lograra disminuir el riesgo en estas edificaciones.



## Referencias

- [1] Approximate Lateral Drift Demands in Multistory Buildings with Non uniform Stiffness - Eduardo Miranda and Carlos J. Reyes Journal of Structural Engineering ASCE / July 2002.
- [2] Approximate lateral deformation demands in multistory buildings - Miranda, E. (1999). Journal of Structural Engineering ASCE. /1999.
- [3] Estimación rápida de la Respuesta Sísmica en base a sistemas de un grado de libertad para el calculo de vulnerabilidad sísmica – Carlos Zavala y Ricardo Proaño – XIV Congreso de Ingeniería Civil Iquitos Perú / Octubre 2003.
- [4] Estimación Rápida de Desplazamientos Laterales Producidos por Sismo -Hugo Scaletti Farina – FIC – UNI /2003.
- [5] Simulador Respuesta Sísmica y Nivel de Daño –SRSND – Carlos Zavala – CISMID/FIC/UNI/ Noviembre 2007.
- [6] Efectos del Terremoto de Managua en los efectos de agua y alcantarillado - Ing. E. Pallawlecial IX Seminario Centroamericano de Ingenieros Sanitarios Panamá /Septiembre 1973.
- [7] Reducción del Daño Sísmico – Guía para empresas de agua – Organización Panamericana de la Salud (OPS) y American Water Works Association (AWWA)/ 2003.
- [8] Damage Estimation of Water Distribution Pipes following recent earthquakes in Japan – Y. Maruyama and F. Yamazaki – Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUEE) /March 2010.
- [9] Post Quake Microzoning Study On Pisco and Tambo De Mora Due To August 15th 2007 Pisco Quake – C. Zavala, Z. Aguilar, and M. Estrada– Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUEE) /March 2010.